



COMPLEJO PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LA VULNERABILIDAD ANTE LOS
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

LAURA ALEJANDRA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO

MANIZALES

2021

COMPLEJO PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LA VULNERABILIDAD ANTE LOS
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

AUTOR

Laura Alejandra Sánchez Hernández

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Desarrollo Regional y Planificación
del Territorio

TUTOR

María Eugenia Arango Ospina

CO- DIRECTOR

Leandro Martín´S Fontoura

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN DESARROLLO REGIONAL Y PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO

MANIZALES

2021

DEDICATORIA

A mi madre Norma Hernandez por su apoyo incondicional, amor y comprensión, por la paciencia y entrega para con nosotras, por proporcionarme la mejor educación y ejemplo.

A mis abuelos Oneida Rojas y Heriberto Hernandez, por sentar en mi la base de responsabilidad y deseos de superación.

A mi tía Liliana Hernández y mis hermanas Erika y Camila Narváez, por su motivación constante en alcanzar mis anhelos y las palabras de aliento que me inspiraron.

A mi padrino Carlos Iván Bermeo y a Jaime E. Ussa por enseñarme que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se logra, por su apoyo incondicional en cada uno de los procesos personales y profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Terminado el proceso de formación de maestría, es importante agradecer a todas las personas que hicieron parte de este logro, no solo por estar presentes, también por sus aportes, conocimiento y respaldo en cada momento de la construcción de esta investigación.

A Dios por permitirme terminar este proceso y guiar mis pasos.

A mi directora de trabajo de Grado Dra. *María Eugenia Arango Ospina*, por su apoyo continuo, por aportar sus conocimientos en el desarrollo de este proyecto, por motivarme constantemente a dar lo mejor de mí a nivel personal, profesional y académico.

A *Ardikary Ariza*, por apoyarme en cada uno de los procesamientos cartográficos, por su paciencia, tiempo y dedicación.

A la *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, por permitirme trabajar en la zonificación ambiental del Complejo de Páramo Los Picachos.

Finalmente, agradezco profundamente a la *Universidad Autónoma de Manizales*, en especial al equipo docente y a mis compañeros de la *Maestría Desarrollo Regional y Planificación del Territorio*, por todos los aportes en esta experiencia académica, por el acompañamiento, los conocimientos brindados y la calidad profesional, porque de ello me llevo la mejor experiencia para aplicar en mi vida

RESUMEN

Los páramos son un ecosistema estratégico, con características fisicobióticas importantes para la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales los principales son el aprovisionamiento de agua y el almacenamiento de carbono atmosférico. Pese a la importancia de este ecosistema, se vienen presentado dos grandes amenazas, el cambio climático y la intervención por presiones antrópicas, por lo cual la presente investigación, busca determinar, a través de información secundaria, los impactos del cambio climático y presiones antrópicas del Complejo de Páramo Los Picachos.

El análisis principalmente se realizó a través de recolección, análisis y relación de datos cualitativos y cuantitativos, además de información cartográfica, con los cuales se proyectó sobre los supuestos de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático en Colombia, con el fin de identificar los patrones de cambio del ecosistema del Complejo de Páramo Los Picachos y como estos inciden en la provisión de servicios ecosistémicos, las actividades domésticas, agrícolas e industriales, la biodiversidad dado el desplazamiento de las especies ante la desaparición de pisos térmicos

En ese sentido, se identificó que el mayor riesgo para este ecosistema corresponde al cambio climático, se presiones de tipo antrópico, en donde se determinó que la presión que ejercen sobre el páramo son menores frente a lo que puede pasar por cambios en la temperatura y precipitación.

Palabras Claves: Páramo, Cambio climático, servicios ecosistémicos, Complejo de Páramo Los Picachos

ABSTRACT

Paramos are a strategic ecosystem, with important physical-biotic characteristics to provide ecosystem services such as supplying water and storage of atmospheric carbon. Despite the importance of this ecosystem, there are two serious threats to páramos, these are climate change and intervention by anthropic pressures. Consequentially, the present research seeks to determine the impacts of climate change and anthropic pressures of the Picachos's Complex Páramo, through secondary research.

The research focused on the collection and analysis of qualitative and quantitative information from different sources, including cartographic information. From the analysis of these information, it was sought to identify patterns of change in the ecosystem of the Picachos's Complex Paramo to assess the degree to which these have affected: (a) the provision of ecosystem services, (b) the functioning of domestic activities, agricultural and industrial, and (c) the existing biodiversity. The previous analyzes were carried out taking into account the assumptions of the Third National Communication on Climate Change in Colombia.

To that effect, it got identify that the greatest risk for this ecosystem corresponds to climate change, anthropic-type pressures, where it got determine that the pressure exerted on paramo is less compared to what can happen due to changes in temperature and precipitation.

Keywords: Páramo, Climate change, ecosystem services, Páramo Los Picachos Complex

LISTA DE ACRÓNIMOS

| | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| AICMA | Acción Integral Contra Minas Antipersonal |
| ANH | Agencia Nacional de Hidrocarburos |
| ANM | Agencia Nacional de Minería |
| ANT | Agencia Nacional de Tierras |
| ANLA | Autoridad Nacional de Licencias Ambientales |
| CAM | Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena |
| CONPES | Consejo Nacional de Política Económica y Social |
| CORPOAMAZONIA | Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación |
| EOT | Esquema de Ordenamiento Territorial |
| ET-ESA | Estudio Técnico Económico Social Ambiental |
| GEI | Gases Efecto Invernadero |
| IAVH | Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt |
| IDEAM | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales |
| IGAC | Instituto Geográfico Agustín Codazzi |
| IPPC | Integrated Pollution Prevention and Control |
| MADS | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible |
| MAP | Minas Antipersonal |
| MUSE | Municiones Usadas Sin Explosionar |
| OMM | Organización Meteorología Mundial |
| PBOT | Plan Básico de Ordenamiento Territorial |
| PGAR | Plan de Gestión Ambiental Regional |
| PIGCCT | Plan integral de Gestión de Cambio Climático Territorial |
| PMA | Plan de Manejo Ambiental |
| PNACC | Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático |
| PND | Plan Nacional de Desarrollo |

| | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| PNGIBSE | Política Nacional para la Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos |
| PNN | Parques Nacionales Naturales de Colombia |
| PNUD | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo |
| PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |
| POMCA | Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Hidrográfica |
| POT | Plan de Ordenamiento Territorial |
| SIAC | Sistema de Información Ambiental de Colombia |
| SIG | Sistemas de Información Geográficos |
| SINAP | Sistema Nacional de Áreas Protegidas |
| SIPRA | Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria |
| TCNCC | Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático |
| UNAL | Universidad Nacional de Colombia |
| UNFCCC | United Nations Framework Convention on Climate Change |
| UNGRD | Unidad de Gestión del Riesgo y Desastres |
| UPRA | Unidad de Planeación Rural Agropecuaria |
| WCED | World Commission on Environment and Development |

CONTENIDO

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 1 | PRESENTACIÓN..... | 16 |
| 2 | ANTECEDENTES..... | 17 |
| 2.1 | ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 17 |
| 2.1.1 | A Nivel Internacional | 17 |
| 2.1.2 | A Nivel Nacional | 18 |
| 2.1.3 | A Nivel Regional | 19 |
| 2.2 | ANTECEDENTES NORMATIVOS..... | 20 |
| 3 | ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 22 |
| 4 | JUSTIFICACIÓN..... | 24 |
| 5 | REFERENTE TEÓRICO..... | 25 |
| 6 | OBJETIVOS..... | 33 |
| 6.1 | OBJETIVO GENERAL..... | 33 |
| 6.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 33 |
| 7 | CONTEXTO TERRITORIAL | 34 |
| 8 | METODOLOGÍA | 40 |
| 8.1 | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 40 |
| 8.2 | ÁREA DE TRABAJO | 40 |
| 8.3 | ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 41 |
| 8.4 | UNIDAD DE ANÁLISIS | 41 |
| 8.5 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN | 41 |
| 8.5.1 | Cartografía Básica Utilizada..... | 41 |

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.5.2 | Estimación De Tendencias Por Efecto Del Cambio Climático Complejo De Páramo De Los Picachos De Acuerdo Con Los Escenarios | 42 |
| 8.5.3 | Sensibilidad Del Complejo De Páramo De Los Picachos Y Las Posibles Afectaciones En Los Servicios Ecosistémicos..... | 50 |
| 8.5.4 | Determinar La Capacidad Institucional Para Disminuir La Vulnerabilidad Del Complejo De Páramo Los Picachos | 59 |
| 8.6 | CONSIDERACIONES ÉTICAS | 60 |
| 9 | RESULTADOS..... | 61 |
| 9.1 | DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTIMACIÓN DE LAS TENDENCIAS DE CAMBIO CLIMÁTICO DE ACUERDO CON LOS ESCENARIOS..... | 61 |
| 9.1.1 | Análisis Clima Presente..... | 61 |
| 9.1.2 | Estimación De Las Tendencias De Cambio Climático De Acuerdo Con Los Escenarios Establecidos Para Los Periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071 -2100 Por La Tercera Comunicación Nacional..... | 66 |
| 9.2 | SENSIBILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LAS POSIBLES AFECTACIONES EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS..... | 71 |
| 9.2.1 | Coberturas De La Tierra..... | 71 |
| 9.2.2 | Cruce De Información Geográfica – Análisis Sensibilidad Uso Del Suelo ... | 84 |
| 9.2.3 | Servicios Ecosistémicos | 106 |
| 9.3 | DETERMINAR LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO LOS PICACHOS..... | 119 |
| 9.3.1 | Instrumentos Municipales | 119 |
| 9.3.2 | Instrumentos Departamentales | 127 |
| 9.3.3 | Instrumentos Nacionales..... | 137 |

| | | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10 | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 147 |
| 10.1 | TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL..... | 150 |
| 10.1.1 | Departamento del Caquetá..... | 150 |
| 10.1.2 | Departamento del Huila..... | 152 |
| 10.1.3 | Departamento del Meta | 153 |
| 10.2 | DETERMINAR LA SENSIBILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LAS POSIBLES AFECTACIONES EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE ACUERDO CON LA DINÁMICA DE CAMBIO DEL ECOSISTEMA | 157 |
| 10.3 | DETERMINAR LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO LOS PICACHOS..... | 174 |
| 10.3.1 | Instrumentos Municipales | 174 |
| 10.3.2 | Instrumentos Departamentales | 177 |
| 10.3.3 | Instrumentos Nacionales..... | 179 |
| 11 | CONCLUSIONES | 183 |
| 12 | RECOMENDACIONES | 187 |
| 13 | REFERENCIAS | 189 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Distribución del Páramo Los Picachos por unidades | 34 |
| Tabla 2. Distribución de área del complejo de páramo por departamento | 36 |
| Tabla 3. Distribución de área del complejo de páramo por departamento | 38 |
| Tabla 4. Zonificación hidrográfica del Complejo de páramo de los Picachos. | 39 |
| Tabla 5. Fuentes de información cartográfica | 42 |
| Tabla 6. Estaciones Meteorológicas utilizadas para temperatura..... | 43 |
| Tabla 7. Estaciones Meteorológicas utilizadas para precipitación | 45 |
| Tabla 8. Variación altitudinal de la abundancia de formas de crecimiento dominantes en la alta montaña..... | 54 |
| Tabla 9. Categorías de Servicios Ecosistémicos (SSEE) | 58 |
| Tabla 10. Datos de temperatura..... | 62 |
| Tabla 11. Datos de precipitación | 64 |
| Tabla 12. Proyecciones de temperatura para los escenarios de cambio climático | 66 |
| Tabla 13. Proyecciones de precipitación para los escenarios de cambio climático | 68 |
| Tabla 14. Tonalidades usuales en una composición en falso color | 72 |
| Tabla 15. Codificación de las unidades de cobertura de la tierra de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia | 74 |
| Tabla 16 límites superiores para cada una de las franjas..... | 79 |
| Tabla 17 Límites superiores de temperatura para cada franja | 81 |
| Tabla 18 Área de franjas ecológicas de páramo para cada escenario de cambio climático . | 82 |
| Tabla 19 Áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) para el complejo de Páramo Los Picachos | 84 |
| Tabla 20 Clases agrologicas y su capacidad de uso | 87 |
| Tabla 21 Clases agrologicas del Complejo de Páramo Los Picachos | 88 |
| Tabla 22 Zonificación de la Frontera Agrícola Nacional en El Complejo de Páramo de Los Picachos | 93 |
| Tabla 23 Zonificación ambiental PDET en el Complejo de Páramo de Los Picachos | 96 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 24 Definiciones consultadas ante la ANT | 98 |
| Tabla 25 Eventos MAP/MUSE | 105 |
| Tabla 26 Motores directos de transformación y pérdida de biodiversidad..... | 107 |
| Tabla 27 Bienes y servicios ambientales identificados | 109 |
| Tabla 28 Análisis de los contenidos de los POT | 120 |
| Tabla 29 Análisis de los contenidos de los Planes de Desarrollo municipales | 123 |
| Tabla 30 Análisis del contenido de los Planes de acción para los ejes generales del PIGCCT Caquetá. | 132 |
| Tabla 31 Análisis del contenido de los Planes de acción para los ejes generales del PIGCCT Caquetá. | 132 |
| Tabla 32 Análisis del contenido de los Ejes generales de acción plan Huila 2050..... | 134 |
| Tabla 33 Análisis del contenido de los Ejes transversales de acción plan Huila 2050 | 135 |
| Tabla 34 Análisis de contenidos del PRICCO (META) | 137 |
| Tabla 35 Análisis del contenido del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 | 138 |
| Tabla 36 Análisis del contenido del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022..... | 141 |
| Tabla 37 Estrategias de la Política Nacional de Cambio Climático | 142 |
| Tabla 38 Estrategias para la adaptación al cambio climático..... | 144 |
| Tabla 39 Análisis de contenido de otros instrumentos..... | 145 |
| Tabla 40 Gradiente altitudinal para los escenarios de cambio climático. | 149 |
| Tabla 41 Titularidad de predios..... | 170 |
| Tabla 42 Figuras de ordenamiento de la propiedad rural | 171 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 1. Relación cobertura y uso del suelo – Clima | 30 |
| Ilustración 2. Esquema de la zona de transición entre páramo y bosque | 53 |
| Ilustración 3. Conexiones entre la estructura ecosistémica y las funciones, servicios, políticas y valores. | 56 |
| Ilustración 4. Combinación de bandas..... | 73 |
| Ilustración 5 Proporción de coberturas con respecto a la altitud..... | 78 |
| Ilustración 6 Proporción de coberturas con respecto a la temperatura | 80 |
| Ilustración 7 Porcentaje de área de las franjas ecológicas de páramo para cada escenario de cambio climático..... | 82 |
| Ilustración 8 Imágenes de google earth Complejo de Páramo Los Picachos | 112 |
| Ilustración 9 Fenómenos de remoción en masa – Erosión | 117 |
| Ilustración 10 Precipitación media mensual multianual (mm)..... | 147 |
| Ilustración 11 Variación altitudinal de las temperaturas medias..... | 148 |
| Ilustración 12 Porcentaje de cambio de las franjas ecológicas del Complejo de Páramo Los Picachos para cada escenario climático..... | 158 |
| Ilustración 13 Representación de tres posibles respuestas de movimientos de las especies hacia mayores elevaciones..... | 160 |
| Ilustración 14 Registro de áreas con Mina Anti-Personas..... | 169 |

LISTA DE MAPAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mapa 1. Localización geográfica | 37 |
| Mapa 2. Zonificación hidrográfica del Complejo de páramo de los Picachos | 39 |
| Mapa 3. Estaciones climatológicas para temperatura..... | 44 |
| Mapa 4. Estaciones meteorológicas para precipitación..... | 46 |
| Mapa 5. Escenario de temperatura actual..... | 63 |
| Mapa 6. Escenario se precipitación actual..... | 65 |
| Mapa 7. Modelo de temperatura para los escenarios de cambio climático | 67 |
| Mapa 8. Modelo de precipitación para los escenarios de cambio climático | 70 |
| Mapa 9 Coberturas de la Tierra | 75 |
| Mapa 10 Cambio de las Franjas ecológicas del páramo..... | 83 |
| Mapa 11 Áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) para el complejo de Páramo Los Picachos | 85 |
| Mapa 12 Conflicto uso del suelo en El Complejo de Páramo de Los Picachos | 91 |
| Mapa 13 Zonificación de la Frontera Agrícola Nacional en El Complejo de Páramo de Los Picachos | 94 |
| Mapa 14 Zonificación ambiental PDET en el Complejo de Páramo de Los Picachos | 97 |
| Mapa 15 Áreas de la Agencia Nacional de Tierras en el Complejo de Páramo de Los Picachos | 99 |
| Mapa 16 Propiedad de la tierra..... | 101 |
| Mapa 17 Distancias de los títulos vigentes y el Complejo de Páramo | 103 |
| Mapa 18 Información de la ANM | 103 |
| Mapa 19 Información de la ANH..... | 104 |
| Mapa 20 Eventos MAP/MUSE | 105 |
| Mapa 21 Modelo de precipitación y temperatura para cada escenario de cambio climático | 156 |

1 PRESENTACIÓN

El Complejo de páramo de Los Picachos se encuentra ubicado en la cordillera oriental sobre la divisoria de aguas que separa la cuenca hidrográfica del río Magdalena – Cauca de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, y forma parte de los departamentos de Huila, Caquetá y Meta. Este páramo es un ecosistema estratégico, posee características fisicobióticas importantes para la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales los principales son el aprovisionamiento de agua y el almacenamiento de carbono atmosférico. Pese a la importancia de este ecosistema, se vienen presentado dos grandes amenazas, el calentamiento global, y expansión de la frontera agrícola, es en este sentido que la presente investigación, busca evaluar la vulnerabilidad del ecosistema ante el cambio climático.

El objeto de investigación está asociado con el cambio climático, en particular la exposición a la amenaza, sensibilidad del ecosistema del páramo Los Picachos y su capacidad de adaptación; para ello se recolectará información climática y se apoyara en, imágenes satelitales y/o fotografías aéreas del área de trabajo entre otros insumos, que permitirán realizar el análisis la incidencia de estos factores en el ecosistema referido.

Se propone una investigación de tipo exploratorio, descriptivo y correlacional, exploratoria al ser este estudio el primero para este páramo, descriptiva y correlacional dado que a partir de la información analizada se pretende identificar las características propias de este ecosistema y cómo influyen los cambios en este para lograr medir el grado de vulnerabilidad a la que pueda estar expuesto el Complejo de Páramo de Los Picachos.

Una vez obtenidos los resultados, se procederá al análisis de los mismos, para proceder a elaborar el informe final que dé cuenta de los hallazgos para que sean considerados en la toma de decisiones entorno al ecosistema que influyan en el ordenamiento del territorio y permitan aportar al desarrollo sostenible de la región y el país.

2 ANTECEDENTES

Para comprender la dinámica ecosistémica del Complejo de Páramo de Los Picachos, es necesario estudiar tres aspectos, el primero de ellos, revisar investigaciones predecesoras desarrolladas a nivel internacional, nacional y regional, el segundo, los antecedentes normativos de Colombia, y el tercero los referentes teóricos y conceptuales, las cuales son bases fundamentales en el objeto de estudio.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A nivel internacional, nacional, regional y local, se realizan investigaciones en un proceso sinérgico para comprender las relaciones existentes y los conceptos de territorio, ecosistema, áreas protegidas, cambio climático, vulnerabilidad y adaptación. Las principales fuentes de información en referentes internacionales son bases de datos como Redalyc, Scielo, Jstor, a nivel nacional son consultadas Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH) y a nivel regional las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.

2.1.1 A Nivel Internacional

En el estudio de Evaluación de Vulnerabilidad e Impacto del Cambio Climático en el Gran Chaco Americano (PNUMA - REGATTA, Universidad Nacional de Formosa, & Cordillera, 2013), identificaron las áreas más vulnerables, entendieron la capacidad de adaptación y propusieron acciones de adaptación, esto bajo una visión integrada de los problemas que afectaban esta región, tales como cambios bajo escenarios climáticos futuros y cómo afrontarlos mediante acciones orientadas a la toma de decisiones de políticas públicas.

Dicho documento se abordó la evaluación de vulnerabilidad bajo un esquema metodológico que comprende un análisis del estado y funciones de los ecosistemas presentes en la región, descripción de exposición climática dada por la tendencias climáticas a la región, escenarios climáticos y eventos extremos, seguido a esto, se realizó un análisis de sensibilidad aplicada al sector agropecuario y al recurso hídrico, posterior a ello, se realizó la construcción de la capacidad de adaptación de la región, lo que conllevó finalmente a integrar los resultados a la evaluación de la vulnerabilidad a través de indicadores.

Los resultados identificaron acciones a priorizar para minimizar la vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, estas difieren en la división administrativa dadas las particularidades de cada país, por lo cual para lograr una integración de los resultados se requirió voluntades para la inclusión en procesos de planificación y elaboración de políticas públicas y así estimar los impactos y las oportunidades que la variabilidad climática brinda, para con ello fortalecer la capacidad de adaptación con una visión a largo plazo.

2.1.2 A Nivel Nacional

El 27 de julio de 2018, el Congreso de la República expidió la Ley 1930, “Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia”, su objetivo fue establecer los Páramos como ecosistemas estratégicos y definir las directrices aplicables para la protección de estos. Dentro de los aspectos más importantes que estableció en la Ley 1930 fue la definición de los principios aplicables a la gestión de páramos en Colombia, tales como, conceptos de páramo, habitantes tradicionales de páramo y el enfoque diferencial, adicional se determinó que el MADS es el ente encargado de realizar la delimitación de páramos basado en los estudios realizados cartográficos por el IAVH a escala 1:25.000. En este sentido, el MADS es el encargado de elaborar los términos de referencia para la elaboración de los Planes de Manejo Ambiental (PMA), la cual se reglamentó mediante Resolución 0886 del 18 de mayo de 2018. Estos deben incluir dentro de su zonificación la prohibición de actividades de exploración y explotación minera

e hidrocarburos, así como las actividades de expansión urbana y suburbana y demás que resulten incompatibles con el objeto de conservación.

La Ley 1930 de 2018 también determinó establecer estrategias de gestión de los páramos con enfoque poblacional, teniendo en cuenta el habitante del páramo que involucre la asociatividad de las comunidades, proyectos, programas de educación, programas de formación ambiental y derechos de minorías étnicas, al mismo tiempo se deben integrar actores públicos y privados para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias de alto impacto y pequeños mineros tradicionales que hayan estado llevando a cabo actividades antes del 16 de junio de 2011. Por otro lado, definió la forma de destinación de recursos recaudados a partir del impuesto nacional al carbono, como un mecanismo para financiar los retos de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

2.1.3 A Nivel Regional

El documento Cambio Climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos realizado por Rodríguez y Pabón 2010) reporto los cambios del uso del suelo en el periodo 1975- 2005, analizados a partir de matrices de cambio de uso en el periodo 1975- 2005 en diferentes regiones del país, se demostró la afectación climatológica a nivel de la escala regional y local. Los resultados del estudio mostraron que la dinámica de cambio de cobertura y de uso del suelo generó un cambio en el clima local, el cual se diferencia tanto espacial como temporalmente, detectando cambios en el nivel de series de anomalías y precipitación y en la longitud de regímenes; a nivel local según la información generada en las estaciones locales se evidencio mayor variabilidad climática frente a la variabilidad climática natural (Rodríguez-Eraso N., Pabón-Caicedo J.D., 2010).

El estudio de Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático del bioma amazónico realizado por Prüssmann Johanna, Suarez Cesar, Guevara Oscar(2016) en el marco del proyecto Visión Amazónica: áreas protegidas, soluciones naturales al cambio climático, es una análisis a escala regional sobre la vulnerabilidad y riesgo climático en la región y sus áreas

protegidas, indicó que la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos que oferta este territorio presentó una alta probabilidad de ser alterados debido a factores relacionados con el cambio climático y el cambio del uso del suelo. Uno de los hallazgos importantes del estudio, fue que se reconoció el papel que juegan las áreas protegidas, al ser zonas de amortiguación del impacto climático sobre la biodiversidad, ayuda a reducir los riesgos relacionados, por lo que se concluyó que, son áreas geográficas importantes en la adaptación y mitigación al cambio climático y la conservación de su integridad es fundamental para reducir la vulnerabilidad del ecosistema asociado.

2.2 ANTECEDENTES NORMATIVOS

A continuación, se exponen la normatividad vigente para Colombia respecto a los ecosistemas de Páramos:

- Resolución 0839 de 2003 - los términos de referencia para la elaboración del Estudio sobre el Estado Actual de Páramos y del Plan de Manejo Ambiental de los Páramos.
- Ley 1844 de 2017 – Acuerdo de Paris
- Ley 1523 DE 2012 - Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
- Ley 165 DE 1994 - Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- Ley 99 DE 1993 - Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones
- Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. - Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

- Decreto 2372 – 2010 – Por el cual se reglamenta el Decreto 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993; la Ley 165 de 1994 y el decreto Ley 216 de 2003, en relación con el sistema Nacional de áreas protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1200 de 2004. Por el cual se determinan los instrumentos de planificación ambiental y se adoptan otras disposiciones.
- Decreto 0870 de 2017. Por el cual se establece el pago por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación.
- Decreto 298 de 2016. – Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema nacional de cambio climático y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 769 de 2002. Por el cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos.
- Resolución 0498 de 2016. Por medio de la cual se delimita el Páramo Los picachos y se adoptan otras determinaciones.
- Ley 1930 de 2018. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
- Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
- Resolución 0394 de 2017. Por la cual se adopta el Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos.
- Política Nacional de Cambio Climático 2017.
- Política Nacional para la Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE)
- Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático – CONPES 3242 DE 2003.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Los páramos son ecosistemas estratégicos y únicos de alta montaña ubicados por encima de los bosques andinos ecuatoriales de Venezuela, Colombia y Ecuador, con extensiones en centro américa, en especial en Costa Rica y Panamá y algunas derivaciones en el norte del Perú llamadas regiones paramunas, de la totalidad del ecosistema, generalmente los páramos se encuentran entre los 2.800 y los 4.200 msnm en paisaje de alta montaña (Humboldt, 2011), se caracterizan por presentar lluvias la mayor parte del años con temperaturas entre los 10°C entre el día y la noche, presentan precipitaciones entre 1000 a 4000 mm/ año, sin embargo en algunos las precipitaciones varían por lo cual los páramos se clasifican en secos, húmedos, semi húmedos; muy húmedos; súper húmedos y súper húmedos pluviales.

En Colombia los páramos están distribuidos en la cordillera occidental, central y oriental, además de la Sierra Nevada de Santa Marta, siendo el 50% de los páramos andinos (Cortés Duque & Sarmiento, 2013), y el 2,5% del territorio continental nacional (Bernal et al. 2015b) (Marín & Parra, 2017), correspondiente a 37 complejos de páramos con aproximadamente 2.906.137 ha, de los cuales 23 cuentan con Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales (ETESA); estos se han tomado como referencia para la expedición del acto administrativo de delimitación (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA., 2018).

Los ecosistemas de páramos poseen características fisicobióticas importantes para la provisión de servicios ecosistémicos necesarios para la vida de las poblaciones, como la provisión de agua en cantidad y calidad, y el almacenamiento de carbono atmosférico, que regulan el calentamiento global. Este ecosistema debe su capacidad de regulación al ciclo hidrológico al suelo; este dado su origen volcánico, posee un alto contenido de materia orgánica difícil de descomponer ante las bajas temperaturas, sumado a los altos contenidos de aluminio de la ceniza volcánica, que al combinarse forman vesículas resistentes a la descomposición por edafofauna; las características referidas hacen que el suelo retenga

agua por tiempos prolongados, liberándola de manera lenta y constante (Hofstede, R., P. Segarra y p. Mena V., 2003).

A pesar de su importancia en términos ecosistémicos, los páramos afrontan dos grandes amenazas, el calentamiento global, y expansión de la frontera agrícola con fenómenos asociados de deforestación, minería y caza, con grandes afectaciones en la variación del régimen hidrológico, cambios en las coberturas y propiedades del suelo (Hofstede, R., P. Segarra y p. Mena V., 2003).

Para el caso particular de Colombia, el IDEAM cataloga los páramos como uno de los ecosistemas en alta y muy alta vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, por tanto representa una prioridad adaptar medidas necesarias para la protección y restauración para enfrentar los impactos actuales y potenciales generados en los bienes y servicios ambientales (IDEAM, 2011) al respecto, resulta preocupante que entre el 15% y el 17% de los páramos han sido transformados, dado además de las actividades referidas, por cuenta de diversos asentamientos humanos (dispersos y nucleados), vías y embalses (Sarmiento, C., y León, O. (eds.), 2015).

Bajo este panorama, el IPPC ha realizado un llamado de urgencia ante los efectos del cambio climático y ha hecho énfasis en la atención de las causas y las alternativas de solución, sin embargo, para llegar a la atención de las causas es necesario comprender que tan vulnerable es el sistema, entendiendo las características biofísicas y antrópicas que influyen en el ecosistema, los cuales, ante la exposición de una perturbación, podrán orientar la toma de decisiones y alternativas de solución.

Pregunta de investigación

¿Cómo los cambios de precipitación y temperatura inciden en la vulnerabilidad del páramo Los Picachos y cuáles son las principales afectaciones en la funcionalidad del ecosistema?

4 JUSTIFICACIÓN

El cambio climático es un fenómeno que empieza a ser considerado de manera explícita en las agendas gubernamentales, hace poco tiempo ante la evidencia del incremento de la temperatura y condiciones climáticas extremas generadoras de eventos como inundaciones, sequías, olas de calor, entre otros (Stott et al. & Jones et al., 2004), que a mediano y largo plazo afectan los ecosistemas disminuyendo su capacidad de proveer los servicios ecosistémicos.

Bajo este escenario los ecosistemas de páramo resultan altamente afectados; debido a que el cambio de los patrones meteorológicos impacta en la integralidad del ecosistema perturbando los niveles tróficos, la funcionalidad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos, como consecuencia del cambio climático, afectando el abastecimiento de agua para las actividades domésticas, agrícolas e industriales, la biodiversidad dado el desplazamiento de las especies ante la desaparición de pisos térmicos más altos que garantice la permanencia, causando la disminución de los individuos e incluso la extinción de los mismos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo busca estimar la vulnerabilidad del Complejo de páramo de Los Picachos, identificar las áreas con mayor vulnerabilidad y entender la capacidad del ecosistema, con lo que se generara un insumo en el que se presentara información técnica y priorización de acciones, bajo los escenarios de cambio climático propuestos por la Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, atendiendo de esta manera la Ley 1930 de 2018, en su parágrafo 6 del artículo 6, en el que establece la responsabilidad de la academia en realizar las investigaciones y generar el conocimiento necesario para realizar la evaluación, supervisión, y monitoreo del estado y tendencias de las zonas de páramo.

5 REFERENTE TEÓRICO

Bajo el enfoque de incidencia del clima en un ecosistema estratégico y los efectos en la provisión de servicios ecosistémicos, se describen temáticas y conceptos en los cuales se enmarca la investigación del Complejo Páramo de Los Picachos y la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

- Clima – Cambio climático

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático – IPCC suele definir el clima de manera restringida, como, el estado promedio del tiempo, y rigurosamente, en una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millones de años, de manera más amplia, el clima es el estado del sistema climático en términos clásicos como estadísticos (IPCC, 2013).

El clima regula las condiciones meteorológicas y fenómenos atmosféricos extremos, bajo esto se utiliza el concepto de patrón climatológico, el cual presenta las condiciones predominantes durante un periodo largo, generalmente 30 años, con las cuales se caracteriza el clima. Esta caracterización se realiza a partir de los promedios de las mediciones de las variables climatológicas (temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, precipitación, entre otras) y de la frecuencia de los fenómenos extremos (IDEAM-UNAL, 2018). A los valores predominantes del periodo se le denominan normal climatológica, bajo la cual se establece el patrón climatológico, así mismo, la situación que se presente diferente a este patrón es denominada anomalía climática (IDEAM-UNAL, 2018).

El clima también se puede definir como el resultado de factores y condiciones ambientales que operan a diferentes escalas global, regional y local, en donde a escala global esta generado por la distribución heterogénea de la energía solar que ingresa a la Tierra y produce una circulación atmosférica oceánica, la que a su vez , redistribuye esta energía (calor) y la humedad del aire, la nubosidad y la cantidad de lluvias, la escala regional está dada por las condiciones atmosféricas predominantes de una región, como consecuencia de la modulación de las condiciones globales por los factores físico-geográficos que la caracterizan, por último la escala local, hace referencia a las condiciones atmosféricas predominantes en un lugar en el cual las características de la cobertura del suelo juegan un papel importante la modificación de las condiciones, generadas a escala regional y global (Rodríguez, Pabón, Bernal, & Martínez, 2010).

Las alteraciones en largos periodos de tiempo a las que se llama cambio climático, definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Así mismo, diferencia entre cambio climático y variabilidad climática atribuyendo al primero a las actividades humanas y la segunda a causas naturales (IPPC, 2013).

El clima ha estado presentando cambio a un ritmo más acelerado del esperado, ello ligado a las actividades de producción, extracción, asentamiento y consumo, siendo esta la principal causa del aceleramiento del cambio, derivándose el derretimiento de masas glaciales y nevados, cambios en los ciclos de floración y fructificación de las plantas de cultivo, aumento en los niveles del mar, mayor ocurrencia y fuerza en lluvias, sequias, huracanes, heladas y granizadas (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2016); la aceleración del clima ha influido en los, en la distribución espacial y el funcionamiento de los mismos, como por ejemplo las condiciones cálidas y lluviosas propician la presencia del bosque tropical en el que hay presencia de hongos, plantas y animales que solo habitan en dicho ecosistema (IDEAM-UNAL, 2018).

- Ecosistema estratégico – Páramo

Los ecosistemas estratégicos son aquellos que se caracterizan por mantener los procesos y el equilibrio ecológico como la conservación de la biodiversidad, regulación del clima, regulación hídrica, depuración de aire agua y suelo, entre otras (MADS, s.f.). En general el término ecosistema hace referencia a una unidad ambiental funcional de la naturaleza, y es sobre estos que se puede evaluar criterios como la diversidad biológica y sus funciones ecológicas, la riqueza de especies, la distintivita biológica, el estado de conservación, biomasa, contaminación, endemismos, riesgos, producción de agua, aire entre otros, con lo cual se puede dar el carácter estratégico o prioritario (Márquez, 1997). Las unidades prioritarias definidas como ecosistemas estratégicos, es aquello de lo cual depende la viabilidad de un proceso, entendiendo esto como la provisión de bienes y servicios ecosistémicos necesarios para el sustento de las actividades y la vida en sí de todos los seres (Gore, 1992 citado en Márquez, 1997).

Dentro de los ecosistemas estratégicos se encuentra el de páramo, que según la Resolución 769 de 2002, se define como un ecosistema de alta montaña, ubicado entre el límite superior del bosque andino y, si se da el caso, con el límite inferior de los glaciares o nieves perpetuas, en el cual domina una vegetación herbácea y de pajonales, frecuentemente frailejones y pueden haber formaciones de bosques bajos y arbustivos y presentar humedales como los ríos, quebradas, arroyos, turberas, pantanos, lagos y lagunas. Los límites altitudinales en que se ubican estos ecosistemas varían entre las cordilleras, debido a factores orográficos y climáticos locales. La intervención antrópica también ha sido un factor de alteración en la distribución altitudinal del páramo, por lo cual se incluyen en esta definición los páramos alterados por el hombre (Resolución 769, 2002).

Los páramos son proveedores de agua gracias a la elevada capacidad de retención de agua de los suelos, son zonas de gran diversidad biológica con especies endémicas las cuales están adaptadas a esas condiciones climáticas específicas (Vuille, 2013). Los ecosistemas de páramos poseen características fisicobióticas importantes para la provisión de servicios

ecosistémicos necesarios para la vida de las poblaciones, como el suministro de agua en cantidad y calidad, y el almacenamiento de carbono atmosférico, que regulan el calentamiento global. Este ecosistema debe su capacidad de regulación al ciclo hidrológico al suelo; este dado su origen volcánico, posee un alto contenido de materia orgánica difícil de descomponer ante las bajas temperaturas, sumado a los altos contenidos de aluminio de la ceniza volcánica, que al combinarse forman vesículas resistentes a la descomposición por edafofauna; las características referidas hacen que el suelo retenga agua por tiempos prolongados, liberándola de manera lenta y constante (Hofstede, R., P. Segarra y p. Mena V., 2003).

Actualmente los páramos presentan una amenaza latente frente al cambio climático, debido a que el aumento de la temperatura las especies migran a zonas más altas y frías en busca de las condiciones propicias para su supervivencia, además de ello se puede presentar pérdida de biodiversidad, por el desplazamiento o desaparición de las especies, y mayor aislamiento espacial (Vuille, 2013), este último debido a la disminución de la extensión que conlleva a la desaparición del hábitat. Además de lo anterior, el aumento de la temperatura genera una mayor evotranspiración que tendrá efecto en una menor producción de agua, así mismo el cambio en la cantidad de precipitación aumentará la sequía del suelo y podría aumentar la variabilidad del caudal (Vuille, 2013).

- Vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad puede variar de acuerdo a la disciplina bajo el cual se aborde, debido a que desde el enfoque que se dé cambia la forma de ver el problema, la objetividad y las relaciones de causalidad entre el investigador y el objeto (Lampis, 2013). En ese sentido el IPCC definió la vulnerabilidad como la medida en que un sistema natural o social es susceptible a sufrir daños por el cambio climático, es decir el grado en que los sistemas geofísicos, biológicos y socioeconómicos son susceptibles y no son resistentes a los

impactos del cambio climático ; bajo este concepto se puede decir que un sistema vulnerable es bastante sensible a los cambios del clima, donde la sensibilidad envuelve los efectos positivos y negativos (IPCC, 2001; IPCC, 2007).

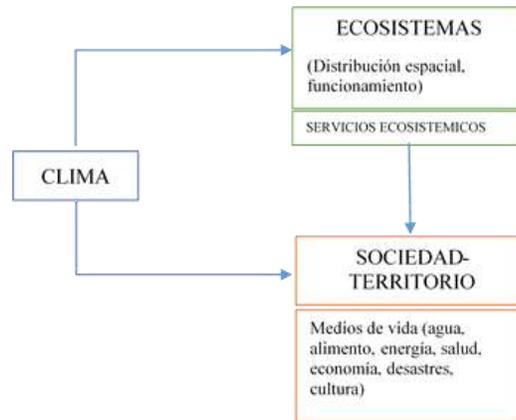
Por lo que se podría deducir, que el cambio climático impacta en el desarrollo de las sociedades, comunidades o ecosistemas debido a la exposición de los mismos a los cambios, es en este sentido que la vulnerabilidad pasa a ser una función de la tasa de cambio climático en relación con la capacidad de recuperación de ecosistemas y especies (IPCC, 2014), por lo cual la vulnerabilidad merece una especial atención, puesto que a través de la cuantificación de esta se puede medir la magnitud de amenaza y riesgo, de tal manera que permita priorizar las acciones de mitigación y adaptación (UNFCCC, INECC, GEF, PUND, & Magaña, 2013) y que a su vez permitan la planificación del territorio.

- Planificación – Desarrollo

Las variables climáticas determinan y regulan procesos propios de los territorios incidiendo en los diversos procesos de este y de las sociedades que allí habitan. Es por ello que las zonas climáticas intervienen en la distribución espacial y el comportamiento estacional de la vegetación y la fauna, estableciendo una influencia en los biomas, la distribución y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se presenten servicios ecosistémicos disponibles para la sociedad (IDEAM – UNAL, 2018).

Además de los servicios ecosistémicos para la sociedad, el clima también influye en el desarrollo de actividades productivas, en la salud humana, animal y vegetal, regulación de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y aspectos culturales propios de las comunidades que habitan en los territorios.

Ilustración 1. Relación cobertura y uso del suelo – Clima



Fuente: Esquema sobre la influencia del clima en la sociedad y en aspectos del territorio (Elaboración J.D. Pabón) citado en (IDEAM – UNAL, 2018).

En la Ilustración 1 se muestra la relación clima, ecosistema y sociedad, en el momento que se alteran las variables climáticas se pueden presentar variaciones o cambios generados por los fenómenos extremos de variabilidad climática y por el cambio climático (IDEAM – UNAL, 2018).

Teniendo en cuenta las variaciones que se puedan presentar es necesario establecer objetivos, desarrollar estrategias, trazar los planes de implementación y asignar recursos para alcanzar esos objetivos, y esto es a través de la planificación del territorio que se logra, en donde se favorece la integración de procesos de manejo y gestión de los recursos naturales propios del área de páramo en este caso, y que anticipe a los cambios que se puedan presentar, y se planifique el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos que surten a las diferentes comunidades.

La planificación debe partir de un proceso de desarrollo sostenible, en donde a través de la gestión de políticas públicas y la articulación entre estado y sociedad, se busque la resolución de conflictos en especial para el presente estudio en lo relacionado al acceso de los recursos naturales, a su vez permite organizar el territorio coordinando las relaciones

económicas, sociales y ambientales que en el que se realizan. Sin embargo para ello es necesario tener una lectura del territorio a partir de un diagnóstico preciso, que contribuyan a un sistema de planeación eficaz (Chiarelli, 2010).

- Desarrollo Sostenible

La Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Comisión Bruntland (WCED, 1987), en su informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado "Nuestro Futuro Común", es un referente de la definición del Desarrollo sostenible (Maurice Strong, 1998):

Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias. Este se trata de un cambio de perspectiva de desarrollo visionario por el cual se han preocupado gobiernos de los últimos 20 años, empresas con responsabilidad social ambiental y en general la sociedad civil y que ha sido adoptado por personas de todo el mundo.

Surge como un cambio propuesto para suplantar el viejo modelo desarrollista basado en parámetros meramente económicos que no considera la sostenibilidad de los procesos económicos, ambientales y sociales y que, por tanto, ha conducido a un crecimiento asimétrico injusto y destructor de la base natural indispensable para el bienestar humano a largo plazo (Aguayo, Peralta, Lama, & Soltero, 2013).

Es en ese sentido, el medio ambiente debe ser un elemento intrínseco para el desarrollo sostenible, convirtiéndose esto en un desafío, puesto que, se requiere de un gran esfuerzo al integrar las principales disciplinas que configuran la dimensión ambiental, estas disciplinas se encuentran distribuidas en dos sistemas, el primero el sistema natural y el segundo el social, en donde se encuentran los subsistemas técnico-económico y el sociocultural;

Para afrontar estos desafíos los 193 Estados, miembros de las Naciones Unidas junto con actores de la sociedad civil, académicos y el sector privado, realizaron un proceso participativo de negociación y democrático cuyo resultado fue la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, esta establece una visión de este e integra la dimensión económica, social y ambiental, así mismo, establece objetivos y metas.

Es por ello que, a través de la gestión de políticas públicas y la articulación entre estado y sociedad, se busque la resolución de conflictos, el cumplimiento de los objetivos y metas plantados en la Agenda 2030. En el marco del presente estudio en lo relacionado se aborda el siguiente objetivo (Chiarelli, 2010):

Objetivo N°13 Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático, esto a través de una lectura del territorio a partir de un diagnóstico preciso, que contribuyan a un sistema de planeación eficaz, lo que permitirá organizar el territorio a través de las relaciones económicas, sociales y ambientales que en él se realizan.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la vulnerabilidad del Complejo de Páramo de Los Picachos ante los escenarios de cambio climático establecidos para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 según la Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar las tendencias por efecto del Cambio Climático para el Complejo de Páramo de Los Picachos de acuerdo con los escenarios establecidos para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071 -2100 según la Tercera Comunicación Nacional.
- Determinar la sensibilidad del Complejo de Páramo de Los Picachos y las posibles afectaciones en los servicios ecosistémicos de acuerdo con la dinámica de cambio del ecosistema.
- Determinar la capacidad institucional para disminuir la vulnerabilidad del Complejo de Páramo Los Picachos

7 CONTEXTO TERRITORIAL

El complejo de Páramos los Picachos delimitado mediante la Resolución 498 de 2016, cuenta con una extensión de 23.872 ha aproximadamente, presenta siete (7) polígonos delimitados oficialmente, denominadas: “Bella Vista”, “Cordillera los Picachos”, “Pico Solera”, “Cerro El Diablo” y “Cerro el Triunfo”, cada una de estas unidades presenta una distribución de áreas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución del Páramo Los Picachos por unidades

| Polígono | Accidente geográfico | Área (ha) | % Área |
|-----------------|-----------------------------|------------------|---------------|
| 1 | Bella Vista | 1447,27 | 6,06 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | 9512,51 | 39,85 |
| 3 | Pico Solera | 2274,22 | 9,53 |
| 4 | Cerro El Diablo | 3981,51 | 16,68 |
| 5 | Cerro El Diablo | 1122,14 | 4,70 |
| 6 | Cerro El Triunfo | 46,14 | |
| 7 | Cerro El Triunfo | 5489,09 | 22,99 |
| Total | | 23.872,88 | 100,00 |

Fuente: Shape Resolución MADS 0498 de 2016

El Complejo de Páramo se ubica sobre la cordillera Oriental en jurisdicción de tres departamentos, que son, Meta, Huila y Caquetá, (

), de los cuales, en el departamento del Caquetá cuenta con aproximadamente el 52,30% en los municipios de Puerto Rico y San Vicente del Caguán, en el departamento del Meta con un 25,15% en el municipio de Uribe y finalmente el Huila con el 22,55% en los municipios Campoalegre, Rivera, Algeciras, Neiva, Baraya, Tello y Colombia (Tabla 2

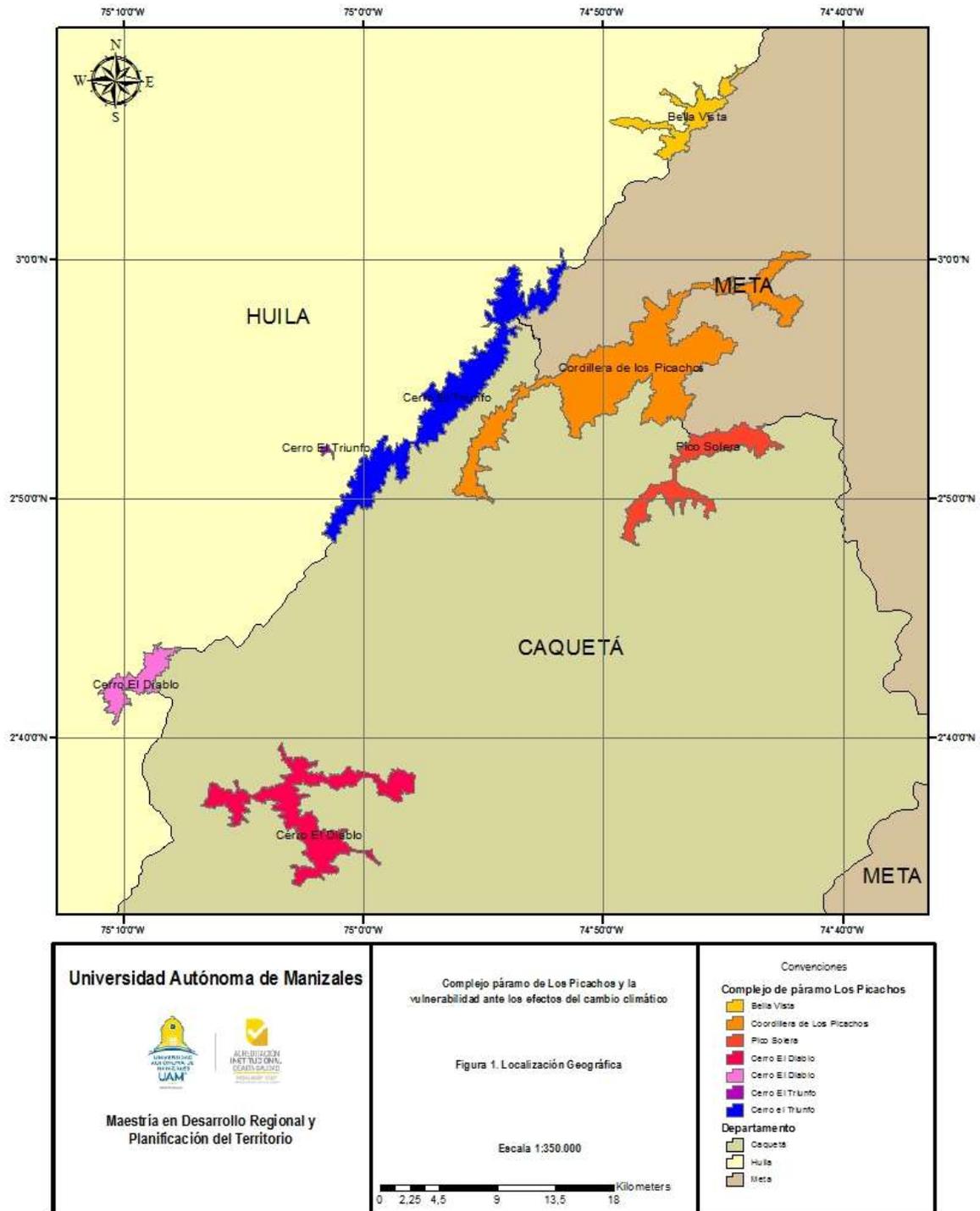
| Polígono | Accidente geográfico | Municipio | Departamento | Área (ha) | % Área |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| 4 | Cerro El Diablo | Puerto Rico | Caquetá | 1606,30 | 6,73 |
| 4 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2375,21 | 9,95 |
| 5 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 316,25 | 1,32 |
| 3 | Pico Solera | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 1996,88 | 8,36 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 4053,39 | 16,98 |
| 7 | Cerro El Triunfo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2137,33 | 8,95 |
| Total área Caquetá | | | | 12485,35 | 52,30 |
| 5 | Cerro El Diablo | Campoalegre | Huila | 151,78 | 0,64 |
| 5 | Cerro El Diablo | Rivera | Huila | 355,38 | 1,49 |
| 5 | Cerro El Diablo | Algeciras | Huila | 298,73 | 1,25 |
| 6 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 46,14 | 0,19 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Baraya | Huila | 1001,76 | 4,20 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Tello | Huila | 947,16 | 3,97 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 1135,24 | 4,76 |
| 1 | Bella Vista | Baraya | Huila | 562,60 | 2,36 |
| 1 | Bella Vista | Colombia | Huila | 493,66 | 2,07 |
| Total área Huila | | | | 4992,45 | 20,91 |
| 3 | Pico Solera | Uribe | Meta | 277,34 | 1,16 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | Uribe | Meta | 5459,13 | 22,87 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Uribe | Meta | 267,61 | 1,12 |
| 1 | Bella Vista | Uribe | Meta | 391,01 | 1,64 |
| Total área Meta | | | | 6395,08 | 26,79 |
| Total área páramo | | | | 23872,88 | 100,00 |

), teniendo en cuenta la distribución por departamento las autoridades ambientales regionales encargadas del complejo corresponde a CORPOAMAZONIA (Caquetá), CORMACARENA (Meta) y CAM (Huila).

Tabla 2. Distribución de área del complejo de páramo por departamento

| Polígono | Accidente geográfico | Municipio | Departamento | Área (ha) | % Área |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| 4 | Cerro El Diablo | Puerto Rico | Caquetá | 1606,30 | 6,73 |
| 4 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2375,21 | 9,95 |
| 5 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 316,25 | 1,32 |
| 3 | Pico Solera | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 1996,88 | 8,36 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 4053,39 | 16,98 |
| 7 | Cerro El Triunfo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2137,33 | 8,95 |
| Total área Caquetá | | | | 12485,35 | 52,30 |
| 5 | Cerro El Diablo | Campoalegre | Huila | 151,78 | 0,64 |
| 5 | Cerro El Diablo | Rivera | Huila | 355,38 | 1,49 |
| 5 | Cerro El Diablo | Algeciras | Huila | 298,73 | 1,25 |
| 6 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 46,14 | 0,19 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Baraya | Huila | 1001,76 | 4,20 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Tello | Huila | 947,16 | 3,97 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 1135,24 | 4,76 |
| 1 | Bella Vista | Baraya | Huila | 562,60 | 2,36 |
| 1 | Bella Vista | Colombia | Huila | 493,66 | 2,07 |
| Total área Huila | | | | 4992,45 | 20,91 |
| 3 | Pico Solera | Uribe | Meta | 277,34 | 1,16 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | Uribe | Meta | 5459,13 | 22,87 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Uribe | Meta | 267,61 | 1,12 |
| 1 | Bella Vista | Uribe | Meta | 391,01 | 1,64 |
| Total área Meta | | | | 6395,08 | 26,79 |
| Total área páramo | | | | 23872,88 | 100,00 |

Mapa 1. Localización geográfica



Fuente: Shape Resolución MADS 0498 de 2016

Tabla 3. Distribución de área del complejo de páramo por departamento

| Polígono | Accidente geográfico | Municipio | Departamento | Área (ha) | % Área |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| 4 | Cerro El Diablo | Puerto Rico | Caquetá | 1606,30 | 6,73 |
| 4 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2375,21 | 9,95 |
| 5 | Cerro El Diablo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 316,25 | 1,32 |
| 3 | Pico Solera | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 1996,88 | 8,36 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 4053,39 | 16,98 |
| 7 | Cerro El Triunfo | San Vicente Del Caguán | Caquetá | 2137,33 | 8,95 |
| Total área Caquetá | | | | 12485,35 | 52,30 |
| 5 | Cerro El Diablo | Campoalegre | Huila | 151,78 | 0,64 |
| 5 | Cerro El Diablo | Rivera | Huila | 355,38 | 1,49 |
| 5 | Cerro El Diablo | Algeciras | Huila | 298,73 | 1,25 |
| 6 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 46,14 | 0,19 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Baraya | Huila | 1001,76 | 4,20 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Tello | Huila | 947,16 | 3,97 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Neiva | Huila | 1135,24 | 4,76 |
| 1 | Bella Vista | Baraya | Huila | 562,60 | 2,36 |
| 1 | Bella Vista | Colombia | Huila | 493,66 | 2,07 |
| Total área Huila | | | | 4992,45 | 20,91 |
| 3 | Pico Solera | Uribe | Meta | 277,34 | 1,16 |
| 2 | Cordillera de los Picachos | Uribe | Meta | 5459,13 | 22,87 |
| 7 | Cerro El Triunfo | Uribe | Meta | 267,61 | 1,12 |
| 1 | Bella Vista | Uribe | Meta | 391,01 | 1,64 |
| Total área Meta | | | | 6395,08 | 26,79 |
| Total área páramo | | | | 23872,88 | 100,00 |

Fuente: Shape Resolución MADS 0498 de 2016

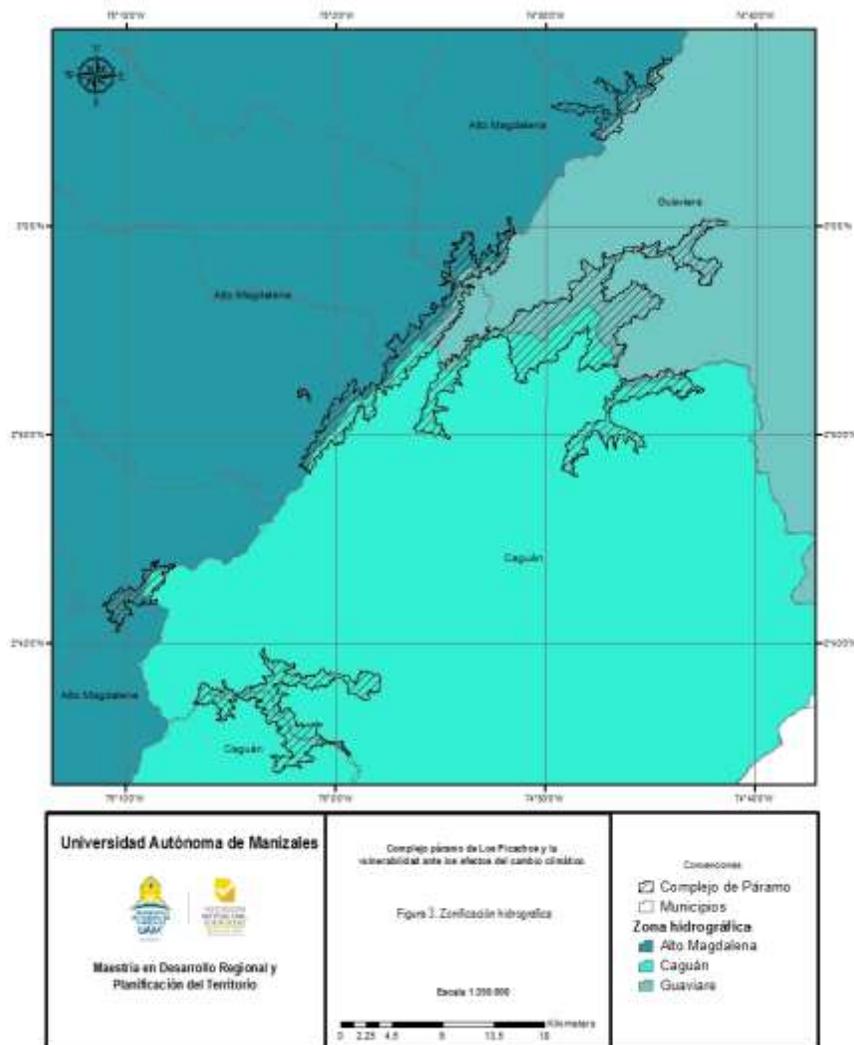
De acuerdo con la zonificación hidrográfica del IDEAM (2013), el Complejo de Páramo de Los Picachos se encuentra ubicado en las áreas hidrográficas del Alto Magdalena, Orinoco y Amazonas, y en las zonas hidrográficas Alto Magdalena, Guaviare y Caquetá como es muestra en la Tabla 4 y en el Mapa 2.

Tabla 4. Zonificación hidrográfica del Complejo de páramo de los Picachos.

| Área hidrográfica | Zona hidrográfica | Subzona hidrográfica | Área (ha) | % Área |
|-------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|---------------|
| Amazonas | Caguán | Río Guayas | 1627,41 | 6,82 |
| Amazonas | Caguán | Río Caguán Alto | 10048,44 | 42,09 |
| Magdalena Cauca | Alto Magdalena | Río Neiva | 458,63 | 1,92 |
| Magdalena Cauca | Alto Magdalena | Río Fortalecillas y otros | 2516,53 | 10,54 |
| Magdalena Cauca | Alto Magdalena | Río Cabrera | 1996,23 | 8,36 |
| Orinoco | Guaviare | Río Guayabero | 7225,63 | 30,27 |
| Total área | | | 23872,88 | 100,00 |

Fuente: IDEAM, 2013

Mapa 2. Zonificación hidrográfica del Complejo de páramo de los Picachos



Fuente: IDEAM, 2013

8 METODOLOGÍA

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo mixto, donde se involucrarán procesos de recolección, análisis y relación de datos cualitativos y cuantitativos que permite que a partir de un proceso ordenado y sistemático e intencionado, obtener una representación completa del fenómeno de estudio representado “la vulnerabilidad del Complejo páramo de Los Picachos ante los efectos del cambio climático” (Sampieri, Roberto hernandez, Carlos Fernandez Callado, 2010).

Al respecto, (Johnson & Onwuegbuzie, 2004) definieron los diseños mixtos como “el tipo de estudio donde el investigador mezcla o combina técnicas de investigación, métodos, enfoques, conceptos o lenguaje cuantitativo o cualitativo en un único estudio”, por otro lado escriben que los diseños mixtos son un intento de justificar el uso de diferentes enfoques para responder las preguntas de la investigación, en vez de limitar las decisiones del investigador.

Desde el punto de vista cuantitativo se considera siete procesos, que son, deducción, confirmación, teoría, explicación, predicción, recopilación de datos estandarizados y el análisis estadístico, y en cuanto al cualitativa los deductivos, que a su vez se basan en el descubrimiento, la exploración, generación de supuestos, todo esto para definir las técnicas y los instrumentos (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

8.2 ÁREA DE TRABAJO

El Complejo de Páramo de Los Picachos, el cual está delimitado cartográficamente bajo la Resolución 498 de 2016.

8.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrolla en tres dimensiones, descriptivo, exploratorio y correlacional. En la etapa descriptiva se espera conocer el contexto del páramo a partir de la información climática histórica; se considera exploratorio al ser este estudio el primero en este tema a nivel del páramo y correlacional al considerar el análisis de las variables que afectan la vulnerabilidad del ecosistema, proceso que permitirá predecir el comportamiento de las variables y determinar la vulnerabilidad del Complejo de Páramo de Los Picachos ante los escenarios de cambio climático establecidos por la Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas.

8.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

Tomando como base la definición establecida por la IPCC (AÑO) la vulnerabilidad es la propensión o predisposición para ser afectado y comprende diferentes conceptos que van desde la sensibilidad o susceptibilidad al daño y hasta la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

En el Páramo Los Picachos se han definido dos unidades de análisis, la primera la sensibilidad del ecosistema a través de la identificación y su grado de afectación frente a perturbaciones de origen biofísico o antrópico, y en segundo lugar su capacidad de adaptación expresada en acciones que conducen a la adaptación que sirven para mejorar la capacidad de afrontamiento y de esta manera determinar la vulnerabilidad en el Complejo de Páramo de Los Picachos.

8.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

8.5.1 Cartografía Básica Utilizada

A continuación, se relaciona la información cartográfica que se usó para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 5. Fuentes de información cartográfica

| FUENTE | INFORMACION | TIPO DE ARCHIVO |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| MADS | Resolución No. 0498 de 2016 bajo la cual de delimita el páramo Los Picachos | Shape file |
| | POMCA's | Shape file |
| IGAC | Cartografía Base Escala 1:25.000 | Shapefile |
| | Mapas de Clasificación de las Tierras por su Vocación de Uso a escala 1:100.000 | Shapefile |
| | Mapa de Clasificación de las Tierras por su Oferta Ambiental a escala 1:100.000 | Shapefile |
| | Mapa de Conflictos de Uso del Territorio Colombiano a escala 1:100.000 | Shapefile |
| | Mapas de Capacidad de Uso de las Tierras del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Caquetá | Shapefile |
| | Mapas de Capacidad de Uso de las Tierras del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Huila | Shapefile |
| | Mapas de Capacidad de Uso de las Tierras del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Meta | Shapefile |
| | Base de datos Geográfica Catastral | File Geodatabase |
| UPRA (SIPRA) | Frontera Agrícola en Colombia, Escala 1:100.000 | Shapefile |
| | Áreas que probablemente presentan agricultura familiar | Shapefile |
| IDEAM | Mapa de ecosistemas continentales, marinos y costeros de Colombia 2017. Versión 2.1 | Shapefile |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

8.5.2 Estimación De Tendencias Por Efecto Del Cambio Climático Complejo De Páramo De Los Picachos De Acuerdo Con Los Escenarios

A continuación, se describe la metodología a para la estimación de Modelos climáticos:

Datos e información

Los datos de precipitación y temperatura se tomaron de la caracterización biofísica, cultural y socioeconómica del Complejo de Páramos los Picachos -entorno regional, elaborado por

IAvH, Cormacarena, Corpoamazonía, CAM y la Fundación Biocolombia, con los cuales se realizó la proyección y posterior descripción climática del área de estudio.

De manera conjunta, se tomaron los Escenarios de Cambio Climático para los períodos 2011 a 2040, 2041 a 2070 y 2071 a 2100 tomada de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017.

Proyecciones de precipitación y temperatura

○ Temperatura

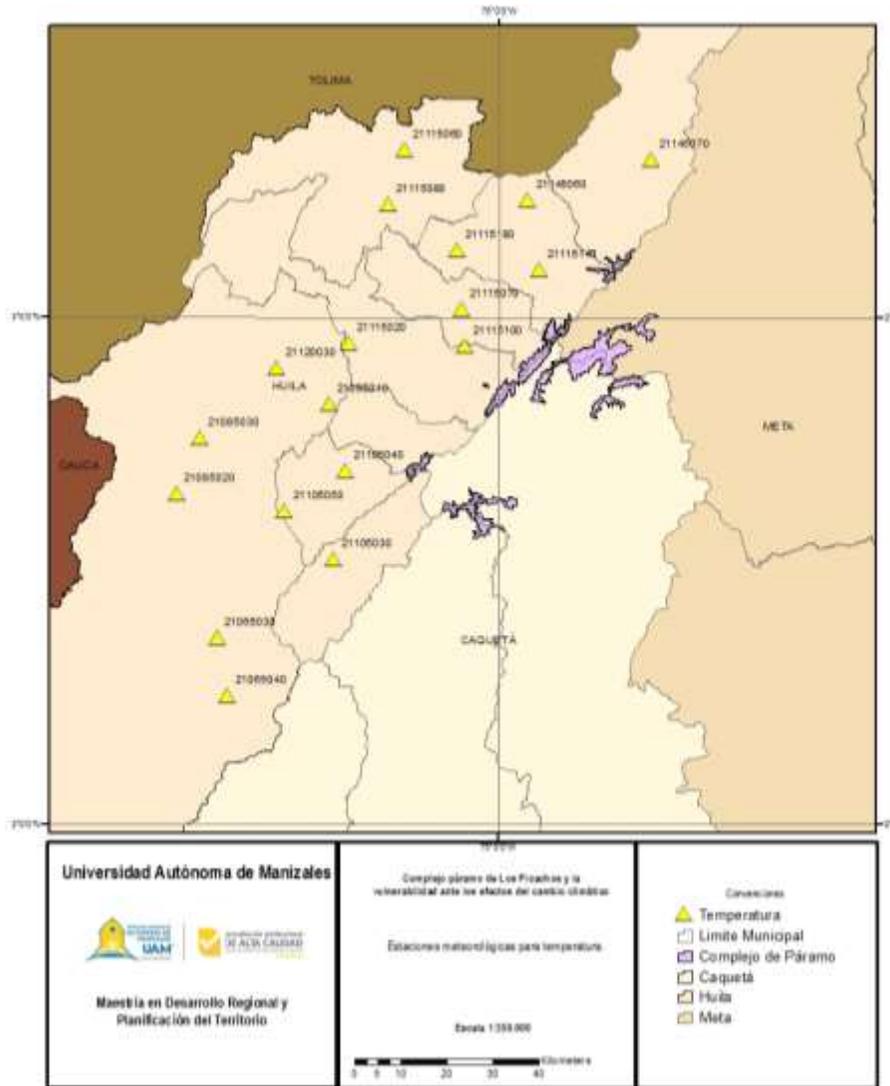
Para la estimación de la tendencia de temperatura se utilizaron los valores promedio anual multianual identificadas en el ET-ESA para cada una de las estaciones meteorológicas cercanas al complejo de páramo, de fuente oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. En la Tabla 6 y Mapa 3 se muestran las estaciones y la ubicación geográfica utilizadas para el análisis climático.

Tabla 6. Estaciones Meteorológicas utilizadas para temperatura

| NO. | NOMBRE | CODIGO |
|-----|--------------------|----------|
| 1 | RESINA | 21035020 |
| 2 | JORGE VILLAMIL | 21065030 |
| 3 | ZULUAGA | 21065040 |
| 4 | IQUIRA | 21085020 |
| 5 | SAN RAFAEL | 21085030 |
| 6 | JUNCAL EL | 21095010 |
| 7 | ALGECIRAS | 21105030 |
| 8 | POTOSI HDA | 21105040 |
| 9 | ROSALES LOS | 21105050 |
| 10 | APTO BENITO SALAS | 21115020 |
| 11 | SAN JOSE | 21115060 |
| 12 | PORTAL EL | 21115070 |
| 13 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 |
| 14 | PALACIO-VEGALARGA | 21115100 |
| 15 | LAURELES LOS | 21115140 |
| 16 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 |
| 17 | PALERMO | 21120030 |
| 18 | STO DOMINGO | 21145060 |
| 19 | LEGIOSA LA | 21145070 |
| 20 | MACAGUAL | 44035030 |
| 21 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 |
| 22 | MAGUARE | 46035010 |
| 23 | PTO RICO | 46035020 |

Fuente: Adaptado de (BIOCOLOMBIA & IAvH, 2015)

Mapa 3. Estaciones climatológicas para temperatura



Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

○ Precipitación

Para la estimación de la tendencia de precipitación se utilizaron los valores de precipitación promedio anual multianual identificadas en el ET-ESA para cada una de las estaciones meteorológicas cercanas al complejo de páramo, información que fue tomada de fuente oficial como lo es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDEAM. En la Tabla 7; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las estaciones y la ubicación geográfica utilizadas para el análisis climático.

Tabla 7. Estaciones Meteorológicas utilizadas para precipitación

| NO. | NOMBRE | CODIGO |
|-----|--------------------|----------|
| 1 | ALTAMIRA EL GRIFO | 21025030 |
| 2 | JAGUA LA | 21030090 |
| 3 | SAN ANTONIO DEL PE | 21030110 |
| 4 | RESINA | 21035020 |
| 5 | AGRADO | 21040010 |
| 6 | ANTENA TV | 21040020 |
| 7 | TRES ESQUINAS | 21040060 |
| 8 | ESCALERETA LA | 21040070 |
| 9 | HATILLO EL | 21050140 |
| 10 | YARUMAL | 21050170 |
| 11 | TESALIA 2 | 21050290 |
| 12 | PITA LA | 21060040 |
| 13 | GIGANTE 2 | 21060070 |
| 14 | GARZON | 21060080 |
| 15 | HOBO EL | 21060090 |
| 16 | CRISTALINA LA HDA | 21060100 |
| 17 | RIOLORO | 21060110 |
| 18 | PRIMAVERA LA | 21060140 |
| 19 | JORGE VILLAMIL | 21065030 |
| 20 | ZULUAGA | 21065040 |
| 21 | IQUIRA | 21080020 |
| 22 | STA ROSA HDA | 21080070 |
| 23 | MINA LA | 21080080 |
| 24 | HERRERAS LAS | 21080100 |
| 25 | SAN JOSE HDA | 21080110 |
| 26 | TOTUMO EL HDA | 21080130 |
| 27 | IQUIRA | 21085020 |
| 28 | SAN RAFAEL | 21085030 |
| 29 | TERPEYA COLOMBIA | 21085040 |
| 30 | CUCHARO EL | 21090020 |
| 31 | STA CECILIA | 21090030 |
| 32 | PAPAGAYO HDA | 21090040 |
| 33 | SANTA BARBARA | 21090110 |
| 34 | CASA BOMBAS 2 | 21090120 |
| 35 | CARDO 2 EL | 21090140 |
| 36 | JUNCAL EL | 21095010 |

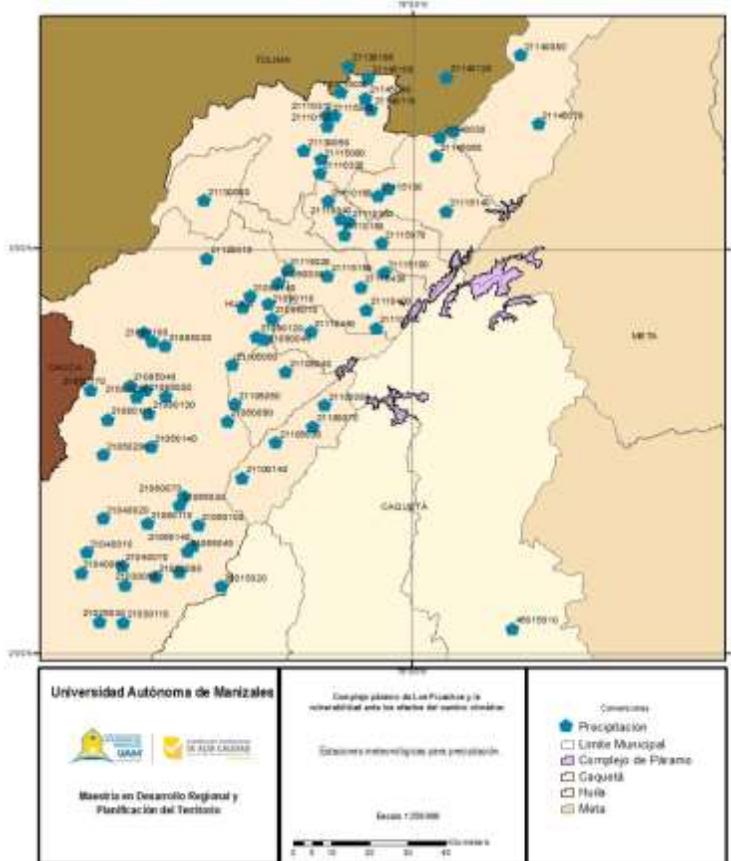
| NO. | NOMBRE | CODIGO |
|-----|--------------------|----------|
| 37 | STA BARBARA FCA | 21100070 |
| 38 | NUEVO PARAISO | 21100080 |
| 39 | ARCADIA LA | 21100140 |
| 40 | ALGECIRAS | 21105030 |
| 41 | POTOSI HDA | 21105040 |
| 42 | ROSALES LOS | 21105050 |
| 43 | HIDROBETANIA | 21105060 |
| 44 | HATO MILAGRO | 21110040 |
| 45 | BARAYA | 21110070 |
| 46 | POTOSI | 21110090 |
| 47 | YEGUERA LA | 21110120 |
| 48 | PUEBLO NUEVO | 21110130 |
| 49 | MESA REDONDA | 21110160 |
| 50 | HATO BOGOTA | 21110180 |
| 51 | SINAI HDA | 21110310 |
| 52 | POLONIA | 21110330 |
| 53 | SUCRE | 21110350 |
| 54 | STA HELENA | 21110400 |
| 55 | GIRONDA LA HDA | 21110430 |
| 56 | GUADUAL EL | 21110440 |
| 57 | APTO BENITO SALAS | 21115020 |
| 58 | SAN JOSE | 21115060 |
| 59 | PORTAL EL | 21115070 |
| 60 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 |
| 61 | PALACIO-VEGALARGA | 21115100 |
| 62 | LAURELES LOS | 21115140 |
| 63 | VILLARANZA | 21115150 |
| 64 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 |
| 65 | PARAGUAY HDA | 21120010 |
| 66 | PEREZ HDA | 21130050 |
| 67 | ORGANOS | 21130080 |
| 68 | ALTAMIRA DC HDA | 21130180 |
| 69 | VENADO EL | 21140010 |
| 70 | ARIZONA | 21140030 |
| 71 | MIRAFLORES | 21140080 |
| 72 | SAN JUANITO | 21140100 |

| NO. | NOMBRE | CODIGO |
|-----|-------------|----------|
| 73 | TOMO EL | 21140110 |
| 74 | CRUCES LAS | 21140120 |
| 75 | SAN ALFONSO | 21145040 |
| 76 | STO DOMINGO | 21145060 |
| 77 | LEGIOSA LA | 21145070 |
| 78 | PALETARA | 26015020 |
| 79 | MARACAIBO | 44030070 |

| NO. | NOMBRE | CODIGO |
|-----|-------------------|----------|
| 80 | APTO G ARTUNDUAGA | 44035020 |
| 81 | MACAGUAL | 44035030 |
| 82 | S.VCTE CAGUAN | 46015010 |
| 83 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 |
| 84 | MAGUARE | 46035010 |
| 85 | PTO RICO | 46035020 |

Fuente: Adaptado de (BIOCOLOMBIA & IAvH, 2015)

Mapa 4. Estaciones meteorológicas para precipitación



Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

Las series hidrológicas y climatológicas del ET-ESA cuentan con el análisis de homogeneidad estadística, en el que se utilizaron las pruebas de Student y de Fisher, es decir que los valores promedios de los registros históricos no fueron afectados estadísticamente por causas internas y/o externas. Los resultados obtenidos en el ET-ESA según la metodología de Fisher, indican que todas las series son homogéneas por la

varianza. Es decir que en el periodo de observación la amplitud de variación de las variables hidroclimatológicas consideradas no fue afectada.

Generación de escenarios de Cambio Climático

Una vez obtenidas las proyecciones de temperatura y precipitación multianual para cada una de las estaciones del área de trabajo, se procedió a realizar los modelos climáticos bajo los escenarios de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para las variables temperatura y precipitación, los cuales siguen las metodologías planteadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático y se basan en la Descripción de Concentración de Emisiones o RCP (Representative Concentration Pathways, siglas en inglés); por lo que se utilizaron los escenarios de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.

- Temperatura

Para determinar los datos de la variable, los escenarios de cambio climático tienen establecidos rangos con los grados de cambio de la temperatura para las condiciones climáticas actuales, por lo cual para la proyección fue necesario utilizar la siguiente ecuación, frente a la temperatura y el valor mínimo de los rangos de cambio (Ariza, 2020):

$$T_t = T_{PAM} + \Delta T_t$$

Donde:

T_t: Valor de la temperatura en °C para el periodo *t* (2011 – 2040, 2041 – 2070 o 2071 – 2100).

T_{PAM}: Promedio anual multianual de la temperatura en °C para el periodo actual.

ΔT_t: Valor mínimo de cambio de la temperatura en °C para el periodo *t* (2011 – 2040, 2041 – 2070 o 2071 – 2100)

Se realizó una espacialización de cada una de las estaciones y se relacionaron con el Modelo de Elevación Digital de 30m (DEM30) obtenido a través del portal del USGS, esto con el fin de mejorar la calidad del dato de temperatura según la elevación. En ese sentido, se consideró el gradiente altitudinal teniendo en cuenta que la temperatura disminuye con la altitud debido al aporte del calor latente liberado por la condensación de vapor de agua (Arango; C.; Dorado, J; Guzmán D.; Ruiz, J. F., 2012).

Una vez obtenidos los datos de temperatura y la elevación, se realizó una regresión lineal con el fin de conocer la ecuación de la recta ($a = mx+b$, donde x es la elevación) (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015). Una vez definido el gradiente térmico, se recalculó el valor de temperatura para cada estación climatológica conforme a la siguiente ecuación (Fries et al., 2012):

$$T_h = T_t + \Delta T(H_h - H_0)$$

Donde:

T_h: Temperatura determinada para una altura *h*

T_t: Temperatura establecida para la estación en el periodo *t* (2011 – 2040, 2041 – 2070 o 2071 – 2100).

ΔT: Gradiente térmico

H_h: Altura determinada o de referencia

H₀: Altura real sobre la cual se encuentra la estación

Se determinó el valor T_h , posterior se aplicó el método de interpolación de Kriging en ArcGIS, que crea una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersos con valores z , incluyen las relaciones estadísticas entre los puntos medidos, para lo cual se usó el modelo de Elevación Digital (DEM30), seguido a esto, se aplicó en ArcGIS la herramienta Raster Calculator, para obtener el modelo climático de temperatura teniendo en cuenta el gradiente térmico y la topografía del área (Fries et al., 2012):

$$T_{DEM} = T_h + \Delta T(H_{DEM} - H_h)$$

Donde:

T_{DEM} : Temperatura determinada para la altura de la celda del DEM

T_h : Temperatura determinada para una altura h

ΔT : Gradiente térmico

H_{DEM} : Altura de la celda del DEM

H_h : Altura determinada o de referencia

○ Precipitación

Para la representación de la variable precipitación, se procedió de manera similar a la variable temperatura, se realizó la espacialización de las 85 estaciones climáticas, se determinó el cambio de precipitación con respecto a las condiciones del periodo actual para cada escenario de cambio climático, para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$P_t = P_{PAM} + (P_{PAM} * \frac{\%P_t}{100})$$

Donde:

P_t : Valor de la precipitación en mm para el periodo t (2011 – 2040, 2041 – 2070 o 2071 – 2100).

P_{PAM} : Promedio anual multianual de la precipitación en mm para el periodo actual.

$\%P_t$: Porcentaje mínimo de cambio de la precipitación para el periodo t (2011 – 2040, 2041 – 2070 o 2071 – 2100).

Una vez estimados los datos climáticos, se validaron métodos de interpolación, entre ellos los determinados por el IDEAM en el documento Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo, entre los métodos Distancia Inversa Ponderada - IDW (Inverse Distance Weighted, por sus siglas en inglés) y Kriging.

El IDW depende exclusivamente de la distancia a la ubicación de la predicción, por tanto está basado en la inversa de la distancia elevada a una potencia matemática (Philip & Watson, 1985), sin embargo tiende a producir patrones poco reales conocidos como tipo

“ojo de buey” alrededor de los puntos muestreados, sin embargo, esta interpolación no es el resultado de propiedades estadísticas de los datos. En cuanto a Kriging reconoce que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie, este método ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación (Oliver, 1990). En otras palabras, con el método de Kriging la ponderación, depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de la predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación de la predicción (ESRI, 2021).

Teniendo en cuenta el comportamiento de los métodos de interpolación, para el presente estudio se tomó como base la herramienta de Kriging de ArcGIS, toda vez que se requiere un aproximado de las características climatológicas, teniendo en cuenta la orografía y forma.

8.5.3 Sensibilidad Del Complejo De Páramo De Los Picachos Y Las Posibles Afectaciones En Los Servicios Ecosistémicos

Coberturas de la tierra

La iniciativa de Internacional de Clima y Bosques de Noruega (NICFI, siglas en inglés), nace a partir de un contrato entre Ministerio de Clima y Medio Ambiente de Noruega con Kongsberg Satellite Services (KSAT) y sus socios Airbus y Planet, que busca proporcionar acceso gratuito a imágenes satelitales de alta resolución para el monitoreo satelital de los trópicos con el fin de monitorear vigilar y detener la destrucción de las selvas tropicales del mundo (NICFI, 2021). Adicional, la plataforma Planet, hace el procesamiento básico de la imagen, es decir, la imagen esta lista para el procesamiento con los índices espectrales (Planet, 2021).

Una vez seleccionadas y descargadas las imágenes de la plataforma Planet, se realiza la combinación de las bandas del espectro electromagnético, este proceso consiste en generar una imagen de color compuesta, en donde las distintas bandas que componen las imágenes se combinan para producir la imagen en color real o falso color en función de las bandas escogidas. La elección de esta combinación depende de sensor sobre el que se trabaja y la aplicación o enfoque del proyecto. La composición más usada es el infrarrojo color, verde y azul sobre las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, el rojo y el verde respectivamente.

A continuación, se procede a realizar una clasificación supervisada, en donde se tienen una muestra de las clases a identificar. Este proceso se realiza en cinco etapas, la primera es, la creación y análisis de los datos de entrada, la segunda, la producción de firmas espectrales para el análisis de la clase, la tercera, la evaluación de la información, si aplica caso se debe realizar la edición de las clases y finalmente la clasificación.

Dicho lo anterior, en la clasificación supervisada se crean y analizan los datos de entrada, con el fin de identificar las clases. Para el Complejo de Páramo los Picachos la cobertura se clasifica según CORINE Land Cover Colombia (CLC), y así generar una firma espectral. Para ello se crea un polígono en cada una de las clases, hasta que tengan las entidades suficientes para representar una clase, y se identifican todas las clases en los datos. Una vez identificadas las muestras, las estadísticas multivariantes se calculan sobre ellas para establecer las relaciones dentro y entre las clases, con lo que se genera la firma espectral.

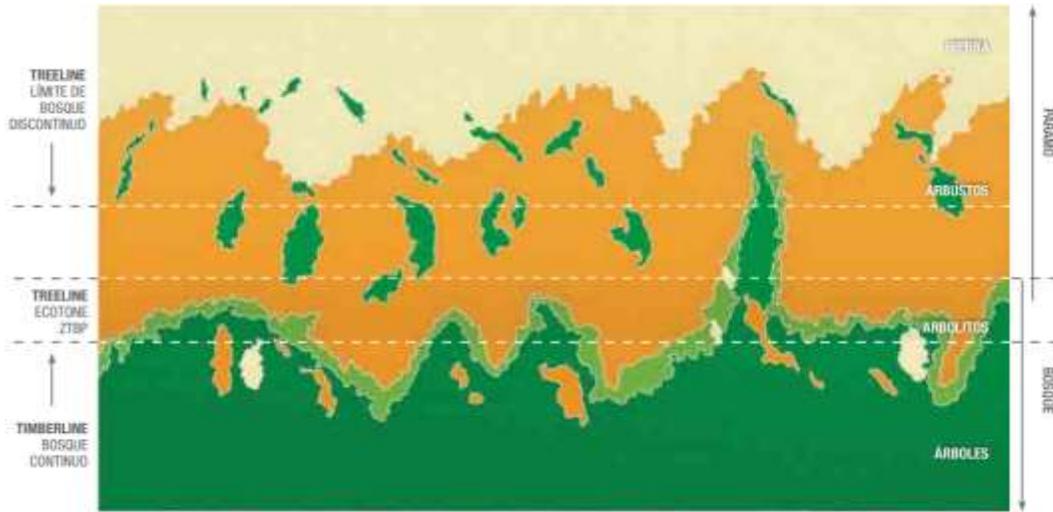
Identificadas las coberturas en el Complejo de Páramo de Los Picachos, se proyecta la distribución potencial de la vegetación de alta montaña de acuerdo con las características conocidas de su medio físico, es decir, que a través de modelos de Distribución Geográfica Potencial (MDP, siglas en inglés), teniendo en cuenta los rangos de distribución de las especies vegetales dominantes y de acuerdo con la información de las variables climáticas y topográficas. (Sarmiento, C., y León, O. (eds.), 2015).

Se analizó el cambio de gradiente altitudinal frente al patrón de ocupación espacial de la vegetación, con lo cual se definió una aproximación estructural que va desde el bosque alta

andino hasta el páramo medio; en la identificación de cambios en la estructura de la vegetación de zonas templadas, se contempla la existencia de un límite entre el bosque montano superior continuo y cerrado hacia una matriz sin árboles, dado que los individuos arbóreos se encuentran limitados en su capacidad de crecimiento que individuos de porte arbustivo o herbáceo (Arzac et al. 2011, Körner y Paulsen 2004 citado en Sarmiento, C., y León, O. (eds.). 2015). Para lo anterior, es importante tener en cuenta las siguientes estructuras propias del ecosistema de páramo:

- **Herbazal:** Comprende las áreas cubiertas por especies con alturas menores a los 2 metros, asociadas con el páramo medio o páramo propiamente dicho.
- **Treeline (Línea de árboles):** se refiere al límite altitudinal superior alcanzado por parches de bosque que pueden crecer dentro del páramo por condiciones especiales, lo cual se puede asociar al límite superior del subpáramo.
- **Treeline ecotone (Ecotono de línea de árboles):** zona de transición bosque - páramo (ZTBP) en la cual se pasa del bosque continuo hasta la presencia de los últimos árboles, generalmente en una matriz de vegetación achaparrada.
- **Timberline/Upper Forest Line (UFL) (Límite superior de bosque continuo):** máxima elevación donde crece el bosque continuo, en este caso, el bosque altoandino.

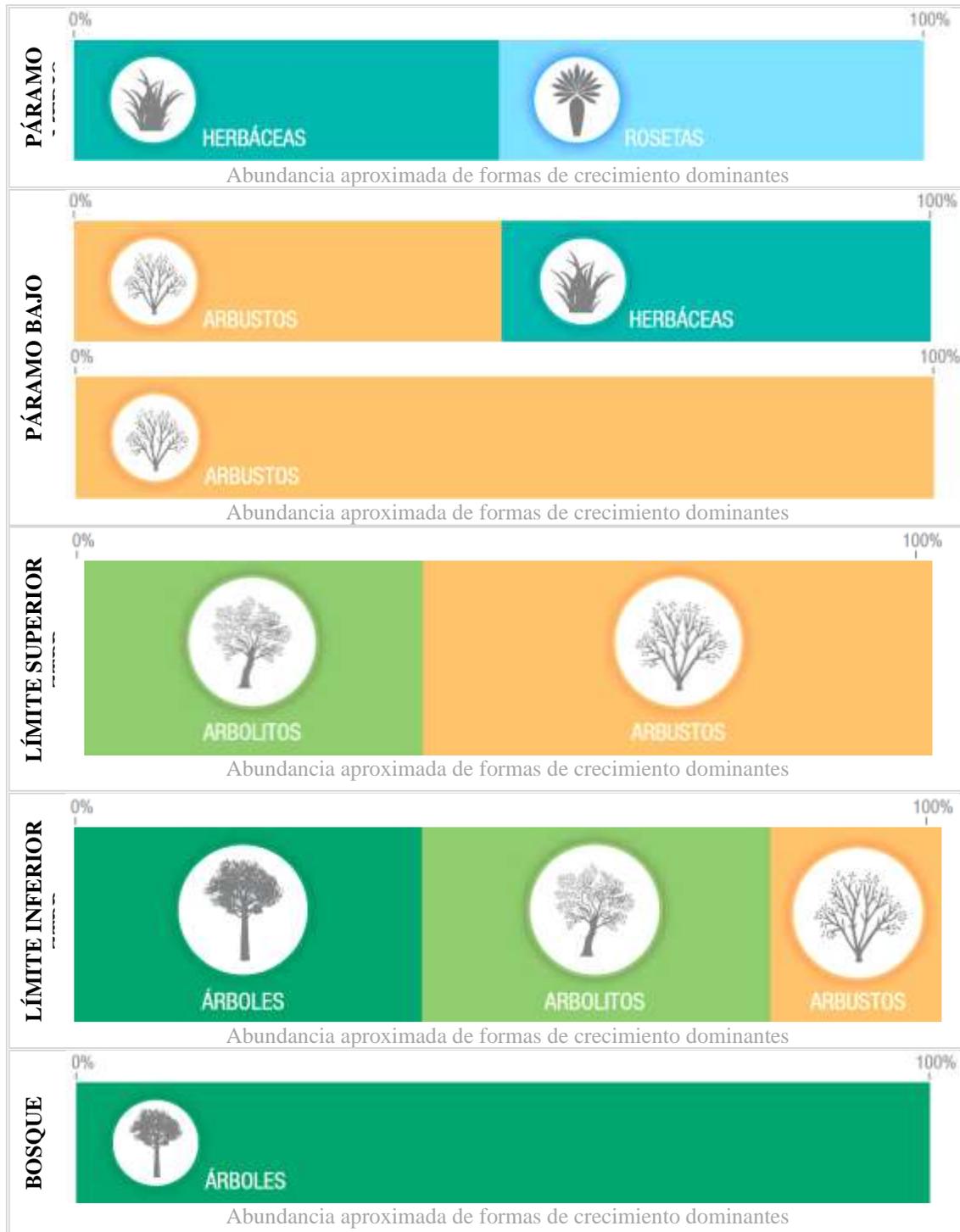
Ilustración 2. Esquema de la zona de transición entre páramo y bosque



Fuente: Tomado de Sarmiento, C., y León, O. (eds.).

Dicho lo anterior, se procedió a realizar la delimitación de las franjas ecológicas del páramo mediante la identificación de las comunidades vegetales presentes según las coberturas de la tierra y la proporción de estas, tal como lo establece Sarmiento, C., y León, O. (eds.) (2015) y se presentada en la , con lo cual se determinaron los diferentes límites de cada una de las franjas presentes en el ecosistema a través de métodos de teledetección.

Tabla 8. Variación altitudinal de la abundancia de formas de crecimiento dominantes en la alta montaña.



Fuente: Tomado de Sarmiento, C., y León, O. (eds.). 2015

Cruce de información Geográfica

Para la identificación de condiciones de uso del suelo y condiciones ambientales que se desarrollen en el Complejo de Paramo Los Picachos, se toma como polígono de base el área definida según Resolución No. 0498 de 2016. Posterior, se realiza un Cruce de Información Geográfica con el polígono de base para ello, se debe considerar diferentes capas de información, tales como, (i) aspectos biofísicos, que se consulta en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), (ii) clases agrologicas, capacidad del suelo y oferta ambiental, según el IGAC, y (iii) en lo concerniente a frontera agrícola y aptitud productiva se estudiara en el Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), que corresponde al visor geográfico de la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA).

Adicional, también se analiza información de recursos no renovables, consulta que se realiza en los portales de datos de abiertos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH y Agencia Nacional de Minería – ANM; de igual forma en el Geoportal AICMA se determina eventos de minas antipersona con munición sin explosionar MAP/MUSE y a su vez, se cruza el polígono del complejo de páramo con capas del componente étnico, de acuerdo a información dada por el portal de datos abiertos de la Agencia Nacional de Tierras (ANT).

Lo anterior, con el fin de identificar a destinación asignada al suelo, de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar de acuerdo a las características que esta cuenta para el área de estudio, esto a su vez permitirá determinar si existen motores de transformación del territorio.

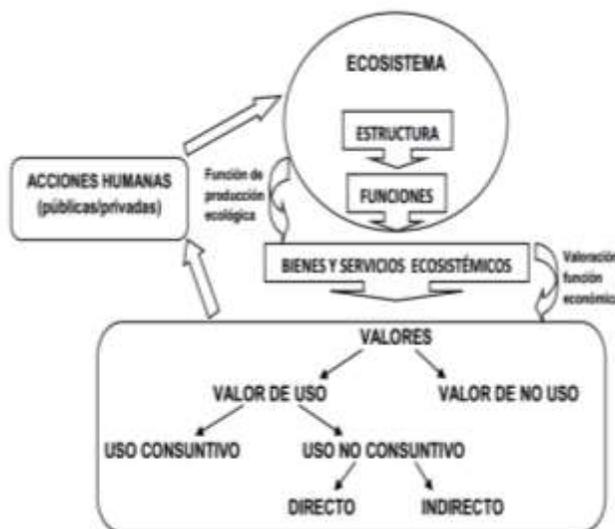
Servicios ecosistémicos

En el proceso de identificación de los servicios ecosistémicos presentes en el Área de estudio, a continuación, se desarrollan conceptos relacionados y relevantes para la definición de bienes y servicios ambientales. En este sentido, Gómez y De Groot (2007)

indican que las funciones son “todos aquellos aspectos de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas con capacidad de generar servicios que satisfagan necesidades humanas de forma directa o indirecta” y cuando pasan de ser beneficios potenciales a reales demandados, usados o disfrutados se denominarían servicios ecosistémicos.

En The National Research Council (NRC, 2005) se afirma que las funciones de producción ecológica se transfieren de la estructura y las funciones de los ecosistemas a la provisión de servicios

Ilustración 3. Conexiones entre la estructura ecosistémica y las funciones, servicios, políticas y valores.



Fuente: National Research Council (2005).

El análisis de servicios ecosistémicos, debe abordarse desde el enfoque de los sistemas socioecológicos, tal y como lo recomienda la PNGIBSE (MADS, 2012), afirmando que se deben incluir, además de lo estrictamente biofísico, los temas socioculturales y económicos para construir visiones integrales del territorio (Rincón-Ruiz et al., 2014); en este mismo sentido, se debe considerar los principios definidos por el enfoque ecosistémico propuesto por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Entendiendo la definición de los servicios ambientales como: “los beneficios provistos por los ecosistemas a los humanos y contribuyen a hacer posible la vida humana” (MEA, 2005). La evaluación de los ecosistemas del milenio agrupó los servicios ofertados por los ecosistemas en cuatro categorías, a saber: aprovisionamiento, regulación, soporte, y culturales.

- ***Servicios de aprovisionamiento:*** Son los productos o bienes que se obtienen de los ecosistemas como: alimentos silvestres, cosechas, agua limpia, combustibles, madera, leña, fibra, recursos genéticos, medicamentos entre otros (MEA, 2005). En Colombia, se destacan la oferta de alimentos, los productos forestales maderables y no maderables de los bosques (principalmente, las pieles, carne y fauna ornamental), recursos genéticos, los ingredientes naturales, plantas medicinales, productos farmacéuticos y productos cosméticos y, desde luego, el agua (MADS, 2012).
- ***Servicios de soporte:*** Son los necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas, entre ellos: la producción de biomasa, fotosíntesis la producción de oxígeno, la formación y retención del suelo, el ciclo de los nutrientes, el ciclo del agua y la provisión de hábitat (MEA, 2005).
- ***Servicios de regulación:*** Son definidos como los beneficios resultantes de la regulación de procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua (MEA, 2005). Los servicios de regulación y soporte, según MADS (2012), se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás; además, señala que el contexto nacional es especialmente relevante la regulación hídrica, el almacenamiento y la captura de carbono.
- ***Servicios culturales:*** Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica,

inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (MEA, 2005). En nuestro país se reconoce la importancia del contexto ecosistémico al desarrollo cultural étnico, como la amplia oferta de recreación y turismo asociada (MADS, 2012).

De acuerdo con MADS (2012), los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad, estos servicios están integrados al desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones: político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso.

Tabla 9. Categorías de Servicios Ecosistémicos (SSEE)

| APROVISIONAMIENTO | REGULACIÓN | CULTURALES |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bienes producidos o proveídos por los ecosistemas. | Beneficios obtenidos producto de la regulación de procesos ecosistémicos. | Beneficios no materiales de los ecosistemas. |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alimentos, Fibras. ✓ Agua dulce ✓ Madera ✓ Recursos genéticos ✓ Minerales | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Regulación del clima ✓ Regulación de inundaciones ✓ Polinización ✓ Dispersión de semillas ✓ Control de la erosión | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Espirituales ✓ Recreaciones ✓ Estéticos (Inspiración) ✓ Educativos. |
| SOPORTE | | |
| Servicios necesarios para la producción de otros servicios ecosistémicos | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Formación de suelo y minerales ✓ Formación de O₂ atmosférico | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ciclaje de nutrientes ✓ Producción primaria ✓ Provisión de hábitat ✓ Ciclo del agua ✓ Flujo de energía solar | |

Fuente: MAVDT, 2012

Con el propósito de identificar y describir el panorama de los servicios ecosistémicos del área de estudio se debe clasificar la función de suministro de un servicio, aprovechamiento

conforme a lo antes mencionado. Para ello, se toma como base los resultados de los numerales anteriores, con el fin de hallar las interrelaciones existentes entre los atributos ecosistémicos y las dimensiones sociales, económicas y culturales, donde las personas se benefician de los ecosistemas y a la vez, los ecosistemas son modificados por las acciones humanas (MADS, 2018).

En ese sentido, el presente documento pretende realizar una aproximación a la vulnerabilidad y resiliencia del ecosistema de páramo, para lo cual se realiza una identificación de los servicios ecosistémicos que presta el complejo de Páramo Los Picachos, seguido a esto, se realizará la descripción de los componentes que propician el aumento de la vulnerabilidad de acuerdo a atributos como el clima, la hidrología, cobertura vegetal, con un análisis de la dependencia social y biofísica de los servicios ecosistémicos partiendo de la información del ET-ESA del entorno local, respecto a los posibles cambios de los servicios ecosistémicos y el sistema biofísico.

En ese sentido, se revisarán las características intrínsecas como las características de los suelos, capacidad de regulación hídrica y retención de nutrientes y sedimentos, presencia de fenómenos de remoción en masa, variabilidad climática, figuras de ordenamiento territorial y gestión ambiental, que pudiesen aumentar la vulnerabilidad del aprovisionamiento de los servicios ecosistémicos.

8.5.4 Determinar La Capacidad Institucional Para Disminuir La Vulnerabilidad Del Complejo De Páramo Los Picachos

Para el presente numeral se realizó la revisión documental de instrumentos de planificación territorial que permitan analizar de manera fácil los documentos que relacionen en el contenido temas relacionados con el tema de investigación, y que a su vez permitan evidenciar la gestión del cambio climático y la conservación de páramos. Dentro de esa revisión, se incluyen políticas públicas, marcos legales y normativos que incidan sobre la temática trabajada.

Dentro de los principales instrumentos de planificación territorial consultados están Los Planes de Ordenamiento Territorial (Ley 388 de 1997), Planes de Desarrollo municipal (Ley 154 de 1994), Planes Municipales de Gestión del Riesgo (Ley 1523 del 2012), Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR (Decreto 1076 de 2015).

8.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación busca que los hallazgos en cuanto a la vulnerabilidad del Complejo de Páramo Los Picachos frente a la amenaza del cambio climático y el impacto sobre el uso del suelo de este ecosistema, en ese mismo orden y de acuerdo a lo establecido por la Declaración de Helsinki y en la Resolución 008430 de Octubre 4 de 1993, teniendo en cuenta que la presente investigación se clasifica en SIN RIESGO de acuerdo a lo establecido en los artículos 10 y 11 de esta, así mismo se desarrolló bajo los siguientes criterios conforme a lo establecido en el artículo 6:

- a. Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen.
- b. Se realizará solo cuando el conocimiento que se pretende producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
- c. Contará con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución.
- d. Deberá ser realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano bajo la responsabilidad de una entidad de salud, supervisada por las autoridades de salud, siempre y cuando cuenten con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.
- e. Se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación; el Consentimiento Informado de los participantes; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

9 RESULTADOS

El desarrollo metodológico para cada uno de los objetivos propuestos a través de la implementación de técnicas y herramientas que permiten generar la información de manera clara y concisa sobre la influencia de diferentes variables que pudiesen incidir en la sensibilidad del Complejo de Páramo de los Picachos.

9.1 DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ESTIMACIÓN DE LAS TENDENCIAS DE CAMBIO CLIMÁTICO DE ACUERDO CON LOS ESCENARIOS

Se exponen los resultados de las variables climáticas de temperatura y precipitación, así como el análisis de los escenarios climáticos para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.

9.1.1 Análisis Clima Presente

A partir del análisis de datos históricos de las estaciones climatológicas tomados del ET-ESA, estudio en el cual se realizó una preselección de estaciones IDEAM que se encontraban en operación y cuya fecha de suspensión fue posterior a los años 90. Para la revisión de calidad de los registros climatológicos tuvieron en cuenta la densidad de los puntos de monitoreo en el territorio, los registros históricos que presentaran continuidad, y que las series fueran aleatorias y homogéneas (BIOCOLOMBIA & IAvH, 2015). Cabe mencionar que en el ET-ESA, las series de las precipitaciones se complementaron desde el año 1970; las de temperaturas medias, brillo solar y humedad relativa desde el año 1983.

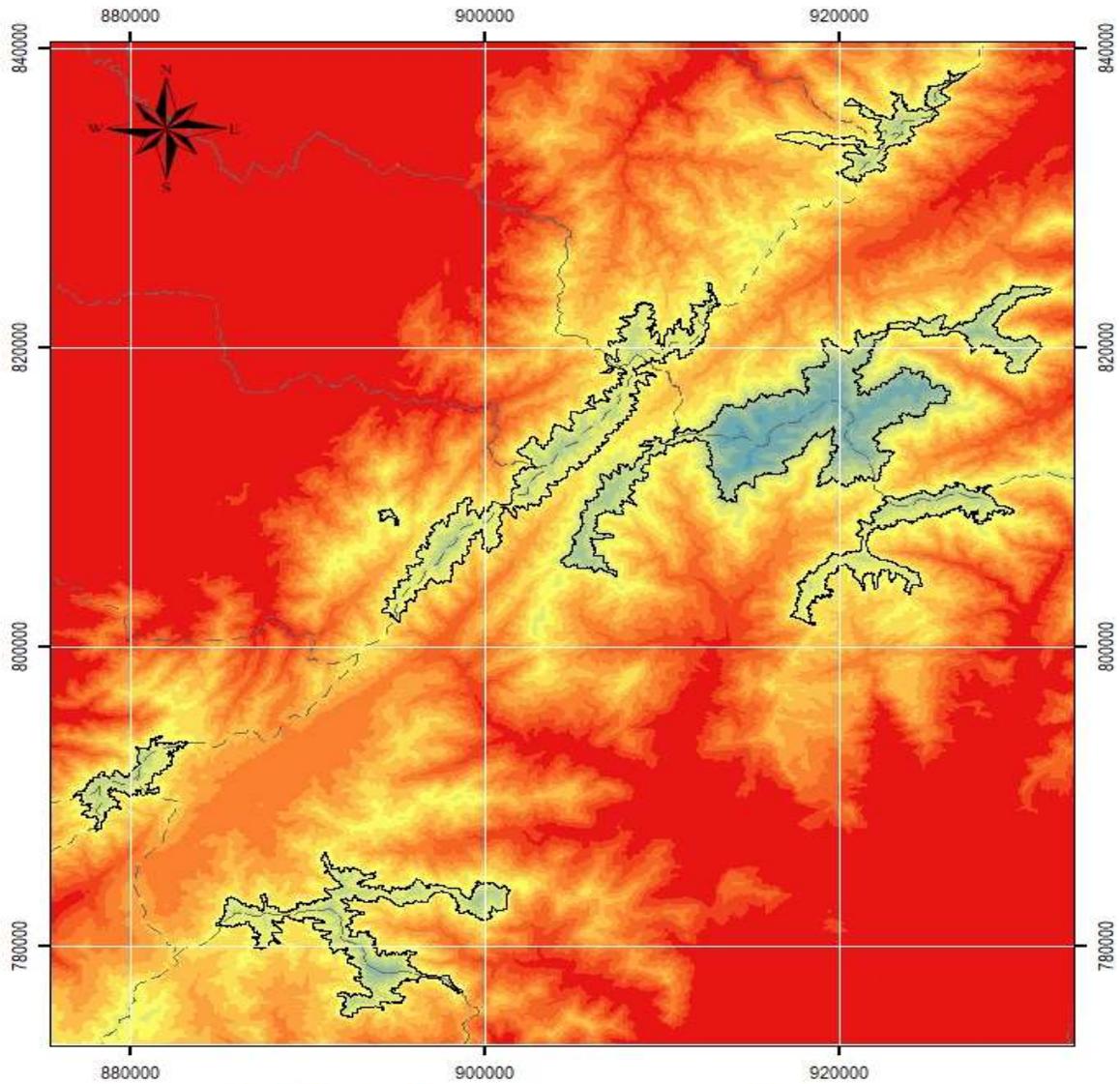
Temperatura

A partir de los datos de temperatura registrados en el del ET-ESA para 23 estaciones climatológicas IDEAM

Tabla 10. Datos de temperatura

| NO. | NOMBRE | CODIGO | TEMPERATURA (°C) |
|-----|-----------------------|----------|---------------------|
| 1 | RESINA | 21035020 | 15,91 |
| 2 | JORGE VILLAMIL | 21065030 | 19,62 |
| 3 | ZULUAGA | 21065040 | 20,33 |
| 4 | IQUIRA | 21085020 | 23,29 |
| 5 | SAN RAFAEL | 21085030 | 23,25 |
| 6 | JUNCAL EL | 21095010 | 26,97 |
| 7 | ALGECIRAS | 21105030 | 23,18 |
| 8 | POTOSI HDA | 21105040 | 25,58 |
| 9 | ROSALES LOS | 21105050 | 26,45 |
| 10 | APTO BENITO SALAS | 21115020 | 27,85 |
| 11 | SAN JOSE | 21115060 | 28,73 |
| 12 | PORTAL EL | 21115070 | 22,12 |
| 13 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 | 27,78 |
| 14 | PALACIO- VEGALARGA | 21115100 | 22,43 |
| 15 | LAURELES LOS | 21115140 | 15,82 |
| 16 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 | 26,98 |
| 17 | PALERMO | 21120030 | 26,41 |
| 18 | STO DOMINGO | 21145060 | 22,98 |
| 19 | LEGIOSA LA | 21145070 | 18,94 |
| 20 | MACAGUAL | 44035030 | 25,02 |
| 21 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 | 25,62 |
| 22 | MAGUARE | 46035010 | 25,52 |
| 23 | PTO RICO | 46035020 | 25,72 |

Mapa 5. Escenario de temperatura actual



ESCENARIO DE TEMPERATURA ACTUAL

CONVENCIONES

-  Páramo Los Picachos
-  Límite municipal



TEMPERATURA (°C)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <6 |  10,1 - 11 |  15,1 - 16 |
|  6,1 - 7 |  11,1 - 12 |  16,1 - 17 |
|  7,1 - 8 |  12,1 - 13 |  17,1 - 18 |
|  8,1 - 9 |  13,1 - 14 |  18,1 - 19 |
|  9,1 - 10 |  14,1 - 15 |  >19 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

Precipitación

Basados en los datos de precipitación de 85 estaciones climatológicas IDEAM tomados del ET-ESA, se describe la distribución espacial y el ciclo anual de precipitación para el área de estudio, tomando como base los datos de la

Tabla 11. Datos de precipitación

| NO. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación (mm) |
|-----|--------------------|----------|--------------------|
| 1 | ALTAMIRA EL GRIFO | 21025030 | 1357,90 |
| 2 | JAGUA LA | 21030090 | 1001,41 |
| 3 | SAN ANTONIO DEL PE | 21030110 | 1586,30 |
| 4 | RESINA | 21035020 | 2197,46 |
| 5 | AGRADO | 21040010 | 1550,53 |
| 6 | ANTENA TV | 21040020 | 1973,31 |
| 7 | TRES ESQUINAS | 21040060 | 1160,28 |
| 8 | ESCALERETA LA | 21040070 | 946,58 |
| 9 | HATILLO EL | 21050140 | 1775,86 |
| 10 | YARUMAL | 21050170 | 1862,80 |
| 11 | TESALIA 2 | 21050290 | 1625,31 |
| 12 | PITA LA | 21060040 | 1542,52 |
| 13 | GIGANTE 2 | 21060070 | 1113,33 |
| 14 | GARZON | 21060080 | 1099,75 |
| 15 | HOBO EL | 21060090 | 1352,54 |
| 16 | CRISTALINA LA HDA | 21060100 | 1612,05 |
| 17 | RIOLORO | 21060110 | 1070,53 |
| 18 | PRIMAVERA LA | 21060140 | 1342,36 |
| 19 | JORGE VILLAMIL | 21065030 | 1296,29 |
| 20 | ZULUAGA | 21065040 | 1345,92 |
| 21 | IQUIRA | 21080020 | 1446,23 |
| 22 | STA ROSA HDA | 21080070 | 1935,13 |
| 23 | MINA LA | 21080080 | 1673,01 |
| 24 | HERRERAS LAS | 21080100 | 1929,72 |
| 25 | SAN JOSE HDA | 21080110 | 1645,49 |
| 26 | TOTUMO EL HDA | 21080130 | 1957,06 |
| 27 | IQUIRA | 21085020 | 1906,09 |
| 28 | SAN RAFAEL | 21085030 | 2095,33 |
| 29 | TERPEYA COLOMBIA | 21085040 | 2025,67 |
| 30 | CUCHARO EL | 21090020 | 1816,09 |
| 31 | STA CECILIA | 21090030 | 1301,77 |
| 32 | PAPAGAYO HDA | 21090040 | 1450,49 |
| 33 | SANTA BARBARA | 21090110 | 1388,03 |
| 34 | CASA BOMBAS 2 | 21090120 | 1493,28 |
| 35 | CARDO 2 EL | 21090140 | 1484,04 |

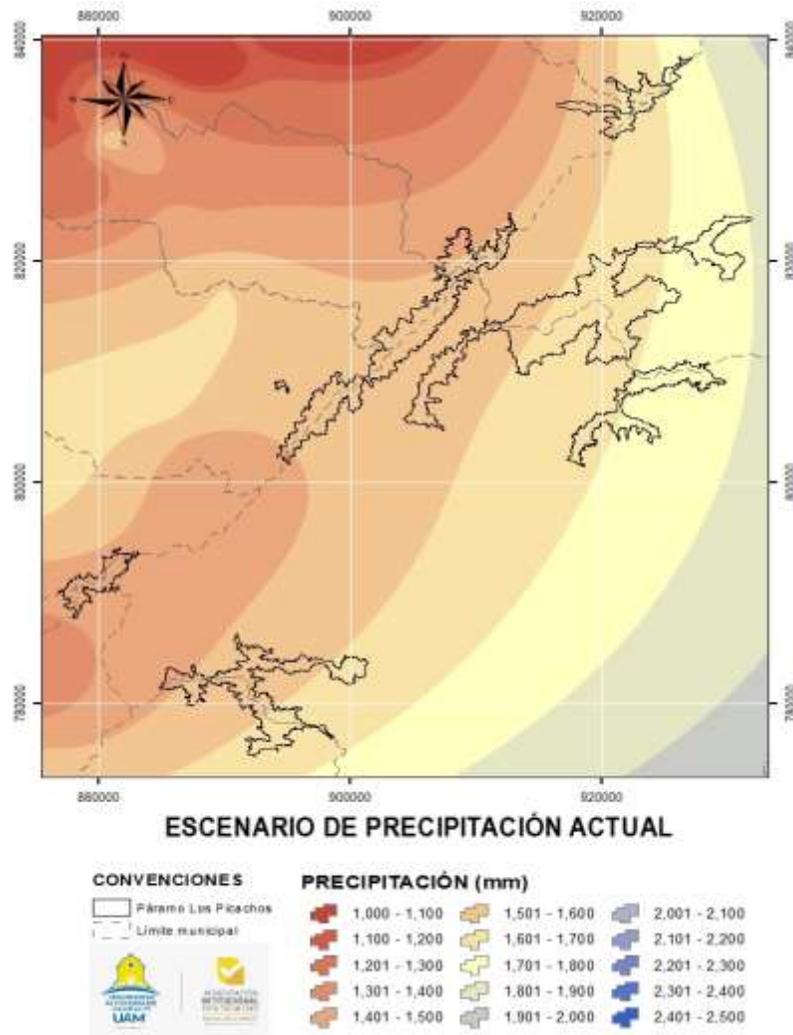
| NO. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación (mm) |
|-----|--------------------|----------|--------------------|
| 36 | JUNCAL EL | 21095010 | 1416,65 |
| 37 | STA BARBARA FCA | 21100070 | 1589,28 |
| 38 | NUEVO PARAISO | 21100080 | 1286,24 |
| 39 | ARCADIA LA | 21100140 | 1769,94 |
| 40 | ALGECIRAS | 21105030 | 1147,37 |
| 41 | POTOSI HDA | 21105040 | 1325,95 |
| 42 | ROSALES LOS | 21105050 | 1316,73 |
| 43 | HIDROBETANIA | 21105060 | 1357,04 |
| 44 | HATO MILAGRO | 21110040 | 1195,32 |
| 45 | BARAYA | 21110070 | 1188,68 |
| 46 | POTOSI | 21110090 | 1336,09 |
| 47 | YEGUERA LA | 21110120 | 1165,29 |
| 48 | PUEBLO NUEVO | 21110130 | 1411,25 |
| 49 | MESA REDONDA | 21110160 | 1161,51 |
| 50 | HATO BOGOTA | 21110180 | 1214,75 |
| 51 | SINAI HDA | 21110310 | 1143,19 |
| 52 | POLONIA | 21110330 | 1225,79 |
| 53 | SUCRE | 21110350 | 1587,18 |
| 54 | STA HELENA | 21110400 | 1655,29 |
| 55 | GIRONDA LA HDA | 21110430 | 1595,05 |
| 56 | GUADUAL EL | 21110440 | 1787,72 |
| 57 | APTO BENITO SALAS | 21115020 | 1376,81 |
| 58 | SAN JOSE | 21115060 | 1145,04 |
| 59 | PORTAL EL | 21115070 | 1382,50 |
| 60 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 | 1139,51 |
| 61 | PALACIO-VEGALARGA | 21115100 | 1606,43 |
| 62 | LAURELES LOS | 21115140 | 1265,18 |
| 63 | VILLARANZA | 21115150 | 1495,28 |
| 64 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 | 1067,35 |
| 65 | PARAGUAY HDA | 21120010 | 2248,12 |
| 66 | PEREZ HDA | 21130050 | 1200,13 |
| 67 | ORGANOS | 21130080 | 2121,23 |
| 68 | ALTAMIRA DC HDA | 21130180 | 1340,10 |
| 69 | VENADO EL | 21140010 | 903,16 |
| 70 | ARIZONA | 21140030 | 905,85 |

| NO. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación (mm) |
|-----|-------------|----------|--------------------|
| 71 | MIRAFLORES | 21140080 | 1263,77 |
| 72 | SAN JUANITO | 21140100 | 1307,10 |
| 73 | TOMO EL | 21140110 | 1003,34 |
| 74 | CRUCES LAS | 21140120 | 1869,57 |
| 75 | SAN ALFONSO | 21145040 | 1092,83 |
| 76 | STO DOMINGO | 21145060 | 956,15 |
| 77 | LEGIOSA LA | 21145070 | 2276,93 |
| 78 | PALETARA | 26015020 | 1189,22 |

| NO. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación (mm) |
|-----|-------------------|----------|--------------------|
| 79 | MARACAIBO | 44030070 | 4419,26 |
| 80 | APTO G ARTUNDUAGA | 44035020 | 3723,93 |
| 81 | MACAGUAL | 44035030 | 3639,74 |
| 82 | S.VCTE CAGUAN | 46015010 | 2510,07 |
| 83 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 | 2723,61 |
| 84 | MAGUARE | 46035010 | 2998,51 |
| 85 | PTO RICO | 46035020 | 3872,05 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

Mapa 6. Escenario se precipitación actual



Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

9.1.2 Estimación De Las Tendencias De Cambio Climático De Acuerdo Con Los Escenarios Establecidos Para Los Periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071 -2100 Por La Tercera Comunicación Nacional

Para la estimación de las tendencias de cambio climático bajo los escenarios de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se realizó el traslape de información de los datos obtenidos de las estaciones climatológicas y cada uno de los escenarios, para con ello determinar los rangos de cambio de la temperatura y la precipitación con lo que se calcularon las proyecciones para estas variables.

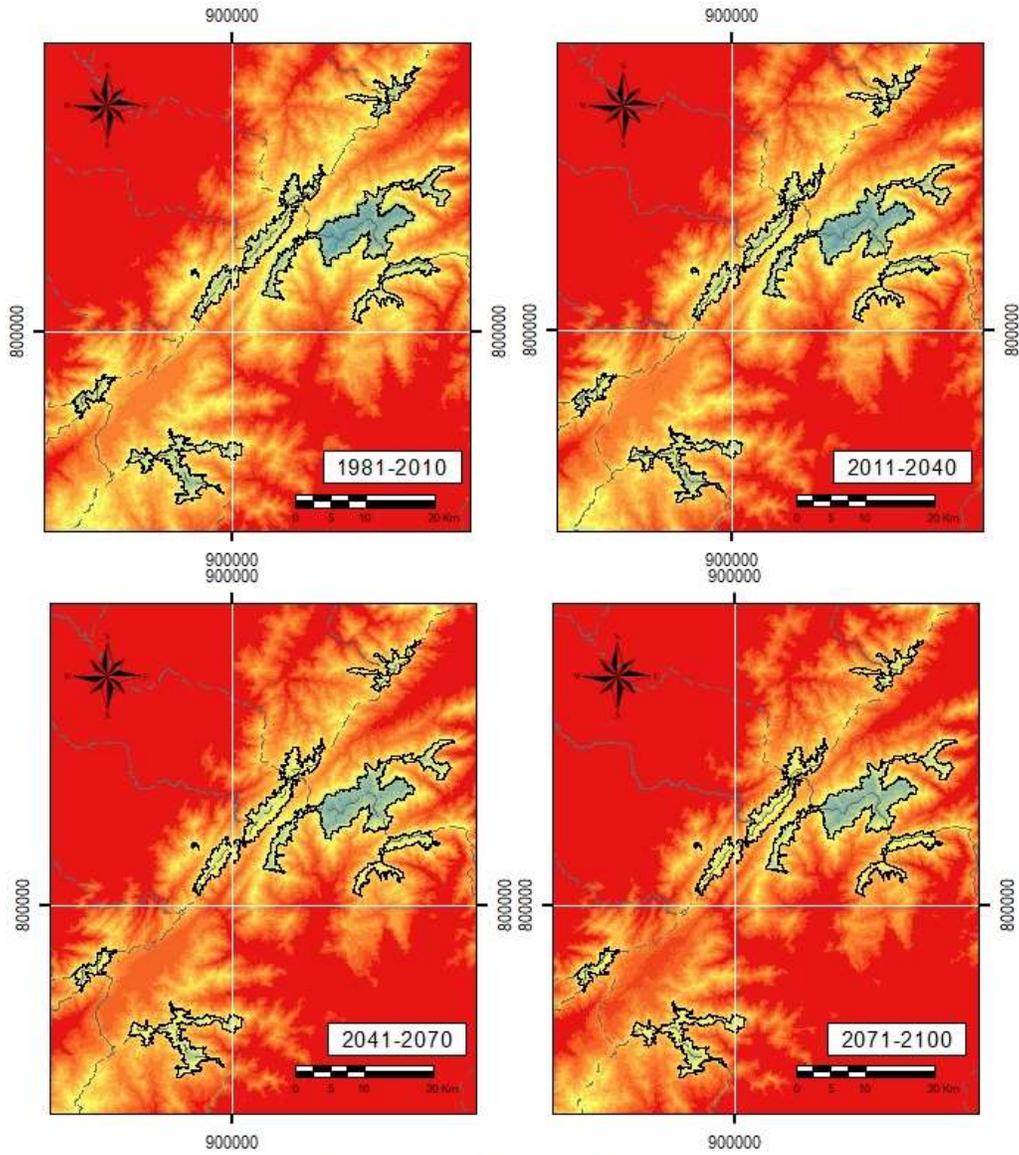
De acuerdo con la metodología planteada en el numeral 8.5.2. Estimación De Tendencias Por Efecto Del Cambio Climático Complejo De Páramo De Los Picachos De Acuerdo Con Los Escenarios se presenta el resultado obtenido en la Tabla 12 para la temperatura y en el Mapa 7

Tabla 12. Proyecciones de temperatura para los escenarios de cambio climático

| No. | NOMBRE | CODIGO | Temperatura 2011-2040 | Temperatura 2041-2070 | Temperatura 2071-2100 |
|-----|--------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | RESINA | 21035020 | 16,41 | 17,11 | 17,51 |
| 2 | JORGE VILLAMIL | 21065030 | 20,42 | 21,22 | 21,82 |
| 3 | ZULUAGA | 21065040 | 20,83 | 21,53 | 22,43 |
| 4 | IQUIRA | 21085020 | 24,09 | 24,89 | 25,49 |
| 5 | SAN RAFAEL | 21085030 | 23,75 | 24,45 | 25,35 |
| 6 | JUNCAL EL | 21095010 | 27,77 | 28,57 | 29,37 |
| 7 | ALGECIRAS | 21105030 | 23,98 | 24,78 | 25,38 |
| 8 | POTOSI HDA | 21105040 | 26,38 | 27,18 | 27,88 |
| 9 | ROSALES LOS | 21105050 | 27,25 | 28,05 | 28,85 |
| 10 | APTO BENITO SALAS | 21115020 | 28,65 | 29,45 | 30,25 |
| 11 | SAN JOSE | 21115060 | 29,53 | 30,33 | 31,23 |
| 12 | PORTAL EL | 21115070 | 22,62 | 23,32 | 24,22 |
| 13 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 | 28,58 | 29,38 | 30,28 |
| 14 | PALACIO-VEGALARGA | 21115100 | 22,93 | 23,63 | 24,53 |
| 15 | LAURELES LOS | 21115140 | 16,32 | 17,02 | 17,42 |
| 16 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 | 27,78 | 28,58 | 29,38 |
| 17 | PALERMO | 21120030 | 27,21 | 28,01 | 28,81 |
| 18 | STO DOMINGO | 21145060 | 23,48 | 24,18 | 25,08 |
| 19 | LEGIOSA LA | 21145070 | 19,44 | 20,14 | 20,94 |
| 20 | MACAGUAL | 44035030 | 25,82 | 26,82 | 27,52 |
| 21 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 | 26,42 | 27,42 | 28,12 |
| 22 | MAGUARE | 46035010 | 26,32 | 27,32 | 28,02 |
| 23 | PTO RICO | 46035020 | 26,52 | 27,52 | 28,22 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

Mapa 7. Modelo de temperatura para los escenarios de cambio climático



MODELOS DE TEMPERATURA

CONVENCIONES

-  Páramo Los Picachos
-  Límite municipal



Temperatura (°C)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <6 |  10,1 - 11 |  15,1 - 16 |
|  6,1 - 7 |  11,1 - 12 |  16,1 - 17 |
|  7,1 - 8 |  12,1 - 13 |  17,1 - 18 |
|  8,1 - 9 |  13,1 - 14 |  18,1 - 19 |
|  9,1 - 10 |  14,1 - 15 |  >19 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

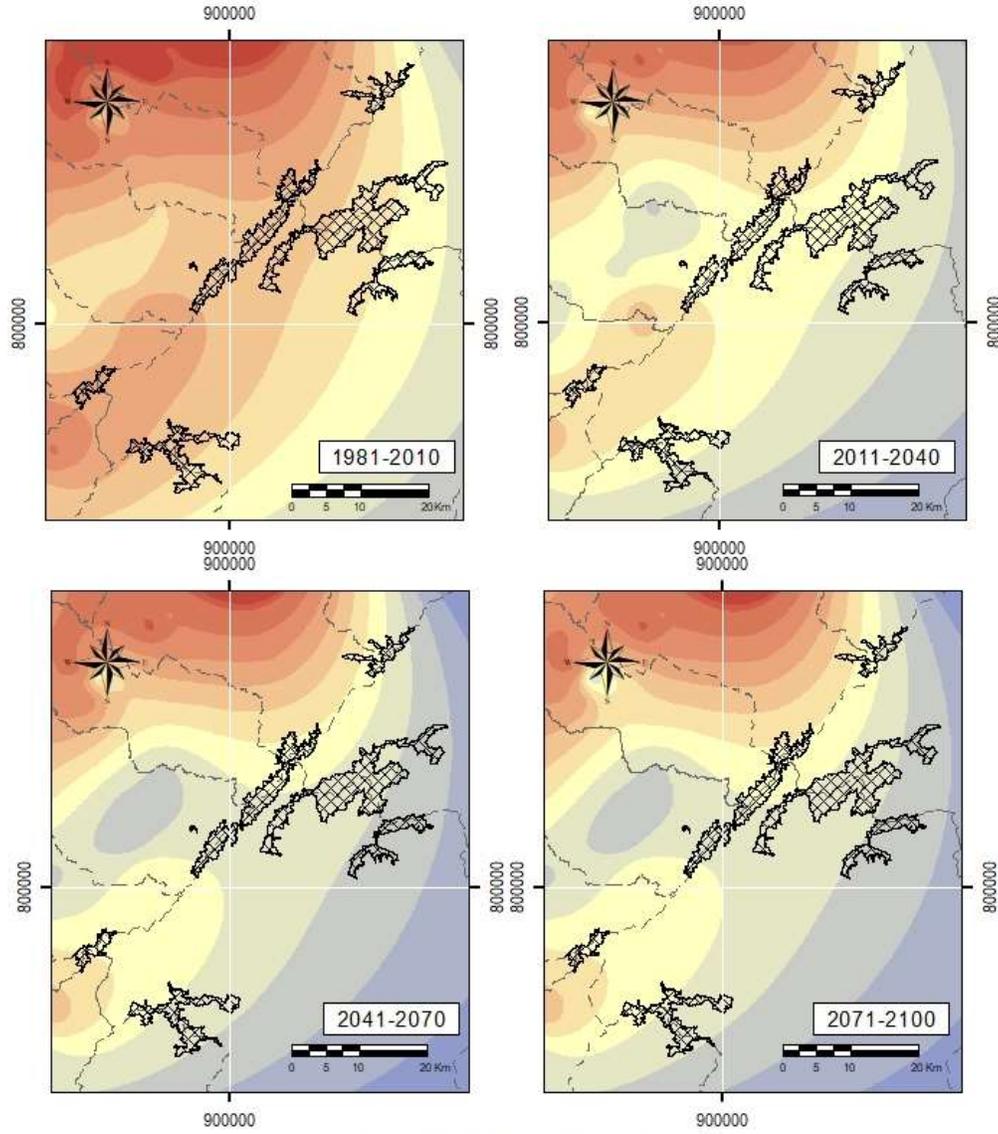
Tabla 13. Proyecciones de precipitación para los escenarios de cambio climático

| No. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación 2011-2040 | Precipitación 2041-2070 | Precipitación 2071-2100 |
|-----|--------------------|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | ALTAMIRA EL GRIFO | 21025030 | 1493,69 | 1493,69 | 1629,48 |
| 2 | JAGUA LA | 21030090 | 1301,83 | 1301,83 | 1301,83 |
| 3 | SAN ANTONIO DEL PE | 21030110 | 1744,93 | 1744,93 | 1903,56 |
| 4 | RESINA | 21035020 | 2417,20 | 2417,20 | 2417,20 |
| 5 | AGRADO | 21040010 | 1705,59 | 1705,59 | 1705,59 |
| 6 | ANTENA TV | 21040020 | 2170,64 | 2170,64 | 2170,64 |
| 7 | TRES ESQUINAS | 21040060 | 1276,31 | 1276,31 | 1276,31 |
| 8 | ESCALERETA LA | 21040070 | 1230,55 | 1230,55 | 1230,55 |
| 9 | HATILLO EL | 21050140 | 1953,44 | 2131,03 | 2131,03 |
| 10 | YARUMAL | 21050170 | 2049,08 | 2049,08 | 2049,08 |
| 11 | TESALIA 2 | 21050290 | 1787,84 | 1787,84 | 1787,84 |
| 12 | PITA LA | 21060040 | 1696,77 | 1696,77 | 1851,02 |
| 13 | GIGANTE 2 | 21060070 | 1336,00 | 1336,00 | 1336,00 |
| 14 | GARZON | 21060080 | 1319,70 | 1319,70 | 1429,68 |
| 15 | HOBO EL | 21060090 | 1623,05 | 1623,05 | 1623,05 |
| 16 | CRISTALINA LA HDA | 21060100 | 1934,46 | 1934,46 | 1934,46 |
| 17 | RIOLORO | 21060110 | 1284,63 | 1284,63 | 1284,63 |
| 18 | PRIMAVERA LA | 21060140 | 1476,60 | 1610,83 | 1610,83 |
| 19 | JORGE VILLAMIL | 21065030 | 1555,54 | 1555,54 | 1555,54 |
| 20 | ZULUAGA | 21065040 | 1480,51 | 1480,51 | 1615,10 |
| 21 | IQUIRA | 21080020 | 1590,85 | 1590,85 | 1590,85 |
| 22 | STA ROSA HDA | 21080070 | 2128,64 | 2128,64 | 2322,15 |
| 23 | MINA LA | 21080080 | 1840,32 | 1840,32 | 1840,32 |
| 24 | HERRERAS LAS | 21080100 | 2122,69 | 2122,69 | 2122,69 |
| 25 | SAN JOSE HDA | 21080110 | 1810,04 | 1810,04 | 1810,04 |
| 26 | TOTUMO EL HDA | 21080130 | 2152,77 | 2152,77 | 2348,47 |
| 27 | IQUIRA | 21085020 | 2096,70 | 2096,70 | 2096,70 |
| 28 | SAN RAFAEL | 21085030 | 2304,86 | 2304,86 | 2304,86 |
| 29 | TERPEYA COLOMBIA | 21085040 | 2228,24 | 2228,24 | 2228,24 |
| 30 | CUCHARO EL | 21090020 | 1997,70 | 1997,70 | 1997,70 |
| 31 | STA CECILIA | 21090030 | 1431,95 | 1431,95 | 1431,95 |
| 32 | PAPAGAYO HDA | 21090040 | 1740,59 | 1595,54 | 1595,54 |
| 33 | SANTA BARBARA | 21090110 | 1526,84 | 1526,84 | 1526,84 |
| 34 | CASA BOMBAS 2 | 21090120 | 1791,93 | 1642,60 | 1642,60 |
| 35 | CARDO 2 EL | 21090140 | 1632,44 | 1632,44 | 1632,44 |
| 36 | JUNCAL EL | 21095010 | 1558,31 | 1558,31 | 1558,31 |
| 37 | STA BARBARA FCA | 21100070 | 1907,14 | 1907,14 | 1907,14 |
| 38 | NUEVO PARAISO | 21100080 | 1543,48 | 1543,48 | 1543,48 |
| 39 | ARCADIA LA | 21100140 | 2123,93 | 2123,93 | 2123,93 |
| 40 | ALGECIRAS | 21105030 | 1376,85 | 1376,85 | 1376,85 |
| 41 | POTOSI HDA | 21105040 | 1591,13 | 1591,13 | 1591,13 |
| 42 | ROSALES LOS | 21105050 | 1448,41 | 1580,08 | 1580,08 |

| No. | NOMBRE | CODIGO | Precipitación 2011-2040 | Precipitación 2041-2070 | Precipitación 2071-2100 |
|-----|--------------------|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 43 | HIDROBETANIA | 21105060 | 1492,74 | 1492,74 | 1492,74 |
| 44 | HATO MILAGRO | 21110040 | 1314,85 | 1314,85 | 1314,85 |
| 45 | BARAYA | 21110070 | 1307,55 | 1307,55 | 1307,55 |
| 46 | POTOSI | 21110090 | 1870,53 | 1736,92 | 1870,53 |
| 47 | YEGUERA LA | 21110120 | 1631,40 | 1514,87 | 1631,40 |
| 48 | PUEBLO NUEVO | 21110130 | 1552,38 | 1693,50 | 1693,50 |
| 49 | MESA REDONDA | 21110160 | 1277,66 | 1277,66 | 1277,66 |
| 50 | HATO BOGOTA | 21110180 | 1336,23 | 1336,23 | 1457,70 |
| 51 | SINAI HDA | 21110310 | 1600,47 | 1486,15 | 1600,47 |
| 52 | POLONIA | 21110330 | 1348,37 | 1348,37 | 1470,95 |
| 53 | SUCRE | 21110350 | 1745,90 | 1745,90 | 1904,62 |
| 54 | STA HELENA | 21110400 | 1820,82 | 1986,35 | 1986,35 |
| 55 | GIRONDA LA HDA | 21110430 | 1754,56 | 1914,06 | 1914,06 |
| 56 | GUADUAL EL | 21110440 | 1966,50 | 1966,50 | 1966,50 |
| 57 | APTO BENITO SALAS | 21115020 | 1514,49 | 1514,49 | 1514,49 |
| 58 | SAN JOSE | 21115060 | 1603,06 | 1488,55 | 1603,06 |
| 59 | PORTAL EL | 21115070 | 1659,00 | 1659,00 | 1659,00 |
| 60 | VILLAVIEJA FFCC | 21115080 | 1367,41 | 1367,41 | 1481,36 |
| 61 | PALACIO-VEGALARGA | 21115100 | 1927,72 | 1927,72 | 1927,72 |
| 62 | LAURELES LOS | 21115140 | 1391,69 | 1391,69 | 1391,69 |
| 63 | VILLARANZA | 21115150 | 1644,81 | 1644,81 | 1644,81 |
| 64 | MANILA LA HDA AUTO | 21115180 | 1174,09 | 1174,09 | 1174,09 |
| 65 | PARAGUAY HDA | 21120010 | 2472,93 | 2472,93 | 2472,93 |
| 66 | PEREZ HDA | 21130050 | 1560,17 | 1440,16 | 1560,17 |
| 67 | ORGANOS | 21130080 | 2333,35 | 2333,35 | 2333,35 |
| 68 | ALTAMIRA DC HDA | 21130180 | 1876,14 | 1742,13 | 1876,14 |
| 69 | VENADO EL | 21140010 | 903,16 | 903,16 | 903,16 |
| 70 | ARIZONA | 21140030 | 905,85 | 905,85 | 905,85 |
| 71 | MIRAFLORES | 21140080 | 1390,15 | 1390,15 | 1390,15 |
| 72 | SAN JUANITO | 21140100 | 1829,95 | 1699,24 | 1829,95 |
| 73 | TOMO EL | 21140110 | 1404,68 | 1304,35 | 1404,68 |
| 74 | CRUCES LAS | 21140120 | 2056,53 | 2056,53 | 2056,53 |
| 75 | SAN ALFONSO | 21145040 | 1529,97 | 1420,68 | 1529,97 |
| 76 | STO DOMINGO | 21145060 | 956,15 | 956,15 | 956,15 |
| 77 | LEGIOSA LA | 21145070 | 2276,93 | 2504,62 | 2504,62 |
| 78 | PALETARA | 26015020 | 1308,14 | 1427,06 | 1427,06 |
| 79 | MARACAIBO | 44030070 | 3535,41 | 3977,34 | 3977,34 |
| 80 | APTO G ARTUNDUAGA | 44035020 | 3351,53 | 3351,53 | 3351,53 |
| 81 | MACAGUAL | 44035030 | 3275,77 | 3275,77 | 3275,77 |
| 82 | S.VCTE CAGUAN | 46015010 | 2510,07 | 2510,07 | 2510,07 |
| 83 | STA ROSA CAGUAN | 46015020 | 2723,61 | 2723,61 | 2723,61 |
| 84 | MAGUARE | 46035010 | 2998,51 | 2998,51 | 2998,51 |
| 85 | PTO RICO | 46035020 | 3872,05 | 3872,05 | 3872,05 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

Mapa 8. Modelo de precipitación para los escenarios de cambio climático



MODELOS DE PRECIPITACIÓN

CONVENCIONES

-  Páramo Los Pícachos
-  Límite municipal



Precipitación (mm)

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | 1,000 - 1,100 |  | 1,601 - 1,700 |
|  | 1,101 - 1,200 |  | 1,701 - 1,800 |
|  | 1,201 - 1,300 |  | 1,801 - 1,900 |
|  | 1,301 - 1,400 |  | 1,901 - 2,000 |
|  | 1,401 - 1,500 |  | 2,001 - 2,100 |
|  | 1,501 - 1,600 |  | 2,101 - 2,200 |

Fuente: Catálogo Shape del IDEAM, 2021

9.2 SENSIBILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LAS POSIBLES AFECTACIONES EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

Existe una estrecha relación entre el clima, el ecosistema y desarrollo, esto dadas las relaciones que se tejen en un espacio geográfico, en donde el clima configura las dinámicas ecosistémicas influyendo sobre la composición, mantenimiento y supervivencia de las especies, así como la contribución de manera directa en las actividades que adelanta el hombre, como aprovisionamiento de agua y alimento. Sin embargo, esta relación genera impactos tanto positivos o negativos, en donde se puede alterar el equilibrio del ecosistema.

Así las cosas, determinar la sensibilidad ambiental, entendiéndolo como “*el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales resultado de la alteración de procesos físicos, bióticos y socioeconómico debido a actividades de intervención antrópica del medio o desestabilización natural que se presentan en el ambiente*” (ANLA, 2021). A continuación, se describen las posibles presiones presentes en el Complejo de Páramo Los Picachos, que aporta información para la toma de decisiones a los diferentes actores del territorio.

9.2.1 Coberturas De La Tierra

Para la identificación de coberturas de la tierra de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover y de acuerdo con lo establecido en la estrategia metodológica, se descargaron las imágenes satelitales de la plataforma Planet, quienes manejan imágenes del satélite PlanetScope, quienes las recopilan y las procesan, para atender diferentes necesidades como agricultura de precisión, análisis temporales simples, respuesta a desastres, entre otros.

Las imágenes son capturadas como una tira continua de imágenes de un solo cuadro (Planet, 2021). Es importante recalcar, que estas imágenes son obtenidas de manera gratuita bajo la Iniciativa Internacional de Clima y Bosques de Noruega (NICFI, por sus siglas en

inglés) por lo que se proporciona una licencia CC-NC-Alike¹ en apoyo al propósito de NICFI. Se seleccionaron 10 imágenes de diciembre de 2019, las cuales presentan las siguientes características:

- Resolución espacial: 4,77 m por píxel
- Resolución espectral: Visual: R, G, B (3 bandas)
R, G, B, NIR (4 bandas)

Teniendo esta información, se realizó la combinación de tres bandas para generar la imagen de color compuesta y el resultado depende de los canales rojo, verde y azul, lo que permite identificar la información del espectro. La imagen RGB resaltó los aspectos del área de trabajo de acuerdo con el objeto del estudio, en donde las tonalidades más usuales fueron:

Tabla 14. Tonalidades usuales en una composición en falso color

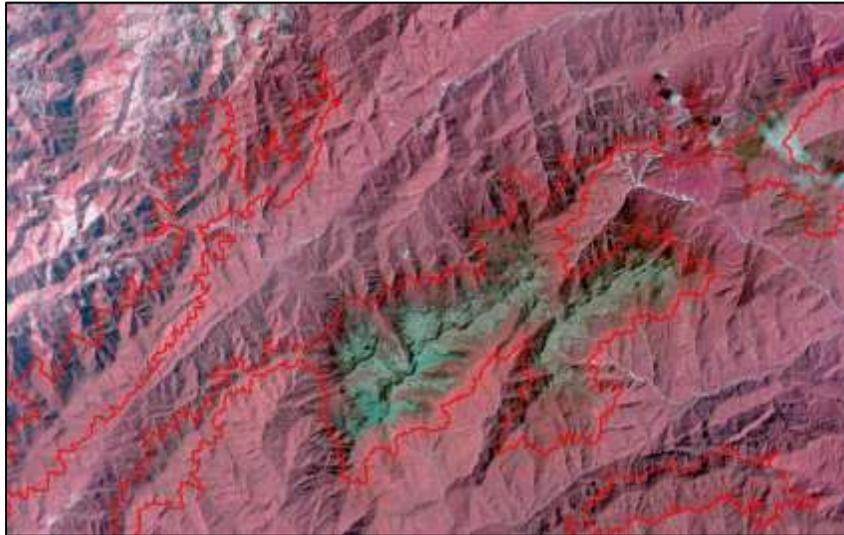
| Tonalidad | Representación |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Rojo | Vegetación sana y bien desarrollada. |
| Rosa | Áreas vegetales menos densa o con vegetación menos desarrollada |
| Blanco | Áreas con escasa o nula vegetación |
| Azul | Oscuro o negro indica la presencia de agua |
| Marrón | Vegetación arbustiva muy variable. |
| Beig- dorado | Zonas de transición, prados secos asociados a matorral ralo. |

Fuente: Ramos, 2021

En el proceso de composición de la imagen, se realizaron diferentes combinaciones de banda que permiten identificar el comportamiento de reflexión de los elementos objeto de estudio, en este caso las coberturas vegetales, así las cosas, se obtuvo como resultado la siguiente combinación RGB 4, 3 y 2, la cual se refleja en la

¹ Licencia CC - Creative Commons; NC - Non Commercial; Alike - Share alike. licencia de bienes comunes creativos, La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales, La explotación autorizada incluye la creación de obras derivas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Ilustración 4. Combinación de bandas



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

En la Ilustración 4. se muestra los colores resultantes de la combinación en la imagen utilizada, esta suele denominarse como “falso color infrarrojo” dada la similitud con una fotografía realizada con film infrarrojo color. Se aprecian colores rojos hasta rosas, los cuales corresponden a vegetación, en donde las áreas más oscuras representan vegetación arbórea densa como bosques, los rojos claros indican cultivos y praderas, los rosados a vegetación poco densa como pasturas naturales o herbazales, el color celeste que se observa corresponde a suelo desnudo, seco o áreas rocosas, el azul oscuro o negro está asociado a cursos o cuerpos de agua. También se encontró áreas de tono el marrón es vegetación arbustiva, por último, se observó colores verdes a verde azulado corresponden a parcelas aradas o suelos descubiertos con mayor o menor contenido de humedad (Teledet, 2021).

Resultado de esta fotointerpretación se realizó la clasificación de las coberturas de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) a escala 1:25.000, como se presenta a continuación:

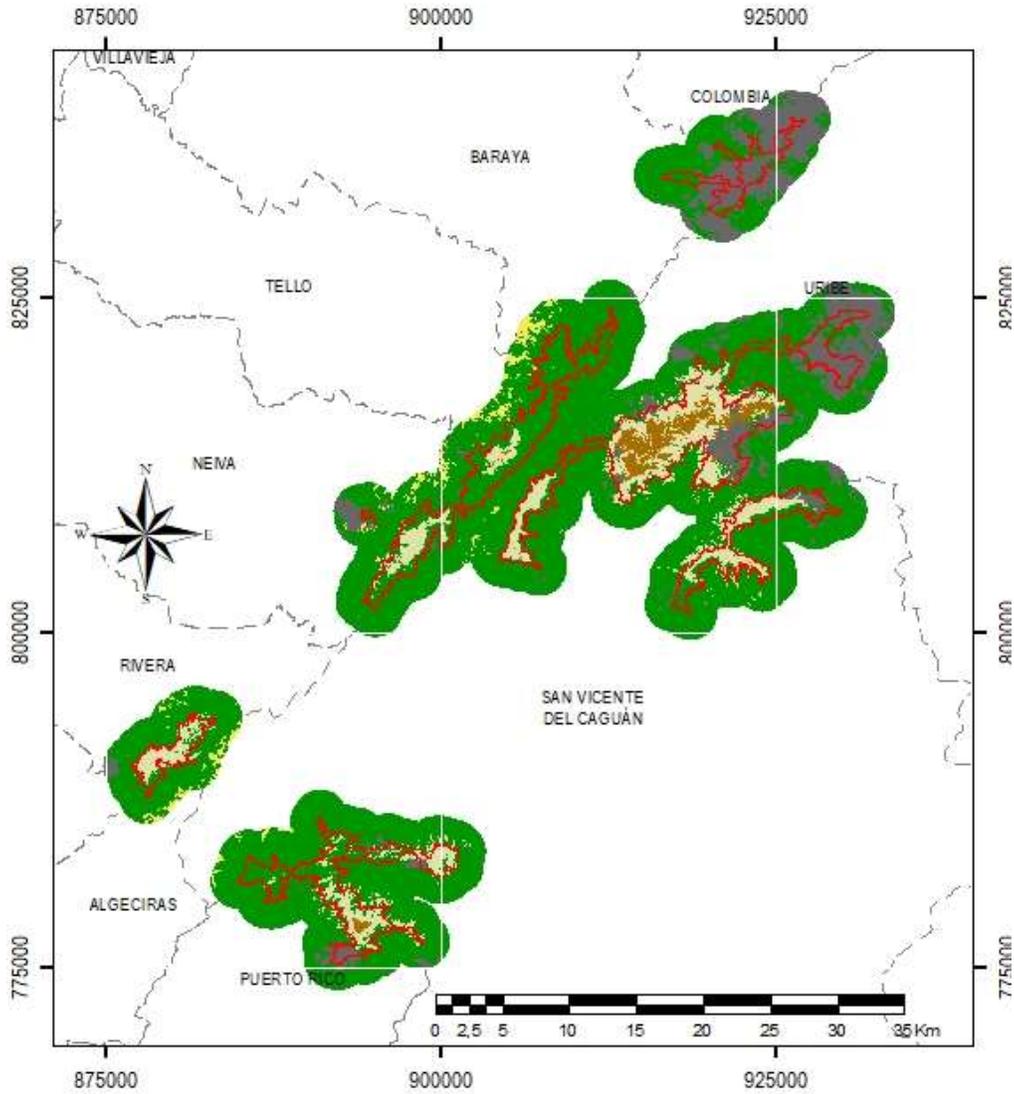
Tabla 15. Codificación de las unidades de cobertura de la tierra de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nom. | Área (ha) |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|-------|------------|
| Territorios agrícolas | Áreas agrícolas heterogéneas | Mosaico de pastos y cultivos | 2.4.2 | 53,7393341 |
| Bosques y áreas seminaturales | Bosques | Bosque denso | 3.1.1 | 56102,0553 |
| | Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva | Herbazal | 3.2.1 | 1679,20386 |
| | | Arbustal | 3.2.2 | 7788,94677 |
| Superficies de agua | Aguas continentales | Ríos (50 m) | 5.1.1 | 86,8006066 |
| Sin identificar | Sin identificar | Sin identificar | 9.9.9 | 1639,01528 |
| Total general | | | | 67349,7611 |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Dentro del nivel de Territorios Agrícolas, comprende las áreas dedicadas principalmente a la producción de alimentos, que abarcan desde cultivos, pastos y zonas agrícolas heterogéneas, puntualmente para el área de estudio se encuentran la cobertura Mosaico de pastos y cultivos, en el nivel 3 de detalle (Mapa 9). En cuando el grupo de bosques y áreas seminaturales comprende coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, las cuales se desarrollan en diferentes sustratos y pisos altitudinales dado que se definen de acuerdo con procesos climáticos, dentro de este grupo también se encuentran aquellas áreas conformadas por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, que surgen como respuesta de procesos naturales o inducidos por degradación Colombia (IDEAM, 2010). Dentro de esta última categoría se encuentran en el nivel 3 las coberturas Bosque denso, Herbazal y Arbustal. A continuación, se definirán cada una de las coberturas en nivel 3 de acuerdo a la metodología CORINE Land Cover para Colombia:

Mapa 9 Coberturas de la Tierra



MAPA DE COBERTURAS DE LA TIERRA



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Mosaico de pastos y cultivos (2.4.2)

Corresponde a tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales los tamaños de las parcelas son inferiores a 25 ha y el patrón de distribución de estos es demasiado confusa para representarlos de manera individual cartográficamente (IDEAM, 2010).

Bosque denso (3.1.1.)

Esta cobertura está constituida por una comunidad vegetal supeditada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).

Herbazal denso (3.2.1)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).

Arbustal (3.2.2)

Esta cobertura está definida como territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001).

Sin información

Las áreas definidas como sin información corresponden a aquellas que en el proceso de fotointerpretación arrojo que corresponden a nubes y sombras no permiten la identificación pertinente de la cobertura.

Una vez definidas las coberturas se realizó la definición de las franjas ecológicas, para lograr esto se utilizó un Modelo de Distribución Potencial (MDP) fundado en los tipos de vegetación dominante, las variables climáticas y topográficas, en este caso se tomó el mapa de coberturas, los modelos climáticos y se determinó la altitud, para lo cual se usaron las variables estructura vegetal, temperatura y altitud, determinando así el potencial de distribución de las franjas ecológicas para cada uno de los polígonos que conforman el Complejo de Páramo de Los Picachos.

Ilustración 5 Proporción de coberturas con respecto a la altitud



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Para el análisis de la franja ecológica de paramo, es importante definir de acuerdo con (Rivera y Rodríguez 2011), que, el límite inferior del ecosistema paramuno se encuentra en la zona de contacto entre el bosque altoandino y la parte baja del subpáramo. En ese sentido, la Ilustración 5 muestra la proporción de coberturas principales en la definición de las franjas, las cuales se toman a partir de la identificación de las coberturas a Bosque denso, Herbazal y arbustal vs la altitud, dando como resultado que los polígonos 1, 3, 5, 6 y 7, solo presentan franjas de Bosque Alto Andino y Zona de transición bosque páramo, el polígono 4, presenta franjas de Bosque Alto Andino, Zona de transición bosque páramo, y Subpáramo, y por último el polígono 2 presenta franjas de Bosque Alto Andino, Zona de transición bosque páramo, Subpáramo y paramo, esto teniendo en cuenta la Tabla 8.

Variación altitudinal de la abundancia de formas de crecimiento dominantes en la alta montaña. A continuación en la Tabla 16 e Ilustración 5, se presentan los límites superiores para cada una de las franjas de los 7 polígonos que comprenden el Complejo de Páramo de Los Picachos:

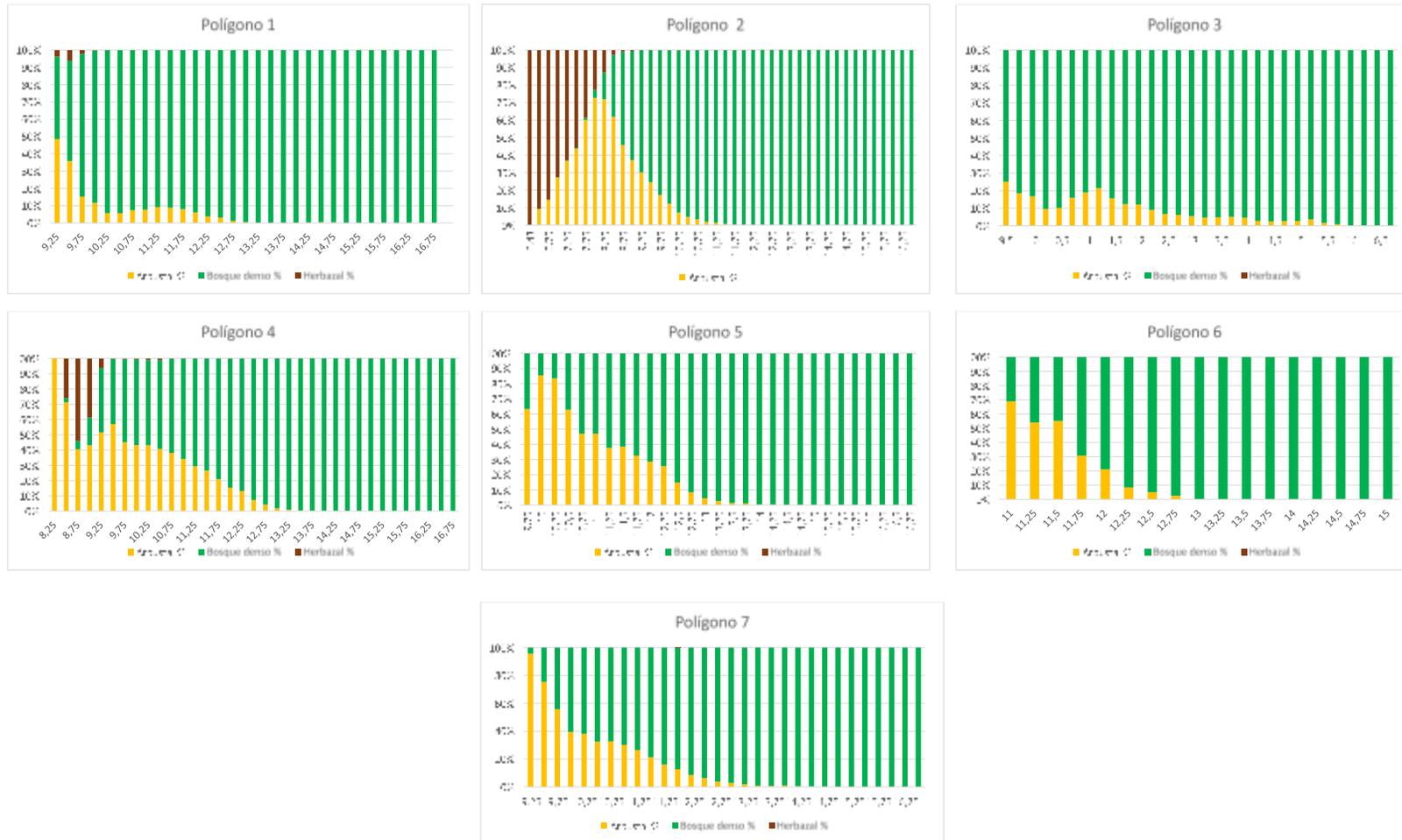
Tabla 16 límites superiores para cada una de las franjas

| Polígono | Nombre | Límites superiores (msnm) | | | |
|----------|----------------------------|---------------------------|----------|---------------|------------|
| | | Bosque | ZTB P | SUBPARAM O | PARAM O |
| 1 | Bella Vista | 3079 | 3085 | NP | NP |
| 2 | Cordillera de los Picachos | 3100 | 3226 | 3242 | 3455 |
| 3 | Pico Solera | 2798 | 2829 | NP | NP |
| 4 | Cerro El Diablo | 3077 | 3100 | 3235 | NP |
| 5 | Cerro El Diablo | 3022 | 3048 | NP | NP |
| 6 | Cerro El Triunfo | 2896 | 2909 | NP | NP |
| 7 | Cerro El Triunfo | 3104 | 3141 | NP | NP |

NP: No presenta

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Ilustración 6 Proporción de coberturas con respecto a la temperatura



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

En cuanto a las franjas de paramo frente a la temperatura, se encontró que el límite superior de bosque alto andino para los polígonos 1 y 2 va aproximadamente desde los 9,5° C, para los polígonos 7 y 4 desde los 10° C y para los polígonos 3, 5 y 6 desde los 11,5° C; en cuanto a la franja de transición de bosque páramo como se muestra en la Tabla 17, esta no se presenta para los polígonos 1 y 3. Por otro lado, para la franja de subpáramo se presenta únicamente para los polígonos 2 y 4, y por último la franja de paramo solo se da para el polígono 4, con temperaturas inferiores a 7,5°C.

Tabla 17 Límites superiores de temperatura para cada franja

| Polígono | Nombre | Límites superiores | | | |
|----------|----------------------------|--------------------|---------|-----------|--------|
| | | Bosque | ZTBP | Subpáramo | Páramo |
| 1 | Bella Vista | 9,75 | NP | NP | NP |
| 2 | Cordillera de los Picachos | 9,5 | 8,75 | 7,5 | < 7,5 |
| 3 | Pico Solera | 11,25 | NP | NP | NP |
| 4 | Cerro El Diablo | 10,5 | 9,5 | 8,75 | NP |
| 5 | Cerro El Diablo | 11,25 | < 11,25 | NP | NP |
| 6 | Cerro El Triunfo | 11,5 | < 11 | NP | NP |
| 7 | Cerro El Triunfo | 10 | < 10 | NP | NP |

NP: No presenta

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante considerar la posibilidad que se presenten cambios en los ecosistemas bajo las condiciones climáticas de los escenarios de cambio climático establecidos en la tercera comunicación nacional de Cambio Climático, esto para comprender los factores que establecen la distribución de especies y los patrones espaciales del territorio (Sarmiento, C., y León, O. (eds.). 2015.). para con ello identificar el porcentaje de cambio en las franjas, y se obtuvo lo siguiente para cada periodo:

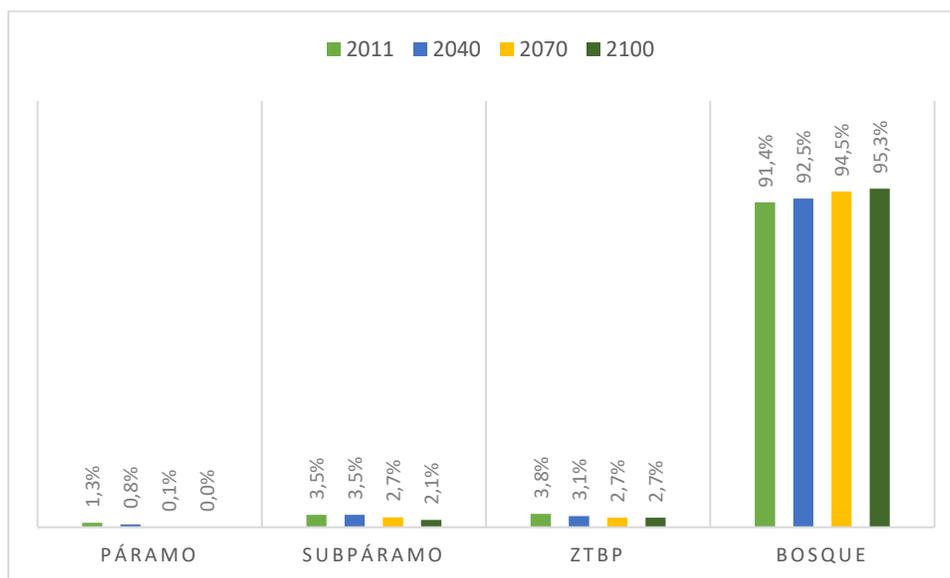
Tabla 18 Área de franjas ecológicas de páramo para cada escenario de cambio climático

| Franja | 1981-2010 | | 2011-2040 | | 2041-2070 | | 2071-2100 | |
|----------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | ÁREA (ha) | ÁREA (%) |
| Páramo | 11138962,1 | 1,27% | 6977972,7 | 0,79% | 666068,4 | 0,08% | 72696,0 | 0,01% |
| Subpáramo | 30829632,4 | 3,51% | 31053064,7 | 3,54% | 24132930,8 | 2,75% | 18121538,9 | 2,06% |
| ZTBP | 33284959,9 | 3,79% | 27419682,6 | 3,12% | 23758587,6 | 2,71% | 23389985,9 | 2,66% |
| Bosque | 802924723,5 | 91,43% | 812727558,1 | 92,55% | 829602077,4 | 94,47% | 836594057,2 | 95,26% |
| Total general | 878180290,0 | 100% | 878178278,0 | 100% | 878159664,2 | 100% | 878178278,0 | 100% |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

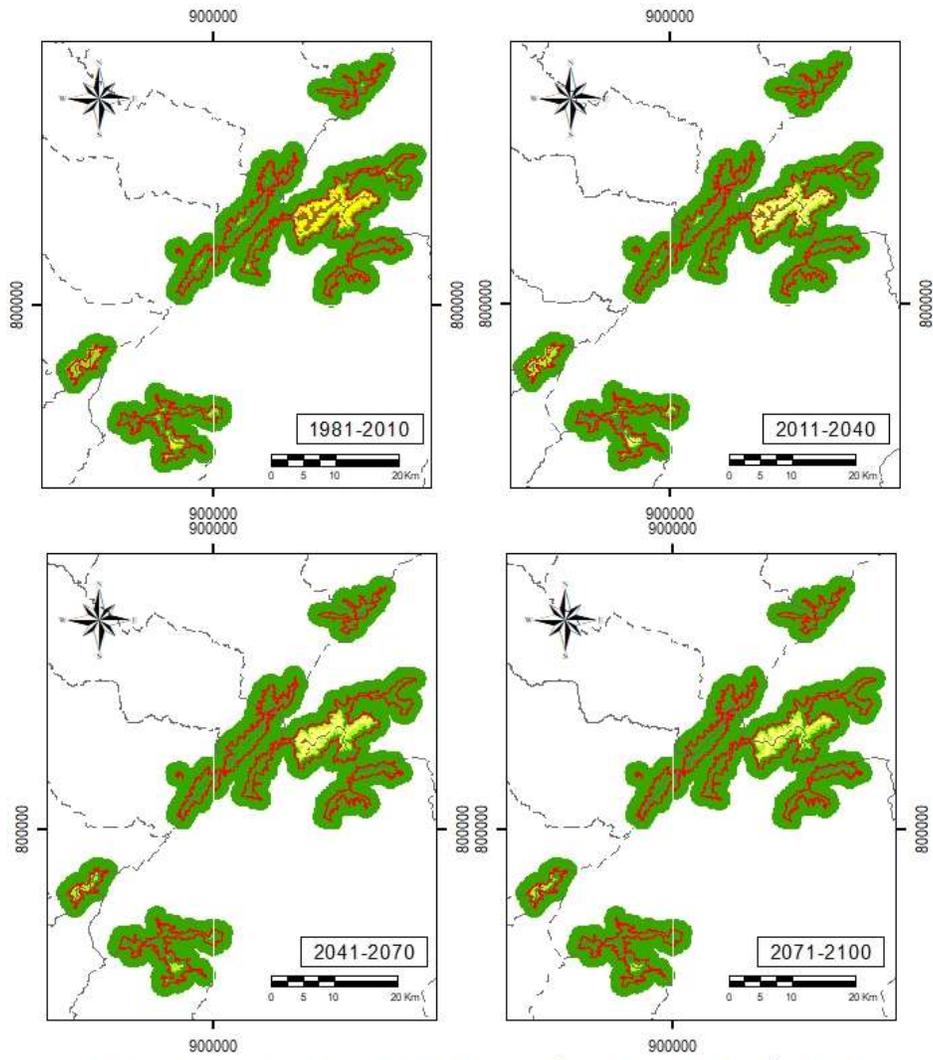
Para los tres escenarios de cambio climático se evidencia una disminución de las franjas de Páramo, Subpáramo y ZTBP y aumento en la de bosque Alto andino, como se presenta en la Ilustración 7 y Tabla 18. En estos se aprecia que el escenario en el que se presentan cambios fuertes para las cuatro franjas corresponde al del 2041-2070, es el periodo en el que se evidencia mayor pérdida debido al cambio en la temperatura (Mapa 9) .

Ilustración 7 Porcentaje de área de las franjas ecológicas de páramo para cada escenario de cambio climático



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Mapa 10 Cambio de las Franjas ecológicas del páramo



CAMBIO DE LAS FRANJAS ECOLÓGICAS DEL PÁRAMO

CONVENCIONES

-  Páramo Los Picachos
-  Límite municipal



Franjas ecológicas del páramo

-  Páramo
-  Subpáramo
-  ZTBP
-  Bosque

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

9.2.2 Cruce De Información Geográfica – Análisis Sensibilidad Uso Del Suelo

De acuerdo con Biringer et al., 2005 (citado por Alarcón & Pabón, 2013), los páramos son ecosistemas altamente frágiles debido a las características como la localización geográfica y extensión, lo que hace que tenga poca capacidad de adaptación al ser estos ecosistemas de alta montaña, lo que dificulta en gran medida la migración de las especies hacia regiones con condiciones climáticas adecuadas para su establecimiento, esto sin tener en cuenta la presión que puedan presentar frente a actividades antrópicas como la agricultura, ganadería, minería y entre otras variables. En ese sentido, se estudiaron estas interacciones para identificar cambios y conflictos en el uso del suelo y reconocer los posibles puntos de presión para el Complejo de Páramo de Los Picachos.

Determinantes ambientales

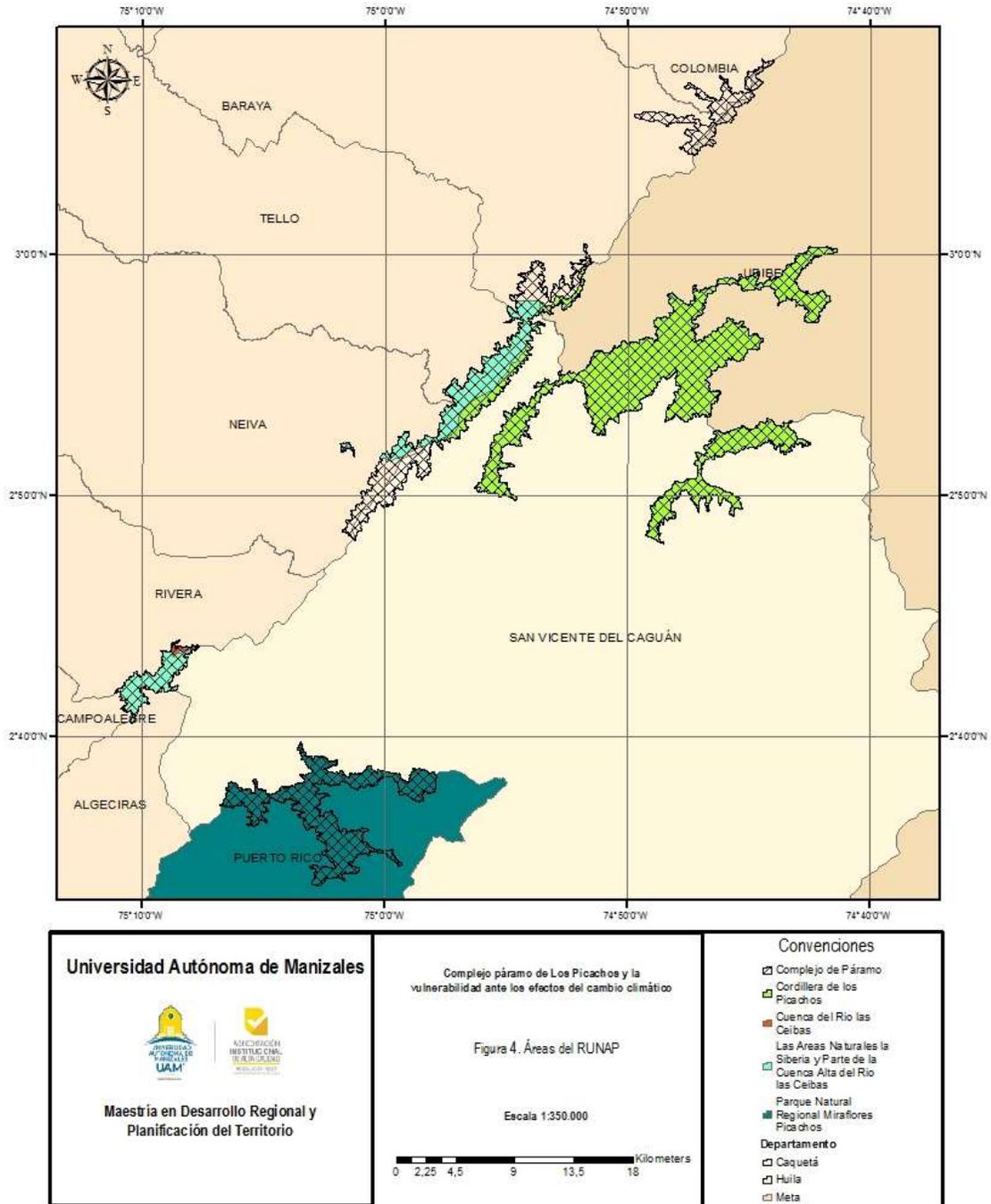
El complejo cuenta con 20.746,56 ha (Tabla 19) que hacen parte del Parque Nacional Natural Cordillera de Los Picachos, Reserva Forestal Protectora de la Cuenca del Río Las Ceibas, el Parque Natural Regional La Siberia y Parque Natural Regional Miraflores Picachos, lo que corresponde al (86.90%) del complejo del páramo de Los Picachos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 19 Áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) para el complejo de Páramo Los Picachos

| Categoría | Nombre | Accidente Geográfico (Polígono) | Área (ha) |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| PNN | Cordillera de los Picachos | Pico Solera (3) Cordillera de los Picachos (2) Cerro El Triunfo (7) | 13378,12 |
| CAM | Las Areas Naturales la Siberia y Parte de la Cuenca Alta del Río las Ceibas | Cerro El Diablo (5) Cerro El Triunfo (6) (7) | 3360,44 |
| MADS | Cuenca del Río las Ceibas | Cerro El Diablo (5) | 65,51 |
| CORPOAMAZONIA | Parque Natural Regional Miraflores Picachos | Cerro El Diablo (4) | 3942,49 |
| Total área | | | 20746,56 |

Fuente: Shape Resolución MADS 0498 de 2016 - RUNAP, 2020

Mapa 11 Áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) para el complejo de Páramo Los Picachos



Fuente: Shape Resolución MADS 0498 de 2016 – SIAC, 2020

Uso del Suelo

El suelo es un componente vital para los medios bióticos y abióticos, dado que es el soporte de la vida, está constituido por materia orgánica, minerales, agua, organismos, entre otros, que desarrollan funciones indispensables para los procesos que se dan en el planeta, de igual manera, es parte fundamental para el desarrollo del territorio y culturas, razones por las cuales se requiere de un uso adecuado, en equilibrio con los demás recursos naturales y las comunidades.

Así las cosas, y entendiendo la importancia del suelo, se analizó este recurso dado que al ser este un elemento que determina la estructura y el funcionamiento de ciclos de nutrientes, agua y biogeoquímicos; la biodiversidad y también influye en la regulación del clima, sostenimiento de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. Sin embargo, una mala gestión sobre el uso del suelo puede fomentar el deterioro y generar alteraciones en los diferentes procesos de los ciclos biológicos. Además, puede llevar a una difícil, costosa y en algunos casos demorada recuperación de su ecosistema, siempre y cuando sea posible, no en todos los casos se puede recuperar hasta llevar al estado inicial. En consonancia con lo anterior, se presenta la superposición de información oficial, respecto al uso del suelo y otras variables que influyen en él.

a. Clases Agrologicas

Considerando el documento técnico clasificación de las tierras por su capacidad de uso elaborado por el IGAC (2014), bajo el cual se establecen la capacidad de uso de la tierra basados en efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos, en lo referente a riesgo de deterioro, limitaciones del uso, capacidad de producción y los requerimientos del manejo del suelo.

En esta misma clasificación, las tierras se agrupan en clases agrologicas, a partir de las cuales se identifica el potencial de uso, esa agrupación se define bajo 3 niveles o categorías, las cuales corresponden a la generalización de la información de la capacidad del suelo para

la producción de cultivos, protección de áreas vulnerables o a la necesidad de conservación y/o recuperación IGAC (2014), Las clases se categorizan en tres grandes grupos:

Tabla 20 Clases agrologicas y su capacidad de uso

| Clases | Capacidad |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I, II, III, IV | Tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi-intensivo |
| V,VI,VII | Tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales |
| VIII | Tierras que deben ser utilizadas sólo en preservación, conservación y ecoturismo |

Fuente: IGAC (2014)

Dicho lo anterior, se identificó la capacidad de uso del suelo para el área delimitada del Complejo de Páramo de Los Picachos, con los mapas de capacidad de uso de tierras del territorio colombiano a escala 1:100.000 para los departamentos de Huila (1994), Meta (2000) y Caquetá (2014), en los cuales se definieron las unidades cartográficas de capacidad de uso con sus respectivos componentes: Clase, Subclase, Grupo de manejo, Principales Limitantes y Prácticas de Manejo.

Al proyectar en ArcGis 10.8, los mapas de capacidad de uso de tierras se encontró lo siguiente:

Al ser estos mapas elaborados para cada departamento en diferentes años (Huila – 1994, Meta – 2000 y Caquetá – 2014), se halló que la información contenida para la capa hace referencia únicamente a la clase agrologica, para los departamentos de Meta y Caquetá la información de la capa describe la clase, subclase, principales limitantes, usos recomendados y prácticas de manejo. En ese sentido para el área de estudio se encontraron las siguientes clases agrologicas:

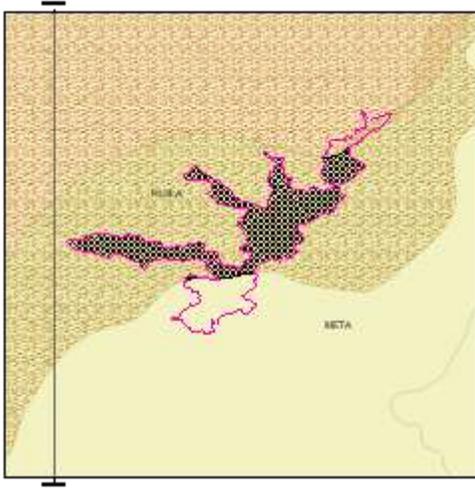
Tabla 21 Clases agrologicas del Complejo de Páramo Los Picachos

| Símbolo | Descripción | Subclase | Descripción |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II | presentan limitaciones ligeras que pueden reducir la posibilidad de elección de plantas para cultivo y requieren prácticas de manejo fáciles de aplicar, incluyendo las de conservación, para prevenir su degradación o para mejorar la relación agua-aire. | s | Limitaciones del suelo que afectan al desarrollo radicular |
| VI | presentan limitaciones muy severas que en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. | s | Limitaciones del suelo que afectan al desarrollo radicular |
| VII | Presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor | p-k | Tierras de relieve quebrado a fuertemente quebrado, con pendientes de 25-50%, los suelos formados a partir de rocas sedimentarias o con influencias variable de cenizas volcánicas, tienen baja evolución, son generalmente superficiales profundos, bien drenados, localmente pedregosos, de fertilidad baja y tienen alta fijación de fósforo, están afectados por proceso erosivos. |
| | | ts | limitaciones muy severas tales como pendientes fuertes, suelos superficiales, clima extremadamente frío, erosión ligera a moderada, escasez de humedad, baja fertilidad, pH menor de 5.0 y alta saturación de aluminio. |
| | | s | Limitaciones del suelo que afectan al desarrollo radicular |
| | | sc | Limitaciones del suelo que afectan al desarrollo radicular y limitaciones climáticas. |
| VIII | Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas. | | |

Fuente: IGAC (2014)

Sin embargo, se presentaron imprecisiones en las áreas, esto dado a que se presentan traslapes de información entre los mapas.

I. Polígono 1. Bella Vista

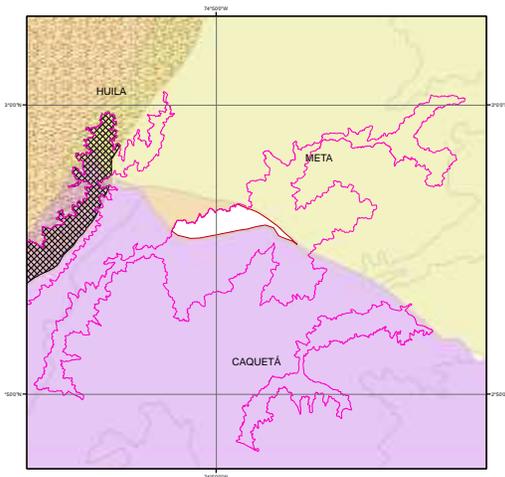


En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Huila, se presentan clases agrologica II, VI, VII y VIII.

Para el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Caquetá, se presentan clase agrologica VII.

Se presenta traslape (achurado negro) de 1061,268 ha, entre las clases agrologicas VI para el departamento del Huila y VIII para el departamento del Meta.

II. Polígono 2. Cordillera de los Picachos.

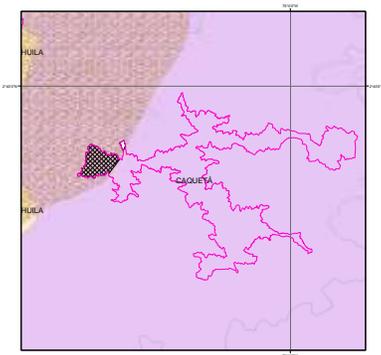


En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Caquetá, se presenta clase agrologica VII.

En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Meta, se presenta clase agrologica VIII.

Sin embargo, se presenta un vacío de información (área naranja), por lo cual no se puede definir la clase agrologica a partir de los mapas de capacidad de uso de tierras

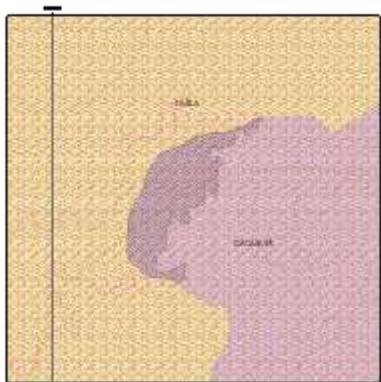
III. Polígono 4. Cerro el Diablo



En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Caquetá y del Huila, se presenta clase agrologica VIII.

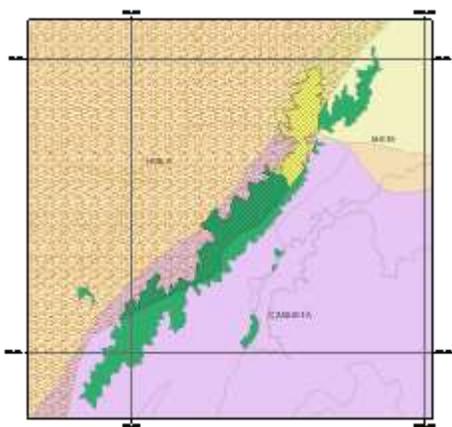
Sin embargo, se presenta traslape (achurado negro) de 281,8797 ha,

IV. Polígono 5. Cerro el Diablo



En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para el departamento del Huila todo el polígono se encuentra en clase agrologica VII, sin embargo, para el Caquetá se encuentran 316,2508 en clase VIII, que es el área que presenta traslape (Achurado negro).

V. Polígono 7. Cerro El Triunfo

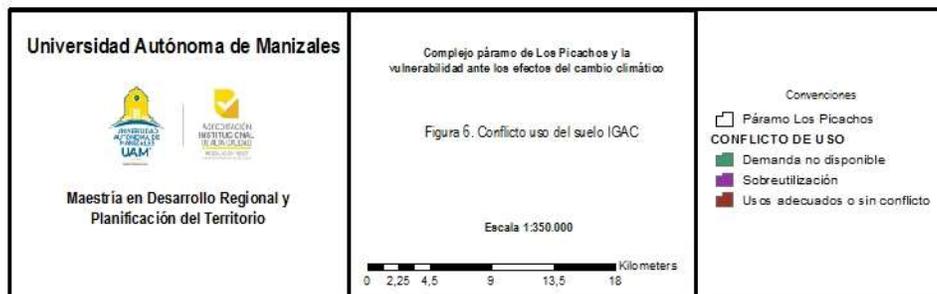
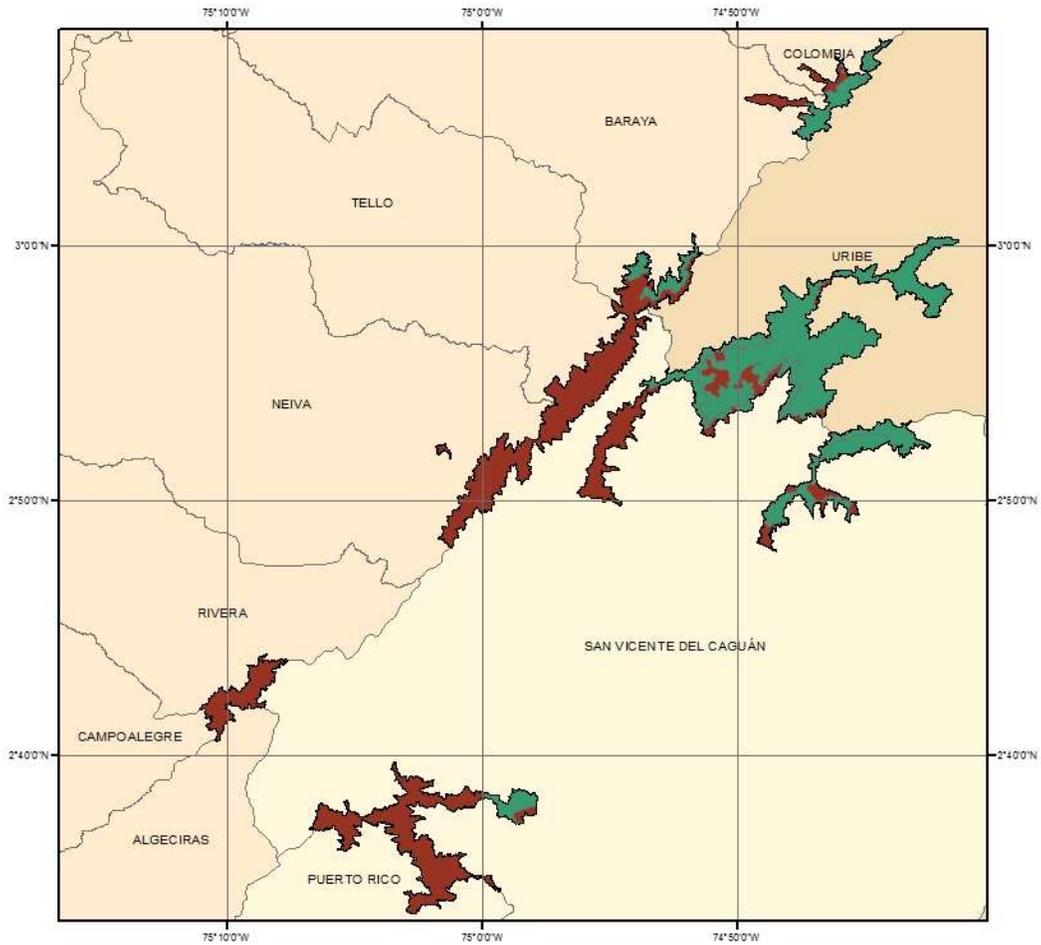


En el mapa de capacidad de uso de tierras elaborado por el IGAC para los departamentos del Caquetá y del Meta, Huila todo el polígono se encuentra en clase agrologica VIII (verde).

Sin embargo, para el departamento del Huila, el predio presenta clases Agrologicas VII (amarillo) y VIII (verde), encontrándose un traslape de se presenta traslape (achurado negro) de 2767,9426 ha.

b. Conflicto Uso Del Suelo

Mapa 12 Conflicto uso del suelo en El Complejo de Páramo de Los Picachos



Fuente: Shape conflicto uso del suelo escala 1:100.000 - IGAC, 2020

c. Frontera Agrícola – UPRA

La Frontera Agrícola Nacional mediante la Resolución 261 de 2018, está definida como “*el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de ley*”. Esta se constituye en una herramienta que permite orientar la formulación de políticas públicas, gestión de inversiones en el sector rural, promover el uso sostenible del territorio, permite identificar y poder disminuir la pérdida de ecosistemas y áreas de importancia ambiental.

La delimitación y zonificación de la Frontera Agrícola Nacional, surge de los compromisos adquiridos por el Gobierno Nacional en el punto 1 *Hacia un Nuevo Campo Colombiano: Reforma Rural Integral, del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera*; el cual considera asuntos como protección de zonas de reserva, áreas de importancia ecosistémica y ambiental, acceso y uso de la tierra, formalización de la propiedad, entre otros (MADS, 2021). Uno de los resultados de esto es el Plan de Zonificación Ambiental que delimita la frontera agrícola, en el cual se caracteriza el uso de las áreas que deben presentar manejo ambiental especial, como lo son las áreas de reserva forestal, Páramos, ecosistemas frágiles, humedales, cuencas, entre otras áreas de especial importancia ecosistémica.

Dicho lo anterior, a través del Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria, visor geográfico oficial del sector agropecuario, el cual suministra información oficial, se consultó y descargó el Shape File de Frontera agrícola nacional de escala 1:100.000 (2019) elaborado por la UPRA, con el fin de identificar la zonificación bajo la cual se encuentra el Complejo de Páramo de Los Picachos.

De acuerdo con la metodología implementada por la UPRA en el 2018, para la zonificación de la frontera agrícola, se tomaron las figuras de áreas de manejo y protección del medio ambiente y de los recursos naturales, que tienen restricciones en el uso del suelo, es así que se realizó la categorización de las áreas establecidas por el Decreto 2811 de 1974, Decreto

2372 de 2010, la Ley 1450 de 2011, la Ley 1753 de 2014, el Decreto 1076 de 2015, el Plan Nacional de Restauración 2015 y el Inventario de Humedales Ramsar en Colombia 2016 (MADS, 2017). De acuerdo con esto los complejos de páramo se encuentran en la categoría de ordenamiento de preservación.

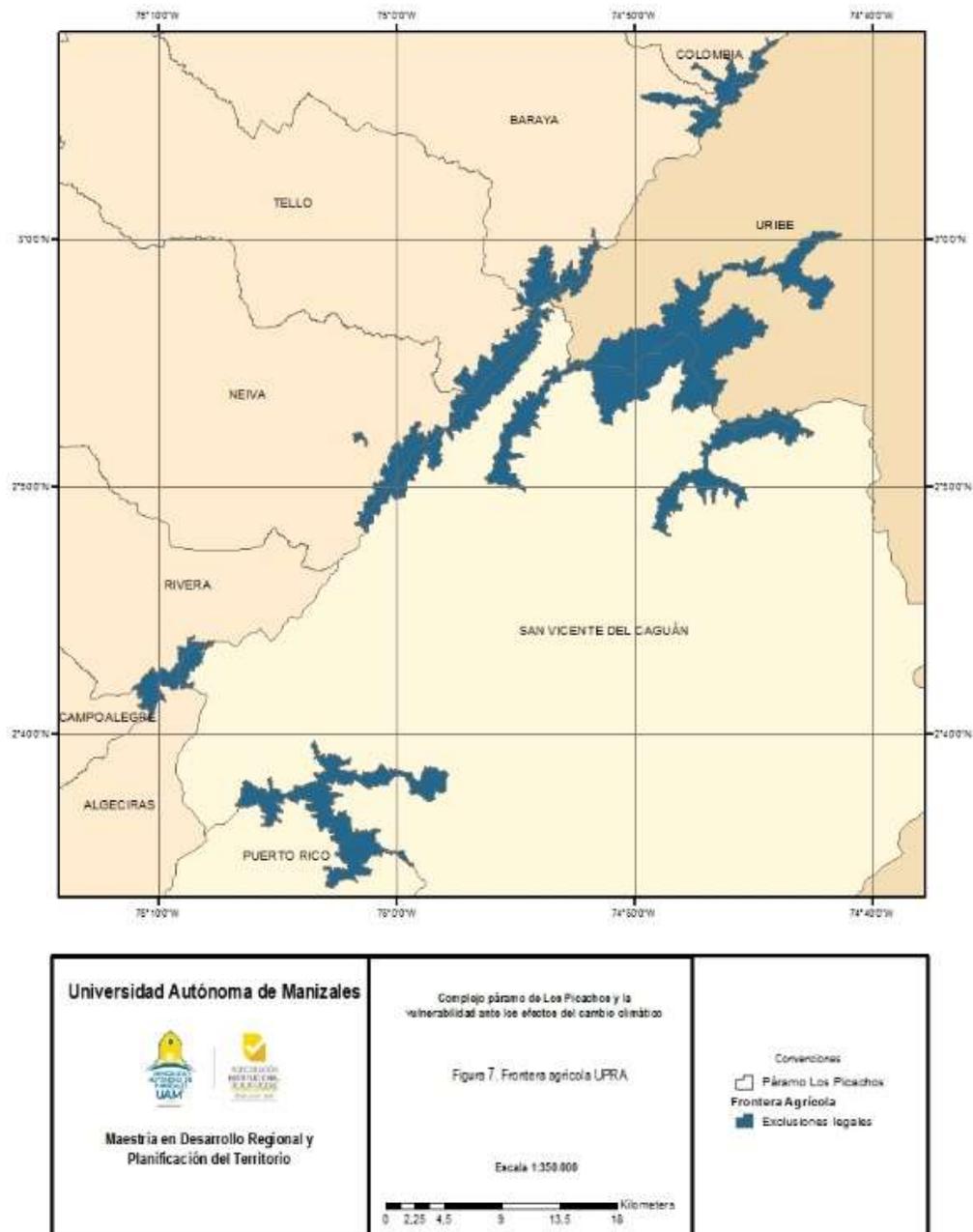
Dada esta categoría para los páramos, la metodología de la UPRA establece las áreas de exclusión, estas definidas como aquellas en las que no se permiten actividades agropecuarias por normativa y obedecen a criterios ambientales o patrimonio arqueológico; y en las cuales se zonifica el Complejo de Páramo de Los Picachos como se muestra en la Tabla 22

Tabla 22 Zonificación de la Frontera Agrícola Nacional en El Complejo de Páramo de Los Picachos

| Departamento | Clasificación | Area (Ha) |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| Caquetá | Exclusiones legales | 12485,34793 |
| Meta | Exclusiones legales | 6395,083278 |
| Huila | Exclusiones legales | 4992,446135 |
| Total | | 23872,87734 |

Fuente: Shape escala 1:100.000 Frontera Agrícola Nacional UPRA - SIPRA, 2019

Mapa 13 Zonificación de la Frontera Agrícola Nacional en El Complejo de Páramo de Los Picachos



Fuente: Shape escala 1:100.000 Frontera Agrícola Nacional UPRA - SIPRA, 2019

d. PDET

En el mismo marco del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, punto 1, plantea la Reforma Rural Integral (RRI), bajo el cual se propone la transformación estructural del campo mediante la adopción y promoción del uso adecuado de la tierra con respecto a su vocación, esta transformación busca el cierre de la frontera agrícola, en donde las diferentes comunidades de campesinos, indígenas, negras, afrodescendientes, raizales y palenqueras reconocen en sus territorios el ordenamiento socio-ambiental. Es bajo estos criterios del acuerdo que se priorizan 16 subregiones y 170 la aplicación de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) en el marco de RRI (MADS, 2019).

Los PDET, Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial, presentan lineamientos ambientales para el ordenamiento ambiental de las subregiones PDET, los cuales apuntan al cierre de la frontera agrícola y la protección de Áreas de Especial Interés Ambiental – AEIA (MADS, 2019). Para el 2019 se elaboró el documento de “Lineamientos ambientales de uso del suelo específicos de cada subregión de PDET” en este se determina la zonificación ambiental a escala 1:100.000, en categorías agrupadas en áreas exclusivas para las AEIA, las exclusivas de Franja de estabilización y la Frontera agrícola y las compartidas o comunes a los tres ámbitos territoriales.

Para el Acuerdo de Paz, la sostenibilidad socio ambiental, es uno de los pilares, y resulta de reconocer y tener en cuenta las necesidades demandadas, las particularidades y características sociales y económicas de los territorios. Sin embargo, no la zonificación realizada por el MADS no modifica el régimen ambiental de las AEIA, tiene en cuenta la dinámica de colonización y la expansión de la frontera agrícola sobre las AEIA y los cambios asociados al uso del suelo; en las áreas en las que se presentan superposición de estas dos se restringen o condicionan las actividades agropecuarias según sea el caso, y en aquellas en que la Frontera agrícola y las AEIA sean colindantes, se desarrollaran actividades con un manejo agro ambiental diferencial, con alternativas de desarrollo sostenible para las comunidades que habitan o colindan en estas, las cuales corresponden a las franjas de estabilización de la frontera agrícola. (MADS, 2019).

Una vez definido esto, se realizó el cruce de información entre el área del Complejo de Páramo de Los Picachos y la zonificación ambiental de los municipios PDET escala 1:100.000 actualizada por el MADS a Julio de 2020, se encontró lo siguiente:

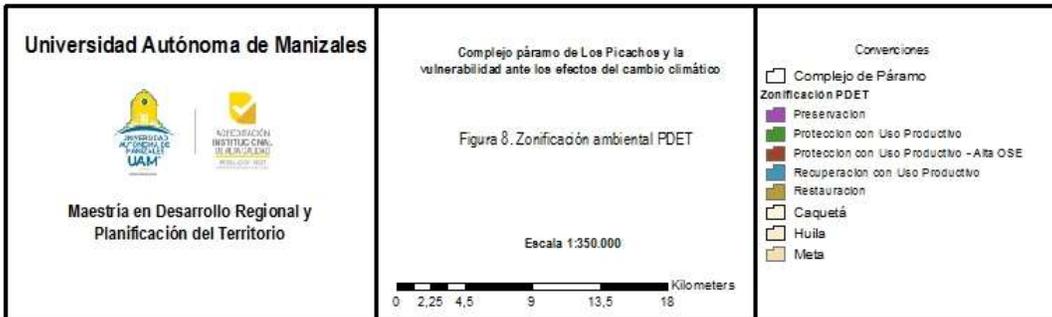
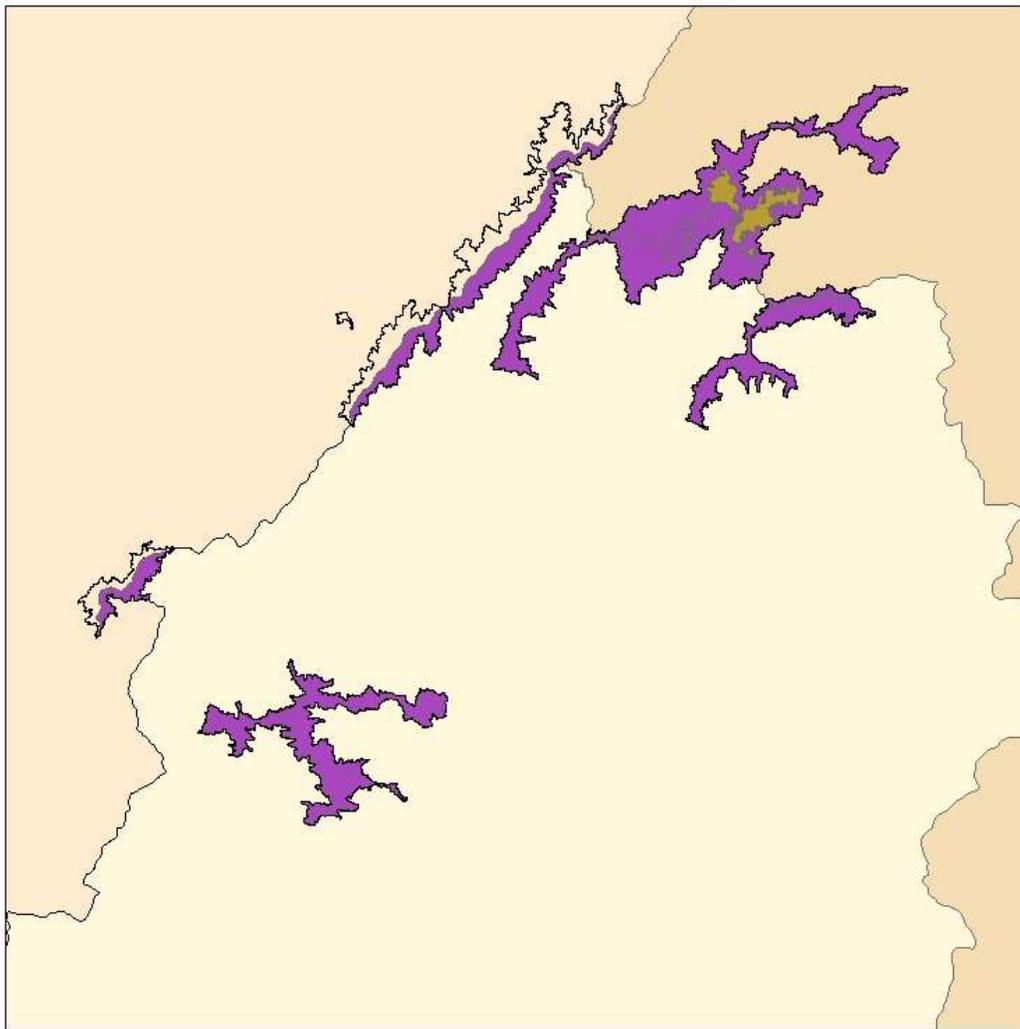
Tabla 23 Zonificación ambiental PDET en el Complejo de Páramo de Los Picachos

| Nombre PDET | Categoría | Área (Ha) | Área (%) |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| Cuenca del Caguán y Piedemonte Caqueteño | Preservación | 12703,80 | 53,21 |
| | Protección con Uso Productivo | 0,06 | 0,00 |
| | Recuperación con Uso Productivo | 2,61 | 0,01 |
| | Restauración | 65,21 | 0,27 |
| Macarena - Guaviare | Preservación | 5441,65 | 22,79 |
| | Protección con Uso Productivo Subcategoría Alta OSE | 0,18 | 0,00 |
| | Restauración | 953,25 | 3,99 |
| Sin información de zonificación | | 4706,12 | 19,71 |
| TOTAL GENERAL | | 23872,88 | 100,00 |

Fuente: Shape zonificación ambiental de los municipios PDET escala 1: 100.000 –MADS, 2020

En el Mapa 14 la zonificación que realizó el MADS no cubre el 100% del Complejo de Páramo de los Picachos, razón por la cual para el departamento del Huila presenta 4706,12 ha (19,71%) sin información y con 297,64 ha en categoría de preservación. En general se puede observar que 18145,44 ha es decir el 76,01% se encuentra en la categoría de preservación y el 3,99% en categoría de restauración. Es importante aquí resaltar, que la escala de la zonificación ambiental corresponde a 1:100.000 y la escala del área delimitada para el complejo de páramos corresponde a 1:25.000, por lo cual se pueden presentar problemas en la definición de áreas.

Mapa 14 Zonificación ambiental PDET en el Complejo de Páramo de Los Picachos



Fuente: Shape zonificación ambiental de los municipios PDET escala 1: 100.000 –MADS, 2020

e. ANT

La Agencia Nacional de Tierras (ANT) es la máxima autoridad de tierras en Colombia, es a su vez la encargada de consolidar y mantener el ordenamiento social de la propiedad rural, en ese sentido, se tomó la información del portal de datos abiertos frente a:

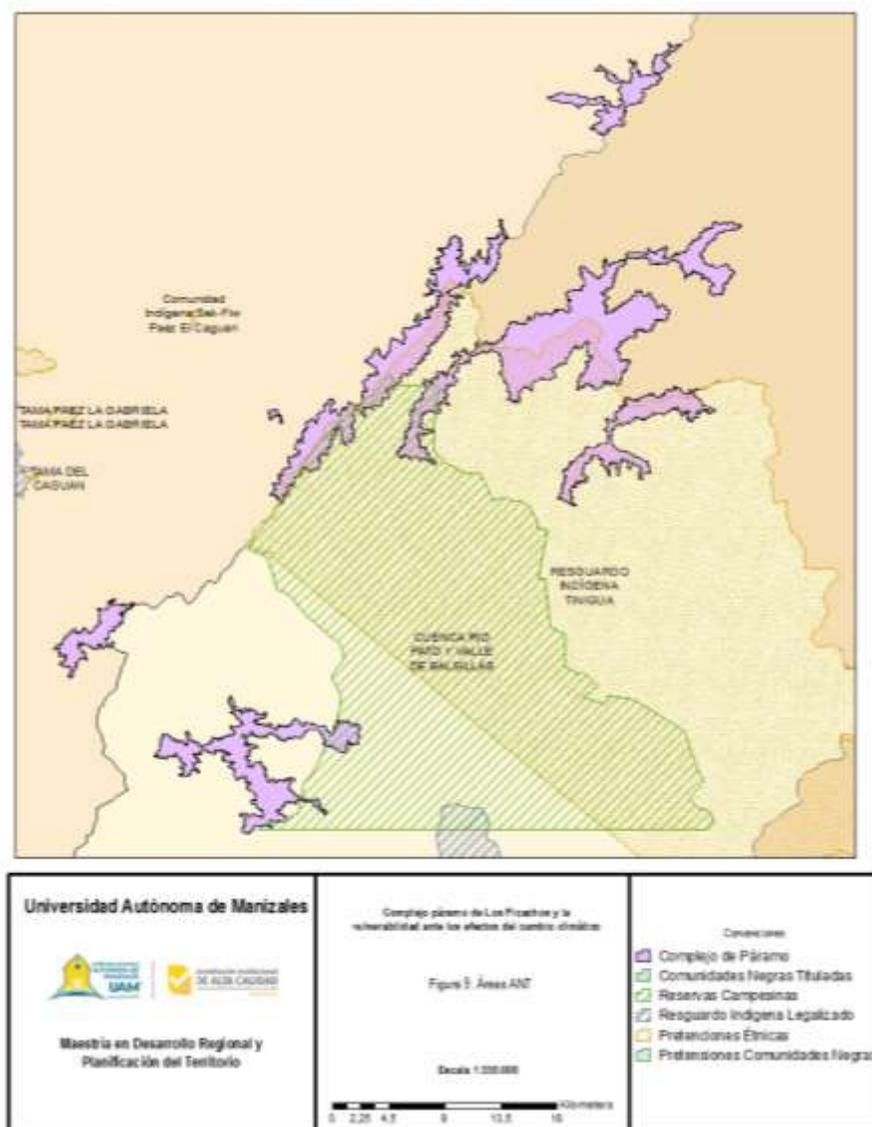
Tabla 24 Definiciones consultadas ante la ANT

| Grupo | Definición |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zonas de Reserva Campesina | Corresponden a un movimiento socio-territorial, las cuales tienen en cuenta una apropiación material y simbólica del espacio geográfico, que pueden o no, coincidir con las formas estatales actuales. |
| Pretensiones Comunidades Negras | Es el proceso que tramita una Comunidad Negra Ante la ANT, para dotar de tierras baldías, adquiridas por el Consejo Comunitario o la ANT, donadas o cedidas por particulares o entidades estatales, del Fondo Nacional Agrario a las comunidades Negras con el fin de facilitar su adecuado asentamiento y desarrollo étnico, de conformidad con sus prácticas tradicionales de producción. |
| Resguardos Indígenas | Los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva que goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio. (Artículo 21, decreto 2164 de 1995). |
| Consejos Comunitarios | Se entienden como el conjunto de familias de ascendencia afrocolombiana que poseen una cultura propia, comparten una historia y tienen sus propias tradiciones y costumbres dentro de la relación campo-poblado, que revelan y conservan la conciencia de identidad que las distinguen de otros grupos étnicos. La Comunidades Negras se organizan como Consejo Comunitario para Solicitar ante el Estado la dotación de tierras en su favor, reglamentada en la Ley 70 de 1993, y en los Decretos 1745 de 1995 compilado en el 1066 de 2015 |
| Pretensiones Étnicas Indígenas | Es el proceso que tramita una comunidad étnica ante la ANT, para dotar de tierras baldías, donadas o cedidas por particulares o entidades estatales, del Fondo Nacional Agrario a las comunidades Negras con el fin de facilitar su adecuado asentamiento y desarrollo étnico, de conformidad con sus prácticas. |

Fuente: Portal de Datos Abiertos de la ANT, 2021

Resultado de la verificación de datos entre el perímetro del complejo de Páramo de Los Picachos y las bases de la ANT, se identificó un traslape con la Zona de Reserva Campesina (ZRC) Cuenca del Río Pato y Valle de Balsillas (Resolución 055 de 18/12/1997), adicional a esta zona, se encontró una pretensión de declaración del resguardo indígena Tinigua (Solicitud realizada en el 2015, el predio corresponde a un baldío) lo cual se representa en el Mapa 15.

Mapa 15 Áreas de la Agencia Nacional de Tierras en el Complejo de Páramo de Los Picachos



Fuente: Portal de Datos Abiertos de la ANT, 2021

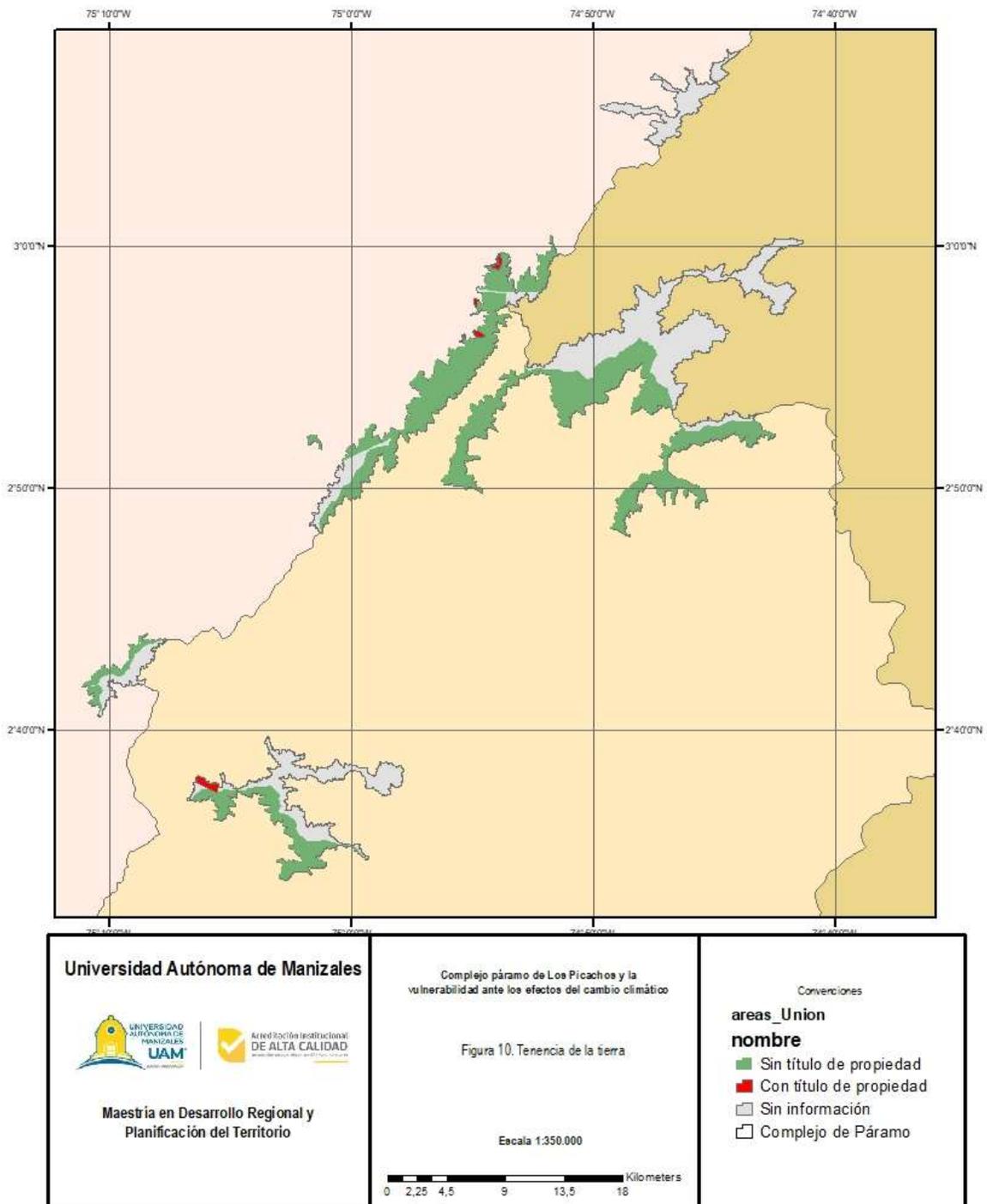
la Agencia Nacional de Tierras, dentro de sus funciones administra en nombre del estado las tierras baldías de propiedad nacional, y en virtud de esa atribución puede adjudicarlas, celebrar contratos, constituir reservas y adelantar colonizaciones sobre ellas, conforme a las normas de la Ley 160 de 1994. Dentro de los baldíos, se presentan algunos que son inadjudicables por las siguientes razones:

1. Los aledaños a los Parques Nacionales Naturales quedan comprendidas las zonas amortiguadoras que se hayan determinado o determinen en la periferia del respectivo Parque Nacional Natural.
2. Aquellos seleccionados por entidades públicas para adelantar planes viales u otros de igual significación para el desarrollo económico y social del país o de la región.
3. Los que tuvieren la calidad de inadjudicables, conforme a la ley, o que constituyan reserva territorial del Estado.

Adicionalmente no podrán ser adjudicados baldíos en donde estén establecidas comunidades indígenas o que constituyan su hábitat, sino únicamente y con destino a la constitución de resguardos indígenas.

Para la identificación y definición de la propiedad de la tierra se realizó la descarga directa de datos abiertos de la subdirección de catastro del servidor del IGAC, la base de datos geográfica catastral: 2021-05, Dataset rural, shape file R_TERRENO, (Rural terreno) Mapa 16.

Mapa 16 Propiedad de la tierra



Fuente: Base de datos geográfica catastral - IGAC, 2021

f. ANH – ANM

Las actividades de exploración y/o explotación de los recursos naturales son de las más antiguas realizadas por el hombre, a través de estas se han organizado comunidades con el fin de aprovechar económicamente estos recursos. Dada la importancia del ecosistema de páramo en la provisión y regulación de servicios ecosistémicos, resulta preocupante que la extracción de recursos minerales sea otro punto de presión, es por ello que de conformidad con el artículo 173 de la Ley 1753 de 2015 y en observancia de lo dispuesto por la corte constitucional en la sentencia C-035 de 2016 la Corte consideró imprescriptible el hecho de que la protección de los páramos debía prevalecer por encima de cualquier derecho minero otorgado, por lo cual se prohibieron las actividades de explotación minera al interior de páramos.

Se procedió a verificar la información contenida en la Agencia Nacional de Minería (ANM) y en la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) con el fin de identificar la existencia de títulos de exploración y explotación minera e hidrocarburos sobre el ecosistema, encontrando que:

- **Agencia Nacional de Minería (ANM)**

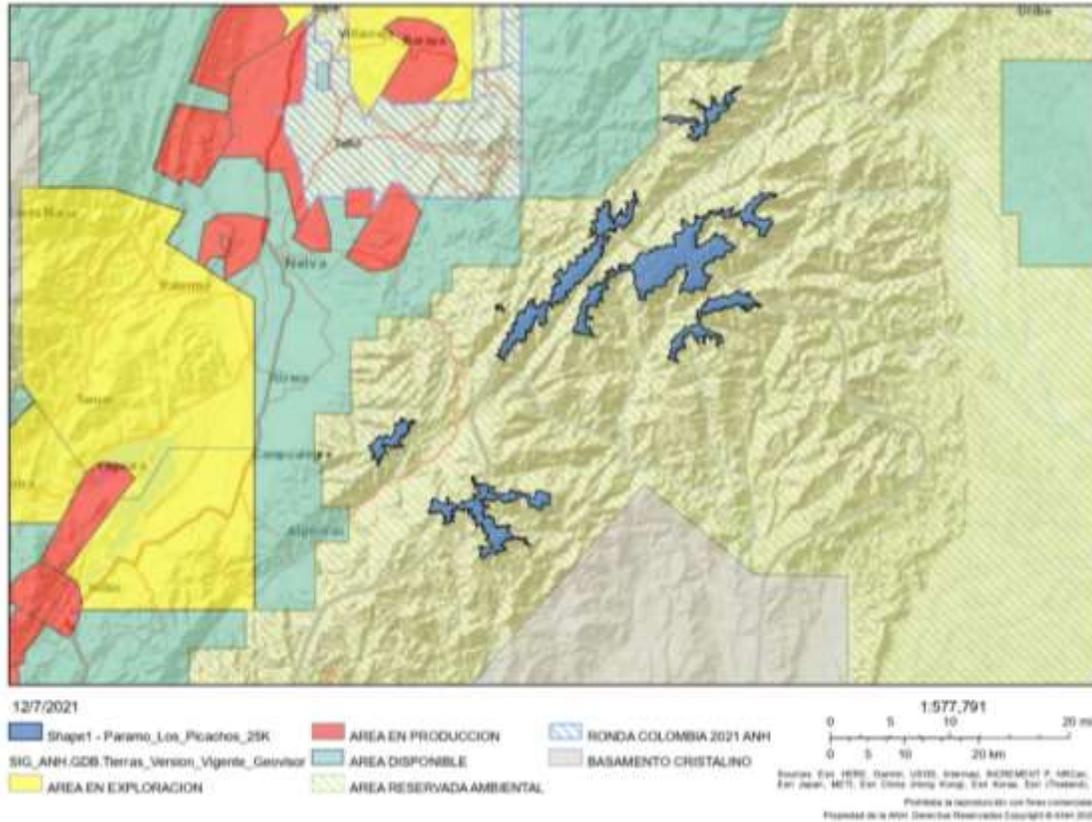
Se analizó la distancia de los polígonos del Complejo de Páramo más cercanos a solicitudes vigentes, donde se encontró que el punto más cercano corresponde al polígono 7 Cerro el Triunfo con una distancia de 1,69 km y el más lejano polígono 6 Cerro el Triunfo con una distancia de 3,94 km, como se muestra en el Mapa 17.

De acuerdo con la información de la ANM que gran parte del Complejo de Páramo se encuentra en áreas excluibles, como se muestra en el Mapa 18.

- **Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)**

Frente a la información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), la totalidad del área del Complejo de Páramo se encuentra en área reservada ambiental, como se muestra en el Mapa 19.

Mapa 19 Información de la ANH



Fuente: ANH, 2021

- **Minas Antipersonal (MAP) - Municiones Usadas Sin Explosionar (MUSE)**

En Colombia la problemática de MAP/MUSE ha estado vinculada a las dinámicas del conflicto armado y la disputa de control de territorios, para el año 2001 el gobierno nacional firmo la convención de Ottawa sobre la prohibición del empleo, almacenamiento, producción y transferencia de minas antipersonal y sobre su destrucción. Sin embargo, los grupos armados ilegales continuaron haciendo el uso de estas armas, las cuales fueron ubicadas en gran parte del territorio nacional, sobre los campos donde habitan campesinos,

colonos, comunidades afrodescendientes e indígenas; no distinguen raza, religión, sexo, edad, combatiente o civil (Descontamina Colombia, 2018).

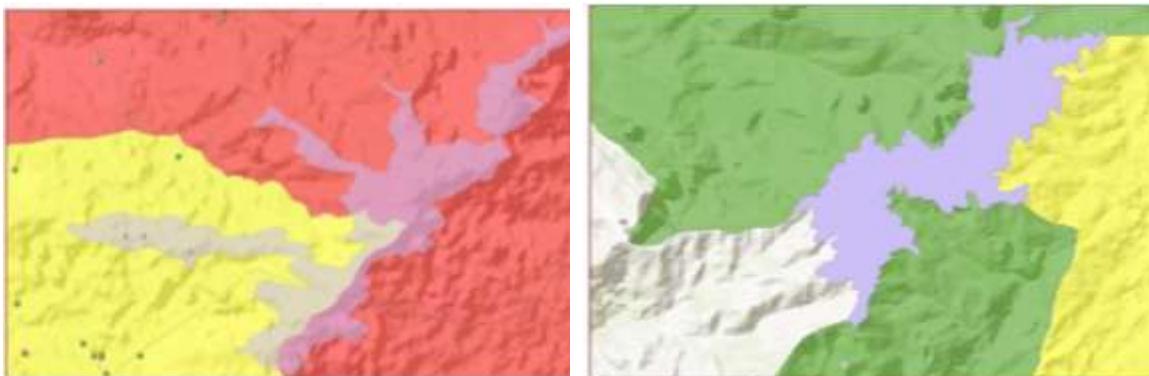
Hay que mencionar, que además de la población colombiana que ha sido gravemente afectada por estos artefactos, también ha causado perturbación en el medio ambiente, alterando las características del suelo, aire y agua, afectando también la flora y fauna (Ollacarizqueta, 1995). Teniendo en cuenta esto, se consultó el geovisor del AICMA, en donde se encontró que el polígono 7 Cerro El triunfo, es el área del Complejo de Páramo más afectada por Eventos.

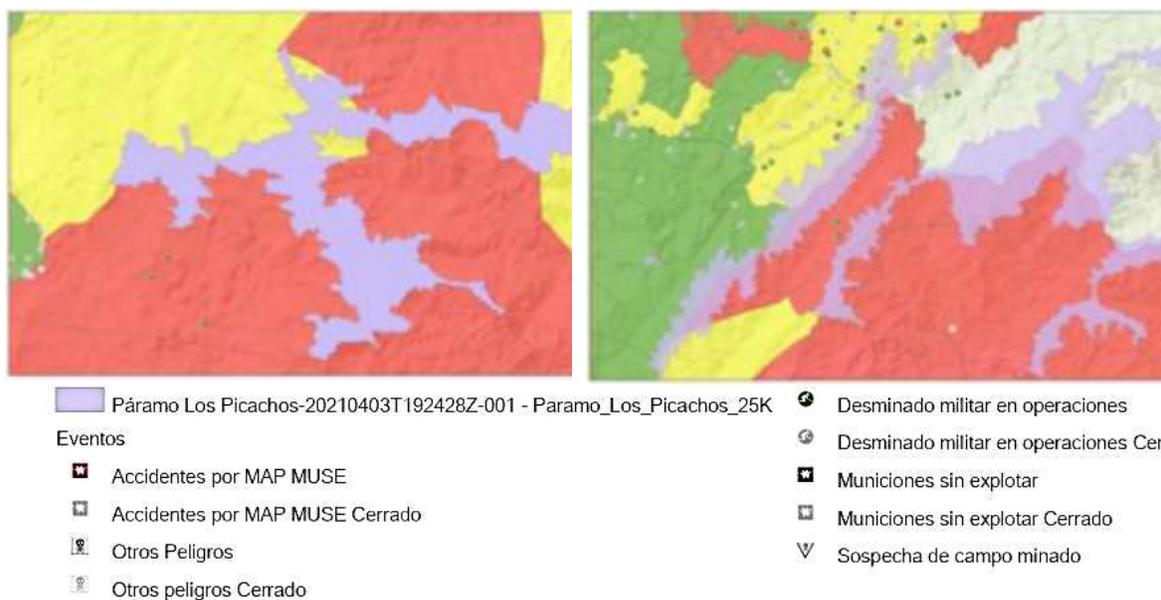
Tabla 25 Eventos MAP/MUSE

| Polígono | Tipo de evento | Número de eventos |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| P1 - Bella Vista | Desminado militar en operaciones | 4 |
| P3 - Pico Solera | Desminado militar en operaciones | 1 |
| P7 - Cerro El triunfo | Desminado militar en operaciones | 3 |
| P7 - Cerro El triunfo | Accidentes por MAP MUSE | 4 |

Fuente: geovisor del AICMA, 2021

Mapa 20 Eventos MAP/MUSE





9.2.3 Servicios Ecosistémicos

Evaluar significa “poner en valor” o “señalar el valor de algo” (DRAE 2013). Existen diferentes formas de “poner en valor”. En el contexto de los servicios ecosistémicos, se habla de valoración ecológica, asociada a la oferta de servicios y su vulnerabilidad, y de valoración social desde la perspectiva de los beneficios, donde pueden reconocerse valoraciones socioculturales y valoración monetaria (De Groot et al. 2002, Rincón-Ruíz et al. 2014).

Se puede decir que los servicios ecosistémicos son contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (De Groot 2013). “Incluye tanto aquellas contribuciones directas al bienestar humano procedentes de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas, como por ejemplo la alimentación o el agua; las contribuciones indirectas al bienestar humano que provienen del funcionamiento de los ecosistemas, como la regulación del agua o la purificación del aire, y las contribuciones no materiales e intangibles que la sociedad obtiene a través de la experiencia directa con los ecosistemas y la biodiversidad, como los sitios sagrados o la posibilidad de recreación (Martín-López et al. 2012, p. 144)

Sin embargo, existen factores que influyen en los ecosistemas y son promotores o impulsores de cambios, los cuales pueden ser directos cuando alteran el ecosistema o inducidos por actividades antrópicas e influyen sobre los procesos biofísicos de los ecosistemas, e indirectos cuando el impacto se da de manera difusa sobre el ecosistema, a través de acciones de uno o más factores directos. Estos son 5 motores de transformación y pérdida de biodiversidad, definidos en la Política Nacional para la Gestión la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Tabla 26)

Tabla 26 Motores directos de transformación y pérdida de biodiversidad

| Motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos identificados a escala global (MEA 2005) | Motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos identificados a escala nacional y sus expresiones en Colombia. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Transformación y pérdida de ecosistemas y hábitats naturales. | MOTOR 1. Cambios en el uso del territorio (continental o acuático), su ocupación y la fragmentación de sus ecosistemas <ul style="list-style-type: none"> ✓ Transformación directa y pérdida de ecosistemas naturales o seminaturales. ✓ Transformación de sistemas productivos que mantienen elementos y procesos de la biodiversidad. ✓ Desarrollo de infraestructura-Represamientos y cambios de cursos de agua |
| 2. Sobreexplotación | MOTOR 2. Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobre-utilización de poblaciones de especies (terrestres y marinas) ✓ Degradación de ecosistemas. Pérdida de diversidad genética de cultígenos y variedades |
| 3. Invasiones biológica | MOTOR 3. Invasiones biológicas <ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción y trasplante de Especies ✓ Introducción y liberación de Organismos Vivos Modificados (OVM) |
| 4. Contaminación | MOTOR 4. Contaminación y toxificación. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contaminación orgánica de aguas y suelos (eutrofización N y P). ✓ Contaminación química y otra (aire, suelo y agua) |
| 5. Cambio climático | MOTOR 5. Cambio Climático |

Fuente: Política Nacional para la gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos,

Estos motores de transformación han generado alteraciones en algunos casos irreparables, los cuales se ven representados en cambios de la estructura de los ecosistemas, en sus funciones y patrones de degradación progresiva; sin embargo, algunos de los ecosistemas, en procesos menos abruptos, han generado procesos de adaptación dando oportunidad a desarrollar e implementar medidas de adaptación o mitigación, sin ser estas la solución definitiva o sostenible en el largo plazo.

- **Bienes y servicios identificados en el área de estudio.**

Del área de coberturas vegetales que se proyectó para el área de estudio se identificaron áreas naturales y antrópicas distribuidas en cinco unidades de tierra, donde la de mayor representación corresponde a Bosque denso alto andino (83,3%), arbustal denso (11,56%), herbazal denso (2,49%), ríos (0,13%) y Mosaicos de pastos y cultivos (0,08%). En ese sentido, se aclara, que, para la determinación de las coberturas de la tierra, se tomó un área superior al límite del complejo de páramo.

Dicho esto, dentro del límite del complejo, priman las coberturas de Bosques y áreas seminaturales y superficies de agua, dada la categoría de estas en los ecosistemas de páramo, se resalta la importancia en los diferentes procesos de protección de recursos hídricos, edáficos, de fauna, flora, y formaciones forestales. Adicionalmente, conforman una estructura ecológica de gran valor, que contribuyen en la calidad de vida de las poblaciones, siendo la fuente de servicios de regulación y aprovisionamiento de las comunidades. A continuación, en la Tabla 27; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se relacionan los bienes y servicios identificados para el para área de estudio.

Tabla 27 Bienes y servicios ambientales identificados

| Tipo de servicio | Servicio Ecosistémico | Función ecosistémica | Motores directos | motores indirectos | beneficiarios |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Aprovisionamiento | Alimento | Producción de alimentos | <p>Motor 1. Cambios en el uso del territorio, su ocupación y la fragmentación de sus ecosistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Transformación directa y pérdida de ecosistemas naturales o seminaturales. ✓ Transformación de sistemas productivos que mantienen elementos y procesos de la biodiversidad. ✓ Desarrollo de infraestructura-Represamientos y cambios de cursos de agua | <p>Prácticas agrícolas y ganaderas para el sustento económico de la población.</p> <p>Expansión de la frontera agrícola y prácticas inadecuadas</p> | Comunidades locales y regionales |
| | Almacenamiento y retención de agua | Suministro de agua | <p>MOTOR 2. Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobre-utilización de poblaciones de especies <p>MOTOR 4. Contaminación y toxificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contaminación orgánica de aguas y suelos (eutrofización N y P). ✓ Contaminación química y otra (aire, suelo y agua) | Prácticas agrícolas para el sustento económico de la población | Comunidades locales (Agricultores) |

| Tipo de servicio | Servicio Ecosistémico | Función ecosistémica | Motores directos | motores indirectos | beneficiarios |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Motor 5. Cambio climático ✓ Cambio en la temperatura y precipitación | Gases efecto invernadero | Comunidades locales y regionales |
| Regulación | Regulación del clima | Regulación de temperatura, precipitación y otros factores climáticos locales y globales. Regulación del carbono. | Motor 1. Cambios en el uso del territorio: ✓ Incendios forestales inducidos o naturales Cambio en el uso de la cobertura del suelo por deforestación. | Deforestación | comunidades locales y regionales |
| | | | Motor 5. Cambio climático. | | |
| | Regulación de erosión | Retención de suelos y sedimentos | Motor 1. Cambios en el uso del territorio: ✓ Cambio de uso del suelo. ✓ Ampliación de la frontera agrícola Motor 5. Cambio climático | Retiro de coberturas vegetales de protección Adecuación de áreas para agricultura. | Comunidades locales |
| | Regulación de desastres naturales | Control de inundaciones, fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales, incendios forestales y sequias | Motor 1. Cambios en el uso del territorio: ✓ Cambio de uso del suelo ✓ Ampliación de la frontera agrícola Motor 5. Cambio climático. | Expansión de la frontera agrícola Adecuación de áreas para agricultura | |
| | Ciclaje de nutrientes | Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes. | Motor 1. Cambios en el uso del territorio: ✓ Cambio de uso del suelo ✓ Ampliación de la frontera agrícola | Malas prácticas agrícolas | Comunidades locales |

Fuente: Adaptado de Consultoría Colombiana S.A., 2017

Una vez identificados, a continuación, se detallan los servicios ecosistémicos para el Complejo de Páramo de Los Picachos:

a. Servicios de Aprovisionamiento

I. Almacenamiento y retención de agua

La provisión del recurso hídrico es de vital importancia para todas las especies, es un servicio fundamental e irremplazable, dentro del área de influencia no se encuentran comunidades instaladas, sin embargo, esto no significa que estas no hagan uso de las fuentes hídricas que nacen el complejo de Páramo de Los Picachos. El páramo funciona como regulador de flujos hídricos como el almacenamiento en periodos húmedos y liberación progresiva en temporadas secas, la alta capacidad de infiltración de los suelos permite controlar los periodos extremos del clima (P Podwojewski, J Poulenard, 2000).

La infiltración se relaciona principalmente con la cobertura de la tierra, la pendiente, las características bióticas y abióticas (por ejemplo: texturas, profundidad de horizontes) del suelo. La retención y la capacidad de almacenamiento juegan un rol clave en los ciclos hidrológicos, especialmente por la capacidad de almacenamiento, esta se da gracias a la alta composición orgánica que se descompone muy lentamente debido a las bajas temperaturas que la “refrigeran”, y permite almacenar hasta tres veces su peso. Los servicios ecosistémicos asociados con la provisión de agua se relacionan con su consumo (hogares, agricultura, industria) (De Groot et al. 2002)

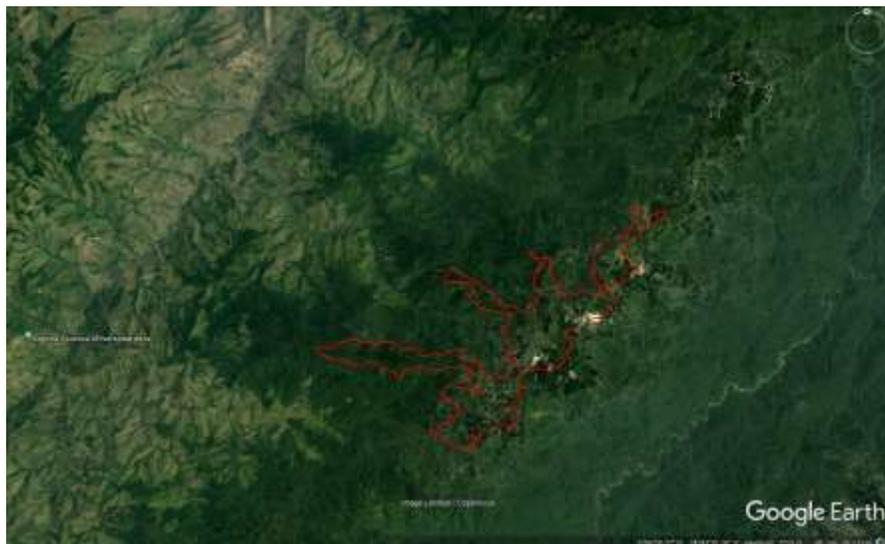
De acuerdo a los resultados del numeral anterior, se encontró que el área de estudio tiene poca o nula intervención antrópica directa, conservando la vegetación nativa, los suelos con alto porcentaje de materia orgánica, al respecto, Martínez (2004) señala que existe una relación entre el aumento de la frontera agrícola y la disminución en la cantidad del agua, esto dado a la transformación de áreas naturales por cultivos, conlleva a la reducción de la capacidad de regulación del flujo hídrico; puesto que, la preparación del terreno implica la eliminación de vegetación y se mueve el suelo, disminuyendo la humedad del suelo y liberando los nutrientes. Cuando los suelos pierden su capa vegetal se genera una mayor exposición del suelo al aire, aumenta la evaporación en la superficie y que, dado el poco

desarrollo de estos al tener un origen de materiales piroclásticos, se secan de manera irreversible y difícilmente recuperar la morfología original al ser humedecidos nuevamente (Hofstede, 1997).

II. • Producción de alimentos

En cuanto a la producción de alimentos, el área delimitada de paramo no presenta explotación agropecuaria directa, sin embargo, el área del entorno regional presenta explotación agrícola y pecuaria. Estas actividades constituyen la base alimenticia y económica de las comunidades circundantes, la tendencia sobre este servicio ecosistémico es creciente dados los procesos demográficos del país que han venido aumentando, lo que genera una mayor demanda de alimentos.

Ilustración 8 Imágenes de google earth Complejo de Páramo Los Picachos





Fuente: Google Earth, 2021

Para tener una mejor imagen de las actividades agrícolas y pecuarias del entorno local y regional, en la Ilustración 8 se observan diferentes tonalidades en la imagen satelital, siendo las verdes claras las intervenidas por actividades agropecuarias y las más oscuras las áreas de bosque sin intervención antrópica.

De acuerdo con el ET-ESA, el entrono local del complejo de páramo Los Picachos comprende el 0,78% en pastizales, de este porcentaje el 77,1% se encuentra en el departamento del Huila y el 22,8% en el departamento del Caquetá; en estos el sistema de producción es la ganadería bovina doble propósito, en donde las principales razas corresponden a Normando, Holstein y Aberdeen Angus, con las que se tiene un rendimiento aproximado a los 5 – 6 litros/vaca/día. El sistema de pastoreo se da en praderas de kikuyo, con siembra de pastos de corte y maíz para suplemento animal, con divisiones de potreros entre 0,5 y 1 ha, lo que permite una capacidad de carga de 1,5 y 2 unidades de ganado por hectárea.

De acuerdo con el ET-ESA, el entrono local del complejo de páramo Los Picachos comprende el 0,78% en pastizales, de este porcentaje el 77,1% se encuentra en el departamento del Huila y el 22,8% en el departamento del Caquetá; en estos el sistema de producción es la ganadería bovina doble propósito, en donde las principales razas corresponden a Normando, Holstein y Aberdeen Angus, con las que se tiene un rendimiento aproximado a los 5 – 6 litros/vaca/día. El sistema de pastoreo se da en praderas de kikuyo, con siembra de pastos de corte y maíz para suplemento animal, con divisiones de potreros entre 0,5 y 1 ha, lo que permite una capacidad de carga de 1,5 y 2 unidades de ganado por hectárea.

En cuanto a la producción de leche esta es recolectada en las fincas y transportada a la ciudad de Neiva, en cuanto a productos como queso y cuajada, se realiza principalmente en el departamento del Huila, y la comercialización se da a través de terceros o intermediarios, y no es considerado como aporte a la economía campesina para este sector (ET-ESA, 2015)

En cuanto al sector agrícola, se presentan cultivos comerciales como mora, aguacate, granadilla, tomate de árbol y lulo muchas veces mezclados con cultivos transitorios semestrales como frijol y arveja, en donde las labores agronómicas se realizan con mano de obra familiar, y en cosecha se emplea mano de obra adicional. La comercialización de los productos se realiza en las plazas de mercados de los centros poblados cercanos o en los municipios de Algeciras, Neiva y Rivera, este proceso se realiza de manera directa y a

través de intermediarios (ET-ESA, 2015). Si bien, estos son los productos agrícolas relevantes en el entorno local, el de mayor representación en el sector agrícola es del café, sobretodo en el departamento del Huila, el cual, se asocia con pancoger y cría de especies menores.

Sin embargo, la producción de alimentos es un motor de transformación de los ecosistemas, dada la creciente demanda de alimentos, se requieren de mayores áreas para el desarrollo de actividades agropecuarias, acciones que implican la tala de áreas naturales, el uso de agroquímicos, compactación del suelo por el pastoreo, entre otros, que contribuyen en la alteración y transformación de áreas y procesos naturales, que a su vez son necesarios para suplir las necesidades de las poblaciones.

b. Servicios de Regulación

I. • Producción de alimentos

Cuando se habla en términos de regulación climática global, directamente hace referencia a la capacidad de los ecosistemas, específicamente de los suelos, los océanos y la vegetación en los procesos de almacenamiento a largo plazo de dióxido de carbono, a nivel regional se tienen en cuenta otras variables como lo son los vientos y corrientes oceánicas, y a nivel local la vegetación puede generar cambios en las temperaturas, la humedad y la velocidad del viento.

En ese sentido, la regulación climática influye directamente sobre el ciclo global del carbono, por lo que la vegetación juega un papel importante sobre este ciclo, dado que es la cobertura vegetal la que almacena en el tronco, ramas, hojas y raíces, el carbono convirtiéndolo en fijadores o sumideros, por otro lado, los productos forestales, se convierten en productos maderables, los que continúan almacenando el carbono y otros son utilizados como biomasa, estos últimos sustituyendo los combustibles fósiles.

Dentro de las afectaciones que se pueden dar cuando se altera la regulación climática esta la modificación de los ciclos biogeoquímicos, en donde se afectan la capacidad del ecosistema para procesar el carbono, y que a su vez se refleja en los demás servicios ecosistémicos, toda vez que de la regulación del clima dependen otros servicios ecosistémicos.

En ese sentido, si se presenta aumento o disminución de la temperatura y en la precipitación, sumados a cambios en la cobertura vegetal, que a su vez alteran las características de los suelos del páramo liberando carbono en la atmósfera, desencadenando desequilibrios en los fenómenos atmosféricos, los cuales pueden reflejarse en amenazas por fenómenos naturales.

Dentro de las particularidades del complejo de Páramo Los Picachos se encuentra que está ubicado en una zona en la que confluye la cuenca del río Magdalena y Cauca y la cuenca del Orinoco y la cuenca amazónica, por lo que las características climáticas difieren entre unos polígonos y otros, generando a su vez características únicas frente a las especies que se puedan encontrar.

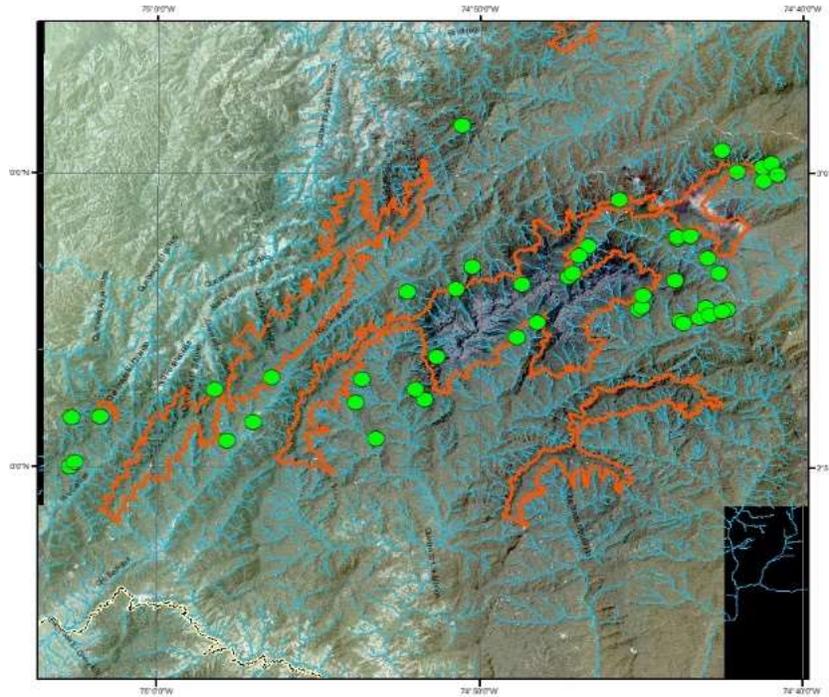
II. Regulación de erosión y de desastres naturales

La erosión es un componente de la degradación de los suelos (De Noni y Trujillo 1986), que se puede dar de manera natural o antrópica, sin embargo, el factor topográfico juega un papel importante, acompañado por la cobertura vegetal y la capacidad del suelo en la retención de agua, puesto que la relación que existe entre estas reduce la probabilidad de ocurrencia de eventos de remoción en masa, o mitiga el impacto de los efectos, razones por las cuales se convierten en elementos relevantes en el proceso de regulación.

En cuanto a los procesos erosivos, la vegetación mitiga el impacto de la precipitación sobre el suelo, ayuda a reducir el volumen de agua que se infiltra, disminuyendo el lavado de partículas (León Peláez, 2001), y a mayor densidad de la vegetación mayor es la protección y la prevención ante movimientos en masa y erosión (Ramos, Trujillo-Vela y Prada 2015). En el caso del Complejo de Páramo Los Picachos se encontró que el área delimitada

conserva la cobertura vegetal natural, sin embargo, de acuerdo a lo evidenciado en las imágenes satelitales, se alcanzan a observar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa como se presenta en el Mapa 21.

Ilustración 9 Fenómenos de remoción en masa – Erosión



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

En ese sentido, y dado la clase agrologica presente en el complejo de Páramo, los cuales corresponden a clases VII y VIII, y dado su orden natural y las pendientes, se pueden generar movimientos de tierras de orden natural, asociadas también a manifestaciones naturales de los ciclos geomorfológicos, que afectan directamente la continuidad del ecosistema, siendo estas áreas de especial importancia.

III. Ciclaje de nutrientes

Otra de las funciones primordiales del ecosistema de páramo corresponde al aporte frente al ciclaje de nutrientes, en donde los procesos biogeoquímicos inciden directamente en los diferentes fenómenos ecológicos, activando o bloqueando los mecanismos y procesos entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema. El proceso de transformación de nutrientes a nivel de páramo es un proceso que se da de manera lenta dadas las características climáticas y del suelo.

El ciclaje de los nutrientes corresponde a un servicio ecosistémico del cual resultan procesos complejos como la producción de elementos por mineralización de materia orgánica del suelo y la meteorización, equilibrio de iones intercambiables y las salidas de absorción y drenaje, entre otros, de los cuales dependen productores, consumidores y descomponedores que generan un flujo de materia, que está en constante circulación y de los cuales dependen las diferentes especies.

Dicho lo anterior, si identifica que para el Complejo de Páramo Los Picachos es un ecosistema con poca intervención antrópica directa hasta el momento, esto por condiciones de relieve y por condiciones de seguridad y conflicto armado. No obstante, se empiezan a evidenciar presiones antrópicas dadas por actividades agropecuario sobre todo hacia el departamento del Huila.

Mas no se trata tan solo de actividades antrópicas directas, el cambio climático es un factor que se suma a la presión que se ejerce sobre los páramos, en donde los cambios de temperatura y precipitación pueden provocar alteraciones en los procesos y funciones prestadas por el ecosistema; en ese sentido, se podrán ver afectados servicios como la regulación hídrica, regulación climática, secuestro y almacenamiento de carbono, mitigación de riesgos por fenómenos naturales, efectos que deben ser considerados puesto que de presentarse con mayor frecuencia periodos secos más fuertes o prolongados, disminución de calidad y cantidad del recurso hídrico las áreas de producción agropecuaria se verán afectadas directamente, afectando el abastecimiento de alimentos en las comunidades.

9.3 DETERMINAR LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO LOS PICACHOS

En este numeral se analizan los instrumentos de planificación territorial en lo relacionado al cambio climático y la conservación y protección de páramos, mediante la recopilación de información secundaria (Documentos de planificación, acuerdo municipales, departamentales y nacionales) y la evaluación de la incorporación de en estos lo relacionado con variabilidad climática, cambio climático, estrategias de adaptación o mitigación, implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT), y demás que dentro de los documentos esté relacionado.

9.3.1 Instrumentos Municipales

a. Planes de Ordenamiento Territorial

En concordancia con lo anterior, la revisión partió desde el instrumento básico a nivel territorial que corresponde al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), de acuerdo con la Ley 388 de 1997 los POT deben cumplir con tres componentes, el general, rural y urbano, es en estos en donde se recomienda la inclusión de lo referente a variabilidad y cambio climático, como fundamento de la configuración del modelo de ocupación del municipio, para que a través de este se puedan adelantar acciones en la gestión y formulación de estrategias para la adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático.

Para hacer el análisis de cada uno de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) se procedió a buscar en las páginas oficiales de las alcaldías municipales y de las Gobernaciones los documentos oficiales, con ello se buscó en los documentos contenidos referentes a cambio climático y el Complejo de Páramo Los Picachos.

Por otro lado, para los POT encontrados, se identificó que la mayoría de estos ya presenten vigencia vencida, es decir, ya superaron los tres periodos administrativos establecidos por normatividad. En la Tabla 28

Tabla 28 Análisis de los contenidos de los POT

| | MUNICIPIO | ANALISIS |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAQUETA | <p style="text-align: center;">PUERTO RICO</p> <p>Acuerdo Municipal No. 24 de 18 de diciembre de 2015</p> | <p>Conforme a la búsqueda realizada en las páginas oficiales no se encontró el acuerdo y decreto del PBOT del municipio de Puerto Rico Caquetá, sin embargo, se encontró el Acuerdo Municipal No. 24 de 18 de diciembre de 2015, y un Documento Técnico de Soporte (DTS), realizado con asistencia técnica a los municipios mencionados en la Sentencia STC4360 en el proceso de revisión y ajuste de sus POT, en el cual menciona dentro del numeral de estructura ecológica principal como determinante ambiental el Parque Nacional Regional Miraflores Picachos relacionando la representatividad ecosistémica y el contexto regional de los porcentajes asociados a ecosistemas estratégicos como páramo, bosque alto andino y subandino; estableciendo como objetivos la continuidad ecológica de páramo y bosque alto andino del piedemonte amazónico, entre los Sectores de Miraflores y sur de Picachos; la protección de los ecosistemas de páramos húmedos aislados en el PNN Cordillera Los Picachos, como muestra única de la distribución sur en la cordillera Oriental.</p> <p>Como determinante ambiental, también se encuentra el Distrito de Conservación y aguas de Caquetá, en donde la Cordillera Los Picachos y el parque regional Miraflores Picachos tienen influencia, en este mismo sentido, el Cerro Miraflores Picachos corresponde a un área de especial importancia ecosistémica.</p> <p>Dentro de este mismo documento, se presenta el numeral 3.5. CAMBIO CLIMÁTICO en donde se habla de la inclusión de este en el ordenamiento territorial en el cual se incluye el perfil climático e hidrológico actual, el análisis en términos de variables de riesgo por cambio climático: La amenaza climática y la vulnerabilidad, los cuales son analizados desde los resultados de la tercera comunicación nacional de cambio climático</p> |
| | <p style="text-align: center;">SAN VICENTE DEL CAGUAN</p> <p>Acuerdo Municipal No. 007 de 2015</p> | <p>De acuerdo con el PBOT, en el Documento técnico de soporte en el diagnóstico territorial se hace referencia al Parque Nacional Cordillera de los Picachos, el cual hace parte del suelo rural y está clasificado dentro de la unidad de gestión territorial de protección ambiental estricta. Con respecto al PNN Cordillera Los Picachos, se observa a su vez que se encuentra dentro de las áreas del SINAP, se evidencia información territorial, se adopta la zonificación del PNN, se identifican servicios ecosistémicos en un contexto regional y por último se identifica una propuesta de trabajo conjunto con PNNC que abarca la adaptación al cambio climático, sin embargo, este último no describe la forma de abordar dicha propuesta.</p> <p>Por otro lado, dentro del PBOT se menciona uno de los objetivos de conservación del parque Chiribiquete, que va relacionado con el cambio climático el cual reza "Mantener la función de los ecosistemas presentes en el área para garantizar (1) la capacidad de amortiguación de los efectos de la variabilidad climática a través de la regulación hídrica en las cuencas de los ríos Apaporis (Tunia), Yarí y bajo Caquetá, y (2) la regulación climática a nivel regional, mediante el mantenimiento de los bosques, como aporte a la adaptación y mitigación del cambio climático global".</p> <p>No se presenta información adicional con respecto a cambio climático o el complejo de Paramo Los Picachos.</p> |

| MUNICIPIO | | ANALISIS |
|-----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>No obstante, en la búsqueda de información, se encontró un documento llamado "<i>INSTRUMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE</i>" realizado con asistencia técnica a los municipios mencionados en la Sentencia STC4360 en el proceso de revisión y ajuste de sus POT, en el cual menciona dentro del numeral de estructura ecológica principal como determinante ambiental el Parque Nacional Regional Miraflores Picachos relacionando la representatividad ecosistémica y el contexto regional de los porcentajes asociados a ecosistemas estratégicos como páramo, bosque alto andino y subandino; estableciendo como objetivos la continuidad ecológica de páramo y bosque alto andino del piedemonte amazónico, entre los Sectores de Miraflores y sur de Picachos; la protección de los ecosistemas de páramos húmedos aislados en el PNN Cordillera Los Picachos, como muestra única de la distribución sur en la cordillera Oriental.</p> <p>Dentro de este mismo documento, se presenta el numeral 3.5. CAMBIO CLIMÁTICO en donde se habla de la inclusión de este en el ordenamiento territorial en el cual se incluye el perfil climático e hidrológico actual, el análisis en términos de variables de riesgo por cambio climático: La amenaza climática y la vulnerabilidad, los cuales son analizados desde los resultados de la tercera comunicación nacional de cambio climático.</p> |
| HUILA | Campoalegre | <p>Para el análisis del PBOT del municipio de Campoalegre, se encontró que actualmente se tiene que el Acuerdo 012 de 2019 que aprobó la reformulación del PBOT se encuentra suspendido dado que el Tribunal Administrativo del Huila suspendió los efectos jurídicos, de acuerdo a lo expresado por Beltrán (2021), la suspensión se debe a que fue expedido ilegalmente por fuera del límite temporal, sin razones excepcionales para hacerlo, de igual manera manifiesta que se realizaron cambios en los usos del suelo e introdujo la reconversión de terrenos de uso agrícola y rural, en zonas habilitadas para la construcción de condominios, áreas de comercio y extracción de material; por último, Beltrán en su artículo, también indica que aparentemente se presentó un plagio del proyecto de acuerdo presentado al Concejo Municipal de San Agustín (Huila).</p> <p>Sin embargo, al indagar sobre el PBOT vigente, en la página de la Alcaldía, se encuentra un documento, aparentemente del año 2016, que modifica el acuerdo 025 de 29 de junio de 2000, el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, ajustado y modificado de forma posterior mediante el acuerdo 044 de 02 de noviembre de 2005.</p> <p>Conforme al Acuerdo 012 de 2019, el complejo páramo de Los Picachos corresponde a áreas de reserva para la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales en el ámbito nacional, a su vez, en el componente urbano, incorporan acciones a implementar para contribuir a la prevención y mitigación de los efectos al cambio climático, sin embargo, estas no involucran acciones respecto al ecosistema e páramo.</p> <p>En el documento de 2016 acuerdo 025 del 2000, no se presenta información respecto a la complejo de páramo u acciones frente al cambio climático.</p> |
| | Rivera | <p>De acuerdo a lo obtenido de la búsqueda del PBOT del municipio de Rivera, en la página oficial de la Alcaldía se halló un link con la información correspondiente al Plan de ordenamiento, sin embargo, no fue posible corroborar si el que se encuentra vigente. En el capítulo 3. Dimensión</p> |

| MUNICIPIO | ANALISIS |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>ambiental, no se menciona nada respecto al complejo de Páramo de Los Picachos, no obstante, presentan un numeral que aborda el tema de cambio climático, bajo el cual se hace un análisis de los GEI para el departamento del Huila y las principales fuentes, y analizan la Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en el Municipio basados en la TCNCC, teniendo como resultado que el municipio se encuentra en categoría muy alta de amenaza.</p> <p>En cuanto a la formulación, se presenta el capítulo 6. Cambio climático, el cual corresponde a una estrategia transversal den la formulación e implementación del PBOT, el que a su vez contiene acciones dentro del eje del plan de acción, no obstante, dicha información no presenta la forma en la que se podan ejecutar.</p> |
| <p>Algeciras</p> <p>Acuerdo No. 034 de 28 de diciembre de 2000</p> | <p>El EOT del año 2000 define dentro de las áreas de protección ambiental dentro del suelo rural las zonas de protección y conservación ambiental, que está comprendido por el bosque primario sobre 2200 y 3200 msnm.</p> <p>En la página oficial de la Alcaldía se encuentra un documento, aparentemente del EOT, no cuenta con un acuerdo o decreto por el cual sea adoptado. Este documento contiene el componente general, sin embargo, este no presenta ningún tipo de información con respecto al complejo de Páramo Los Picachos o cambio climático.</p> |
| <p>Neiva</p> <p>Acuerdo No. 026 de 4 de septiembre de 2009</p> | <p>El acuerdo No., 026 de 2009, dentro de su contenido en el artículo 39, define el sistema de áreas protegidas, y en su artículo 40 adopta la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Picachos.</p> |
| <p>Baraya</p> <p>Acuerdo No. 08 del 20 de junio de 2017</p> | <p>En el EOT del municipio de Baraya se presenta el artículo 16, bajo el cual se establecen objetivos de conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, dentro de estos se encuentra el "Adelantar programas que frenen y amorticen los frentes de colonización hacia la parte alta del municipio (Cordillera Oriental) para proteger la zona productora de agua por excelencia y facilitar la conservación de paramo de Los Picachos"; en el Artículo 17. Estrategias para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales se establece "Gestionar mecanismos para el manejo de los ecosistemas compartidos en la parte alta de la cordillera oriental que son puente de comunicación entre el páramo de Sumapaz, parque de los Picachos y la Reserva de la Siberia." Artículo 117. Categorías de protección y Artículo 123. Ecosistemas estratégicos, bajo estos artículos el Páramo de los Picachos, forma parte de los Ecosistemas de paramos reconocidos como áreas de especial importancia ecológica.</p> |
| <p>Tello</p> <p>Acuerdo 13 de 22 de junio de 2000</p> | <p>Dentro del contenido del Acuerdo 13 de 22 de junio de 2000 no se presenta información relacionada con el Complejo de Páramo Los Picachos o de cambio climático.</p> |

| MUNICIPIO | | ANALISIS |
|-------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| META | Uribe Acuerdo 040 de 28 de noviembre de 2001 | <p>Dentro del contenido del Acuerdo 040 de 28 de noviembre de 2001, no se presenta información relacionada con el Complejo de Páramo Los Picachos o de cambio climático. Sin embargo, en el acuerdo 015 del 25 de agosto de 2005, el cual modifica el acuerdo 040, en su artículo No. 21 Suelos de protección, se adoptan las áreas de protección ambiental definidas en las determinantes ambientales emanadas por la formulación de planes de ordenamiento territorial expedidos por el Ministerio de Ambiente y la Corporación Autónoma Regional, adoptándolos a las condiciones del municipio y se incorporan los PNN, dentro de los cuales está el de Los Picachos.</p> <p>En el Artículo 40, áreas para la preservación del medio ambiente, se definen las categorías de uso para el páramo y subpáramo, encontrando que como uso condicionado se permiten actividades agropecuarias tradicionales o aprovechamiento persistente de productos forestales secundarios que no requieran la tala de árboles, arbustos o plantas, se permite la infraestructura básica para uso compatibles y captación de acueductos.</p> |

Fuente: Planes de ordenamiento territorial de cada municipio.

b. Planes de Desarrollo Municipal - PDM

El PDM es un proceso social continuo, permanente y sostenible orientado a la identificación de una serie de objetivos, estrategias, metas, procedimientos y recursos disponibles, que respondan a los propósitos de progreso y bienestar identificados en un momento dado por la sociedad. Que tiene como fin proyectar de manera ordenada la ejecución del gasto público atendiendo las necesidades de diversos sectores de la población. En ese sentido, a continuación, se presenta la tabla XX en la cual se relacionan los contenidos de los Planes de Desarrollo de los municipios en los que se encuentra el Complejo de Páramo Los Picachos:

Tabla 29 Análisis de los contenidos de los Planes de Desarrollo municipales

| MUNICIPIO | | PDM | ANALISIS |
|----------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAQUETA | Puerto Rico | Plan De Desarrollo 2020-2023 “Unidos Por Puerto Rico Para Que Vuelva El Progreso”, | En el PDM del municipio de Puerto Rico se identificó el programa Conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos con acciones enfocadas a Conservación de la biodiversidad, Siembra de árboles cerca de ecosistemas estratégicos e Implementación de |

| MUNICIPIO | | PDM | ANALISIS |
|-----------|------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Esquemas de Pago por Servicios Ambientales; se presenta a su vez, el programa de gestión del cambio climático para un desarrollo en bajo carbono y resiliente al clima, sin embargo, las acciones de este están dirigidas a la Reducción de la deforestación Plan de manejo del arbolado urbano |
| | San Vicente Del Caguán | Plan De Desarrollo 2020-2023 “Juntos Marcamos La Diferencia”, | En el PDM del municipio de San Vicente del Caguán cuenta con un programa de gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima el cual está orientado a llevar a cabo la mitigación de GEI y adaptación al cambio climático. Este programa busca la formulación de un proyecto de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas con una meta de generar 1 entre el 2020 y el 2023, entre las principales acciones del programa están las de brindar alternativas para enfrentar los retos actuales y futuros de la variabilidad y el cambio climático en el Municipio. Identificar las prioridades de adaptación a partir de análisis de amenazas, vulnerabilidad y/o riesgos del Municipio VINCULACIÓN de información y conocimiento científico con saber local y ancestral, con el apoyo de la cooperación internacional (PNUD). |
| Huila | Campoalegre | Plan De Desarrollo “Recuperemos Campoalegre” 2020-2023 | El municipio de Campoalegre hace parte del Plan Huila 2050 que cuenta con el Consejo Departamental de Cambio Climático- CDCC El Plan Huila 2050 está en línea con el decreto 298 del 24 de febrero de 2016, la Ley 1931 del 27 de Julio de 2018 de Cambio Climático y la actual Política Nacional de Cambio Climático. El plan plantea hacer del Huila un Territorio Climáticamente Inteligente, integrando las acciones en |

| MUNICIPIO | PDM | ANALISIS |
|-----------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>su territorio para aumentar su capacidad productiva, reducir las emisiones de GEI e incrementar el potencial de adaptación, tanto del territorio como de sus pobladores, de los sistemas productivos y los ecosistemas, ante las presiones del clima del futuro.</p> |
| Rivera | <p>Plan De Desarrollo "Con La Gente" 2016-2019</p> | <p>En el PDM del municipio de Rivera se identificaron estrategias como generar una educación que permita el emprendimiento, la asociatividad y los saberes propios de la agricultura orgánica, como camino indispensable para la sostenibilidad de las comunidades y la adaptación al cambio climático; capacitar a la comunidad a que desarrollen su sentido de responsabilidad y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del medio ambiente. Promover una gestión del cambio climático que contribuya a avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono. Estas estrategias tienen una meta de resultado de aumentar en un 10% los recursos destinados para el medio ambiente, respecto al cuatrienio anterior.</p> |
| Algeciras | <p>Plan De Desarrollo "Construyendo Progreso" 2020-2023</p> | <p>En el PDM del municipio de Algeciras se encuentra un programa llamado "programa para la protección ambiental", el cual tiene como objetivo implementar una estrategia de protección del medio ambiente a los desafíos del cambio climático, los lineamientos de la CAM y la necesidad de protección de los ecosistemas ubicados en el territorio del municipio, a su vez este comprende Fortalecer el Sistema de Áreas Protegidas municipal (SIMAP) con el fin de actualizar el perfil ambiental del municipio. de protección ambiental. Por otro lado, también</p> |

| MUNICIPIO | PDM | ANALISIS |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>presenta el programa de desarrollo agropecuario para el municipio de Algeciras, bajo el cual se busca la articulación del MADR para contar con recursos para enfrentar la pérdida de cultivos por motivos de cambio climático, plagas, derrumbes o calamidad familiar o personal.</p> |
| Neiva | <p>Plan De Desarrollo “Mandato Ciudadano, Territorio De Vida Y Paz 2020-2023”</p> | <p>En el PDM de Neiva se encuentra el programa 18. 3206. Gestión del Cambio Climático para un Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima, bajo este se menciona las resoluciones 2345 y 2276 del 12 de junio de 2018 por medio de las cuales a 26 predios particulares se beneficiaron del incentivo en materia de impuesto predial por destinación a la protección, conservación y restauración de zonas de importancia estratégica ambiental. Por otro lado, se indica que se creó el Concejo Municipal de Cambio Climático de Neiva (CMCCN), con el cual se promovieron acciones de mitigación y adaptación desde cada uno de los enfoques misionales de los integrantes.</p> |
| Baraya | <p>Plan De Desarrollo 2020-2023 “Baraya, Juntos Lo Haremos”</p> | <p>Dentro del PDM se desarrolla como ítem el cambio climático, en donde se identifican que para el periodo administrativo anterior se realizaron acciones y estrategias tendientes a disminuir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), entre las cuales se cuenta la construcción de quince (15) hornillas ecológicas a través del convenio 259 del 2017 con la Gobernación</p> |
| Tello | <p>Plan De Desarrollo “Entre Todos Podemos” 2020-2023</p> | <p>En el programa "Ordenamiento Ambiental Territorial" del PDM del municipio de Tello presenta objetivos y estrategias que buscan fortalecer la capacidad territorial del municipio para hacer frente al cambio climático, a través</p> |

| MUNICIPIO | | PDM | ANALISIS |
|-------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | de la gestión comunitaria y la realización de obras de impacto socio ambiental, también se identificó el programa llamado “Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima”, el cual busca ofrecer un servicio de divulgación de la información en gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. |
| META | Uribe | Plan De Desarrollo Del Municipio Uribe: Corazón De La Paz 2016 - 2019 | El municipio de Uribe cuenta en el interior de su PDM con programas encaminados a la protección de nuestros recursos naturales, para el cual se establecieron objetivos que buscan contribuir en la generación de conciencia en la mitigación de Gases de Efecto Invernadero y adaptación al cambio climático, incorporar y concertar la aplicación de las determinantes ambientales para el municipio de Uribe, promover la generación de conocimiento a la comunidad rural, principalmente, de la sostenibilidad Ambiental y prácticas productivas sostenibles, fortalecer la gestión del riesgo ante eventos de origen natural o antrópico en el municipio de Uribe. |

Fuente: Planes de desarrollo de cada municipio.

9.3.2 Instrumentos Departamentales

a. Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR

“El Plan de Gestión Ambiental Regional es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de las Corporaciones Autónomas Regionales para el área de su jurisdicción, que permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo avance hacia la sostenibilidad de las regiones.”

Artículo 2.2.8.6.3.1, Decreto 1076 (2015).

Teniendo en cuenta esta definición, a continuación, se relacionan los PGAR de Corpoamazonía, CAM y Cormacarena, y los contenidos relacionados con los temas desarrollados en la presente investigación.

| PGAR | Contenido relacionado |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p align="center">Plan de gestión ambiental de la región del sur de la amazonia colombiana, 2018-2038</p> <p align="center">CORPOAMAZONIA</p> | <p>El PGAR establece dentro del diagnóstico ambiental define el cambio climático como una amenaza, y dentro de los programas incorpora uno "Gobernabilidad de la Gestión del riesgo de desastres y de cambio climático" el cual a su vez incluye el subprograma Forjar una cultura del Conocimiento y la Reducción del riesgo, del Manejo de Desastres y de Adaptación al Cambio Climático, a nivel departamental y municipal, cuyo objetivo es Convertir la gestión del riesgo en un comportamiento cotidiano y rutinario entre los habitantes locales y las instituciones del Sistema Local Ambiental; a su vez, se identificó la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB) como una opción de desarrollo real y como un aporte al proceso de construcción de paz y la mitigación del cambio climático."</p> <p>por otro lado, este PGAR indica que de acuerdo al Plan de Acción de Corpoamazonia 2016 2019 "Ambiente para la paz" se propuso la conformación de un sistema regional de áreas protegidas que incluye el Complejo de páramos Cerro Miraflores (±216.946 ha), el Distrito de Conservación de Suelos y Aguas (±290.819 ha), y la cuenca baja del rio Caguán (±693.568 ha) en el departamento de Caquetá, y la cuenca alta del río San Juan (±55.597 ha), y en el departamento de Putumayo.</p> |
| <p align="center">Plan de gestión ambiental regional del departamento del Huila 2011 – 2023</p> <p align="center">CAM</p> | <p>El PGAR dentro de su contenido establece la LÍNEA ESTRATÉGICA 2. Gestión integral de áreas estratégicas y de su biodiversidad hacia la consolidación del SIRAP, cuyo objetivo es propender por la conservación del patrimonio natural del departamento del Huila, dentro de esta se a incluye tres áreas programáticas enfocada a la "Conservación, manejo y administración de áreas naturales protegidas y otros ecosistemas", la segunda a la "Evaluación de la oferta y demanda ambiental" y la tercera a la implementación de proyectos que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático; este último se enmarca en la identificación, formulación e</p> |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | implementación de proyectos como REDD y Zero Emission, encaminados a la mitigación de los efectos del cambio climático y a su vez está orientado a la venta de bonos de carbono. |
| <p style="text-align: center;">Plan de gestión ambiental regional PGAR 2020 – 2031</p> <p style="text-align: center;">CORMACARENA</p> | <p>El PGAR en el diagnostico incluye una descripción general del cambio climático en el departamento del Meta, así mismo, dentro del numeral de gestión de riesgo determina acciones de la gestión del riesgo, en donde se encontró la Estrategia variabilidad climática cuyo avance corresponde a la Formulación de la estrategia anual de gestión del riesgo para la variabilidad climática, procurando disminuir las afectaciones, controlar los riesgos, o mitigar las amenazas asociadas a la ocurrencia de dichas variables.</p> <p>El PGAR dentro de sus líneas estratégicas define Identificar y mitigar los efectos del cambio climático y fortalecer la gestión del riesgo, Administración, conservación, protección, lucha contra la deforestación y uso racional de los recursos naturales, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. entre otros. Estas líneas están articuladas con el PND y los ODS. finalmente, dentro de los indicadores que presenta el PGAR se tiene la implementación de alertas tempranas para el manejo del riesgo, Disminuir Toneladas en la emisión de GEI.</p> |

Fuente: Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR

b. Plan integral de gestión de cambio climático territorial

“Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) son los instrumentos a través de los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan, y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados.” Artículo 3, Ley 1931 de 2018

Teniendo en cuenta esta definición, a continuación, se relacionan los PIGCCT para cada uno de los departamentos del área de influencia directa del Complejo de Páramo Los Picachos.

- **Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Departamento del Caquetá 2050**

El Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial – PIGCCT de Caquetá fue elaborado por el Instituto SINCHI en alianza con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD, en colaboración con la Gobernación del Caquetá, Corpoamazonía y el Subnodo departamental de Cambio climático del Caquetá, en el año 2020.

El plan está compuesto por 5 fases bajo las cuales se presentan los resultados del estudio realizado, estas fases corresponden a Alistamiento, Perfil Territorial, Análisis Estratégico, Plan de acción y Monitoreo, seguimiento y evaluación. Este plan busca consolidar un modelo de desarrollo territorial sustentable, basado en la gestión eficiente del cambio climático en el territorio amazónico, a su vez presente un enfoque orientado a la mitigación de los impactos del cambio climático, y la identificación, priorización e implementación de acciones de adaptación al cambio climático y variabilidad climática (PIGCCT, 2020).

En la fase 1. Alistamiento, se realiza un análisis del contexto territorial bajo el cual se identifican las políticas e instrumentos para la gestión del cambio climático en el departamento, se establece una estrategia y esquema de articulación institucional con el fin de utilizar los instrumentos de ordenamiento como herramientas para considerar acciones de cambio climático sobre el territorio (PIGCCT, 2020), principalmente en aquellos sistemas estructurantes como los sistemas productivos, servicios, espacio público, estructura ecológica, cultura, entre otros.

Sin embargo, el documento identifica que, para llevar esto a cabo se requiere de la articulación institucional, con el fin de garantizar que las acciones de prevención, mitigación y adaptación se realicen de manera complementaria entre sí, y que con el fin de llevar esto a cabo, la articulación se debe dar mediante la conformación del Subnodo Departamental de Cambio Climático SDCC.

En esta fase, se tienen en cuenta la articulación del PIGCCT y la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), por lo cual para el departamento del Caquetá se estructuraron las problemáticas ambientales más representativas desde la visión de los ODS.

Fase 2. Perfil territorial, se describen las características del territorio para los componentes biofísico y socio económico y cultural, a su vez, tomando como base la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se realiza la caracterización del clima y variabilidad climática del territorio, con ello se determina los impactos derivados del cambio climático, y se analiza la vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático para el departamento de Caquetá.

Se parte a la fase 3. Análisis estratégico, la cual comprende la estructuración de cinco ejes y medidas prioritarias para la mitigación, adaptación y gestión de riesgo climático, basados en el diagnóstico, y buscando la precisión en la definición de las medidas de acuerdo con las características identificadas en las fases anteriores. Estos cinco ejes corresponden a: (1) Agua y sustentabilidad hídrica territorial, (2) Ecosistemas Andino y Amazónicos resilientes, (3) Mujer, diversidad e interculturalidad, (4) Economías diversas y climáticamente inteligentes y (5) Entornos humanos saludables; una vez definidos los ejes se estructuran el plan de acción en la fase 4.

Esta fase 4, corresponde al instrumento bajo el cual se define la hoja de ruta que integra las acciones de mitigación, adaptación y gestión de riesgos climáticos, y el plazo de ejecución de acuerdo con la priorización hecha. Cada uno de los ejes y líneas de acción presenta una ficha técnica bajo la cual se establece la ruta, y de acuerdo con ellos, a continuación, se relacionan aquellos ejes y las acciones:

Tabla 30 Análisis del contenido de los Planes de acción para los ejes generales del PIGCCT Caquetá.

| Nombre | Línea de Acción | Objetivo |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ecosistemas andinos y amazónicos resilientes | 2.1. Investigación e innovación ecológica para el cambio climático | Impulsar procesos colaborativos de investigación sobre el funcionamiento de los ecosistemas del Caquetá, que brinden conocimientos para el aprendizaje social como mecanismo de internalización intercultural de nuevas prácticas de uso de la naturaleza y proporcionen la base para adaptar la gestión ambiental territorial al cambio climático. |
| | 2.3. Restauración de paisajes resilientes | Generar acciones participativas de intervención para la revitalización de la estructura ecológica del paisaje, garantizando la conectividad de los sistemas Andinos y Amazónicos y conservando la biodiversidad, el suministro de servicios ecosistémicos y el desarrollo de economías locales sólidas que fortalezcan las formas de vida ligadas a la naturaleza. |

Fuente: tomado de PIGCCT Caquetá, 2020

Tabla 31 Análisis del contenido de los Planes de acción para los ejes generales del PIGCCT Caquetá.

| Nombre | Línea de Acción | Objetivo |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gobernanza climática | T3. Ordenamiento y gestión territorial para el cambio climático | Fortalecer y complementar los planes, políticas y proyectos de ordenamiento y gestión territorial para la gestión integral del cambio climático en el Caquetá. |

Fuente: tomado de PIGCCT Caquetá, 2020

Posteriormente se desarrolla la fase 5. La cual corresponde al monitoreo, seguimiento y evaluación, esta comprende 20 fichas técnicas en las cuales se describen los indicadores de las estrategias del PIGCCT, estas buscan evaluar los avances y resultados de la implementación del Plan, y que a través de esto permita determinar acciones en la toma de decisiones.

- **Plan de Cambio Climático Huila 2050: Preparándose para el Cambio Climático**

El Plan de Cambio Climático Huila 2050, es un documento elaborado con el apoyo del programa Carbono Forestal, Mercados y Comunidades (FCMC) de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo la coordinación y edición de la Coordinadora de Cambio Climático de la CAM en el año 2014.

Este plan presenta un análisis de vulnerabilidad al cambio climático en donde se resalta la importancia de considerar que en los instrumentos de planificación territorial como lo son los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial se incluya y promuevan estrategias para disminuir la sensibilidad de los territorios, considerando este aspecto de manera transversal en las agendas municipales (CAM, 2014).

Dentro del análisis de vulnerabilidad el Plan agrupa los municipios de acuerdo con el desempeño de 18 indicadores, encontrando que los municipios que hacen parte del área de influencia del complejo de páramo se encuentran clasificados en el grupo tres, el cual se caracteriza por tener en general un mejor desempeño en gran parte de los indicadores, sin embargo, presenta excepciones en los de inversión en gestión de riesgo, la inversión en ambiente y el Índice de Ruralidad. En ese sentido, el plan analiza que los resultados obtenidos no se diferencian por factores de exposición (temperatura y precipitación), sino que diferencias frente a la vulnerabilidad, la cual está dada a factores de sensibilidad y capacidad adaptativa en aspectos socioculturales, político-institucionales y biofísicos. Con lo anterior se definen las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático (CAM, 2014).

El Plan Huila 2050, presenta 5 ejes generales y 5 ejes transversales con líneas de acción que apuntan al desarrollo del departamento en el marco del clima, estos contienen medidas para desarrollarse a corto, mediano y largo plazo. Los ejes generales atienden la gestión de recursos naturales, la biodiversidad y servicios ecosistémicos, la producción agropecuaria y seguridad alimentaria y los entornos resilientes; en cuanto a los ejes transversales están enfocados en aspectos como el ordenamiento territorial y la planificación, la educación y la

capacitación, la comunicación, la ciencia y la tecnología, y el manejo y gestión de riesgos (CAM, 2014).

Cada uno de los ejes desarrollados, presenta una ficha técnica bajo la cual se desarrollan las líneas de acción, las cuales describen la problemática, acciones emprendidas, objetivos, tiempos de ejecución, recursos de financiación, barreras para la implementación e indicadores de monitoreo. De acuerdo con estas fichas, a continuación, se relacionan aquellos ejes y las acciones a modo general:

Tabla 32 Análisis del contenido de los Ejes generales de acción plan Huila 2050.

| Nombre | Línea de Acción | Objetivo |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eje 1. El Agua: La Gestión Inteligente Del Recurso Hídrico | 1.1. Modelación hídrica del Huila | Desarrollar un modelo participativo y analítico de la hidrología del Huila basado en la herramienta de modelación denominada WEAP, con el fin de proyectar cómo los cambios en precipitación y temperatura afectarían la disponibilidad de agua para los diferentes usos en la cuenca |
| | 1.2. POMCAS climáticos | Desarrollar Planes de Ordenamiento y manejo de cuencas (POMCAS) que incluyan escenarios de cambio climático, utilizando el modelo WEAP, de forma participativa para priorizar medidas de mitigación y adaptación que contribuyan al buen manejo de la cuenca. |
| Eje 2. La Biodiversidad Y Los Servicios Ecosistémicos | 2.2. Estudios de vulnerabilidad de los ecosistemas bajo escenarios de cambio climático | Generar un estudio de vulnerabilidad de los ecosistemas y sus servicios, bajo escenarios de cambio climático, que sirvan para generar esquemas de protección y conservación de los mismos |
| | 2.3. Fortalecimiento del sistema departamental de áreas protegidas | Consolidar el SIDAP Huila con base en escenarios climáticos futuros de forma que asegure un diseño y manejo adecuado para mantenerlos servicios ecosistémicos y garantizar la calidad de vida de los huilenses para el año 2050 |
| | 2.4. Manejo de páramos y humedales | Garantizar la delimitación, planificación, gestión y manejo adaptativo de los páramos y humedales, manteniendo el suministro de los servicios |

| Nombre | Línea de Acción | Objetivo |
|--------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | | ecosistémicos que soportan el desarrollo del departamento del Huila y el país. |

Fuente: tomado de Plan de Cambio Climático Huila 2050: Preparándose para el Cambio Climático, CAM, 2014

Tabla 33 Análisis del contenido de los Ejes transversales de acción plan Huila 2050

| Nombre | Línea de Acción | Objetivo |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eje 1t. El Ordenamiento Territorial Como Base Para La Adaptación | 1T.1.Capacitación de municipios en ordenamiento territorial y cambio climático | Apoyar en la revisión de los POT municipales mediante la capacitación de los municipios del Huila en el uso de herramientas prácticas de planificación estratégica y participativa, diseñadas para integrar múltiples variables climáticas y de desarrollo en procesos de zonificación y ordenamiento hacia municipios y territorios “climáticamente inteligentes”. |
| | 1T.2. Creación del Banco Municipal de Información Climática (BMIC) | Desarrollar y mantener una base de datos climáticos que sirva para alimentar la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial y planificación municipal en 7 municipios del Huila. |
| Eje 2t. Educar Y Capacitar A Los | 2T.2. El cambio climático como eje transversal del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental del Huila (CIDEA) | Hacer del cambio climático el eje transversal del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental del Huila (CIDEA), con el fin de generar conocimiento, educación y concientización en la población escolar del departamento. |
| T5. MANEJO Y GESTIÓN DE RIESGOS | 5T.1 Coordinación y acción interinstitucional para el manejo de riesgos en un territorio climáticamente inteligente | Establecer mecanismos institucionales de coordinación y acción con entidades de gestión de riesgo para compartir información, tomar acciones conjuntas y ejercer autoridad efectiva con miras a reducir vulnerabilidades, disminuir los riesgos de desastre, y mejorar la resiliencia del departamento del Huila |

Fuente: tomado de Plan de Cambio Climático Huila 2050: Preparándose para el Cambio Climático, CAM, 2014

- Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía- PRICCO (Meta)

El Plan Regional Integral de Cambio Climático para La Orinoquía - PRICCO, es un documento elaborado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (Cormacarena), Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía

(Corporinoquia), ECOPETROL y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en el año 2017, esta publicación presenta un documento con información a nivel regional, y documentos individuales para los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. A continuación, se presenta el análisis para el departamento del Meta dado que es sobre el cual el complejo de Páramo Los Picachos presenta área, esto no significa que la incidencia del cambio climático en el páramo sea producto de los impactos generados únicamente en el departamento del Meta.

El Capítulo 1. Corresponde al esquema metodológico de la construcción colectiva del PRICCO, bajo el cual se plantean 4 fases o etapas, la primera es la de planificación y preparación, basada en un contexto regional e inventario de GEI, la segunda, es la gestión de la información enfocada a temáticas de clima, variabilidad climática, cambio climático, el impacto de este y la vulnerabilidad y riesgo, la tercera es el plan de adaptación y mitigación, en donde a través de la información de las etapas anteriores se establecen las medidas de mitigación y adaptación,, la estrategia de implementación y el esquema de financiamiento, y finalmente la cuarta etapa que corresponde al Sistema de seguimiento y evaluación de las medidas, estrategia y esquema (PRICCO, 2017).

Dentro de las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático para el departamento del meta se identificaron 35 medidas que responden a los impactos del cambio climático sobre los sectores pecuarios, recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos, salud, minería e hidrocarburos, a partir de las cuales se establecieron cuatro líneas políticas estratégicas Hidropolítica basada en la conservación, ruralidad climáticamente inteligente, Asentamientos humanos resilientes y bajos en carbono y minería e Hidrocarburos.

Tabla 34 Análisis de contenidos del PRICCO (META)

| Sector | Línea | Nombre de la medida | Medida propuesta |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gestión de recursos hídricos | Hidropolítica basada en la conservación | Restauración de áreas protectoras en zonas de captación de agua en alta montaña | Consolidar un proceso de conservación de bosque andino aledaño a cuencas del piedemonte de la Orinoquía para disminuir la presión del cambio climático. Es necesario concentrar esfuerzos de las cuencas que tengan mayor número de concesiones, pues esto implica mayor demanda hídrica observada |
| | Hidropolítica basada en la conservación | Planificación hídrica - Planificación hídrica bajo escenarios de cambio climático | El objetivo de estas medidas es actualizar los lineamientos vigentes para el concesionamiento de aguas superficiales y subterráneas, aprovechando los análisis que se han hecho en la construcción del PRICCO. Se espera que mediante argumentos científicos basados en cambio climático y estado real de las fuentes se pueda condicionar el uso de los recursos hídricos en el departamento y priorizar los tipos de uso. Adicionalmente, se busca determinar las cuencas que deben ser priorizadas para incluir la variable de cambio climático en su planificación y ordenación |
| Biodiversidad y servicios ecosistémicos | Hidropolítica basada en la conservación | conservación de ecosistemas estratégicos | Esta medida de adaptación tiene como objetivo conservar los ecosistemas del piedemonte orinoquense, alta montaña en la región andina, sabanas y bosques sobre la transición orinoco-amazonas, actualmente sin representación o subrepresentados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Como objetivos secundarios, busca prevenir el impacto antrópico por expansión agrícola y pecuaria en estas zonas y reducir la vulnerabilidad al cambio climático en diferentes sectores (Recurso Hídrico, Dimensión Humana y Agricultura). |

Fuente: tomado de PRICCO (META), 2017

9.3.3 Instrumentos Nacionales

El artículo 1 de la Ley 99 de 1993. Principios generales ambientales, establece que *Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial*. En ese sentido, se han elaborado instrumentos de ordenamiento y planificación territorial con el fin de proteger y conservar

los ecosistemas estratégicos, y en este caso el de Páramo, por lo cual a continuación, se presentan los referentes a la temática de cambio climático.

- **Plan Nacional de Desarrollo**

El Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, todos por un nuevo país, adoptado mediante la Ley 1753 de 2015, menciona lo siguiente, frente a lo tratado en la presente investigación:

Tabla 35 Análisis del contenido del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018

| Capítulo | Objetivo | Estrategia |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| II Colombia en paz | Objetivo 3. Reducir las desigualdades sociales y territoriales entre los ámbitos urbano y rural, mediante el desarrollo integral del campo como garantía para la igualdad de oportunidades | <p>a. Diseño e implementación de modelos de desarrollo local sostenible de las zonas más afectadas por el conflicto.</p> <p><i>La construcción de paz en Colombia no puede desconocer las condiciones de sostenibilidad ambiental que tienen como prioridad el avance en procesos de ordenamiento territorial concertados, la protección de reservas naturales y áreas protegidas, la regulación del uso del suelo según su vocación, y la prevención de conflictos socioambientales... Lo anterior implica que la forma de intervención debe conciliar los objetivos de bienestar y oportunidades de progreso económico a que tienen derecho esas comunidades con los objetivos de conservación y recuperación de ecosistemas ambientalmente sensibles y estratégicos que hacen parte de la agenda nacional sobre el cambio climático.</i></p> |
| VII. Transformación del Campo | Objetivo 1. Ordenar el territorio rural buscando un mayor acceso a la tierra por parte de los productores agropecuarios sin tierras o con tierra insuficiente, el uso eficiente del suelo y la seguridad jurídica sobre los derechos de propiedad bajo un enfoque de crecimiento verde | <p>b. Promover el uso eficiente del suelo y los recursos naturales</p> <p>Con el propósito de mitigar los impactos que tienen la variabilidad y el cambio climático sobre los sistemas productivos agropecuarios y lograr un crecimiento sostenible, es necesario adelantar la clasificación agroclimática actual y prospectiva del territorio, con base en escenarios de cambio climático y acorde con las metodologías y criterios definidos por la UPRA. Además, emprender el diseño e implementación de un Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas (SAAT) y formular planes de adaptación y mitigación al cambio climático para los sistemas productivos y las zonas priorizadas.</p> |

| Capítulo | Objetivo | Estrategia |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X. Crecimiento Verde | Objetivo 2: Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza ambiental | <p>a. Conservar y asegurar el uso sostenible del capital natural marino y continental de la Nación Asegurar la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través del reconocimiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos como base para el desarrollo del país, propendiendo por la disminución de conflictos en el uso del territorio.</p> <p>d. Consolidar un marco de política de cambio climático buscando su integración con la planificación ambiental, territorial y sectorial: Consolidar instrumentos normativos y de política de cambio climático para su integración en la planificación del desarrollo:</p> <p>e. Fortalecimiento institucional y gobernanza, para optimizar el desempeño del SINA, la educación e investigación y la generación de información y conocimiento ambiental. Generación de información y conocimiento en materia ambiental: 3) formular una agenda de investigación ambiental, innovación y cambio climático integrada al Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, bajo el liderazgo de los institutos de investigación, del MADS y Colciencias, la cual se desarrollará en concordancia con las estrategias de la Política de Producción y Consumo Sostenible</p> |
| | Objetivo 3: lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático | <p>b. Fortalecer la planificación del desarrollo con criterios de adaptación al cambio climático Gestión del conocimiento respecto al proceso de cambio climático y sus impactos: 2) avanzar, por parte de las entidades del SINA, en el análisis de los impactos de los fenómenos climáticos en ecosistemas estratégicos que regulan o soportan procesos hidrológicos y en la implementación de acciones conjuntas para reducir dichos impactos, a partir de la identificación del flujo de servicios ecosistémicos y su interacción con el clima; 3) analizar, a cargo del IDEAM, los impactos del cambio climático en los bosques del país y su interacción con las transformaciones de origen antrópico, en el marco del Programa Forestal Nacional y; 4) apoyar, por parte de las entidades del SINA, a los sectores en el análisis que ellos lideren sobre posibles pérdidas y beneficios económicos asociados al cambio climático.</p> <p>Planificación del desarrollo para la adaptación al cambio climático: 2) apoyar, por parte de las entidades nacionales coordinadoras del PNACC, a los municipios en la incorporación de criterios y acciones que disminuyan los impactos del cambio climático en el proceso de revisión y ajuste de los POT.</p> |

| Capítulo | Objetivo | Estrategia |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| XI. Estrategias regionales: ejes articuladores del desarrollo y prioridades para la gestión territorial | F. El Centro-Sur-Amazonía de Colombia, tierra de oportunidades y paz: desarrollo del campo y conservación ambiental | Objetivo 1: Conservar el patrimonio ambiental y cultural de la Amazonía y el Macizo Colombiano: 1. Controlar el avance de las actividades que ponen en riesgo la permanencia de los ecosistemas estratégicos del Macizo Colombiano y la Amazonía: Los ecosistemas estratégicos de la región, especialmente los páramos y el bosque húmedo tropical, se encuentran amenazados principalmente por la expansión de la frontera agrícola y la deforestación. Se propenderá por la protección de estos ecosistemas por medio de la gestión de acuerdos con la población de la región, los gobiernos locales y las autoridades ambientales, orientadas a la conservación del bosque y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. De esta manera se garantizará la prestación y continuidad de los servicios ecosistémicos que sostienen el equilibrio ambiental del país. |
| | Iniciativas de inversión | DEPARTAMENTO DE HUILA - Iniciativas regionales: Delimitación de Páramos: Cruz Verde-Sumapaz, nevado del Huila, Los Picachos y Guacanacas-Puracé. |

Fuente: Tomado del PND, 2015

Este Plan Nacional de Desarrollo, en sus Artículos 20 estableció que “No podrán ser área de reservas para el desarrollo minero las áreas delimitadas como páramos y humedales”, y en el artículo 173, instituyó la protección y delimitación de páramos, determinando que “en las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos.”

De igual manera, decreto que “*El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hará la delimitación de las áreas de páramos al interior del área de referencia definida en la cartografía generada por el Instituto Alexander Von Humboldt a escala 1:100.000 o 1:25.000, cuando esta última esté disponible. En esta área, la autoridad ambiental regional deberá elaborar los estudios técnicos que permitan caracterizar el contexto ambiental, social y económico, de conformidad con los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Al interior de dicha área, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible deberá delimitar el área de páramo, con base en criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos.*”

Este fue el mayor aporte del Plan de Desarrollo 2014 – 2018, para la protección de los páramos, resultado de ello, y según datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible están delimitados 36 complejos de páramos (MADS, 2020).

El Plan Nacional de Desarrollo 2018– 2022, Pacto por Colombia, pacto por la equidad, este es el plan del actual gobierno, el cual fue expedido por la Ley 1955 del 25 de mayo de 2019. Este está compuesto por pactos estructurales, transversales y el pacto por la productividad y la equidad de las regiones. A continuación, se relaciona el contenido desarrollado en el plan frente a lo tratado en la presente investigación:

Tabla 36 Análisis del contenido del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022

| Pacto | Objetivo | Estrategia |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV. Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo | B. Biodiversidad y riqueza natural: activos estratégicos de la Nación | <p>c. Productos y servicios basados en el uso de la biodiversidad. - <i>Objetivo 2. Realizar intervenciones integrales en áreas ambientales estratégicas y para las comunidades que las habitan - b) Intervenciones integrales en áreas ambientales estratégicas.</i> MinAmbiente avanzará en la reglamentación de la Ley 1930 de 201879. Desde el DNP, y con apoyo de MinAmbiente, MinAgricultura, MinMinas, MinCIT, entre otros, formulará una política pública para la intervención integral de los complejos de páramo, que cuente con la participación de las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las comunidades.</p> <p>Así mismo, MinAgricultura implementará un programa de ordenamiento productivo y desarrollo de actividades sostenibles en páramos, que reduzca los impactos ambientales y que incluya procesos de reconversión con énfasis en los cultivos de cebolla y de papa, y en la producción de leche, entre otros. Los procesos de reconversión serán complementados con esfuerzos de otros sectores y estarán acordes con la visión de desarrollo regional.</p> |

Fuente: Tomado del PND, 2019

El artículo 11 de la Ley 1955 de 2019, por la cual se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2018– 2022, Pacto por Colombia, pacto por la equidad, establece *“los Recursos para la conservación de páramos, tratados en los artículos 43 y 45 de la Ley 99 de 1993, modificados por la Ley 1930 de 2018, que le correspondan a las Corporaciones Autónomas Regionales y a los municipios y, que sean destinados a la conservación de los*

páramos, constituyen rentas propias de estas autoridades por lo que no ingresarán al Fondo Nacional Ambiental (FONAM). Los recursos que le correspondan a Parques Nacionales Naturales ingresarán a la subcuenta para la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales del FONAM. En todo caso los recursos de los que trata este artículo se destinarán exclusivamente a la preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento de los páramos.”

- Política Nacional de Cambio Climático

El objetivo de la Política nacional de cambio climático es incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera. (MADS, 2017)

Dentro de las estrategias territoriales definidas en la política nacional se encuentran dos de desarrollo ((i)estrategia de desarrollo urbano resiliente al clima y bajo en carbono, (ii) estrategia de desarrollo rural resiliente al clima y bajo en carbono) y una de manejo de ecosistemas.

Tabla 37 Estrategias de la Política Nacional de Cambio Climático

| Estrategias | Línea de acción | Acción |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima | 4 Dentro del escenario de posconflicto brindar alternativas productivas y de acceso a la tierra en áreas con procesos de ocupación de baldíos, minería ilegal, cultivos ilícitos y/o de ocupación de reservas forestales, que promuevan el mantenimiento o el aumento de las reservas de carbono forestal, el cierre de la frontera agrícola y el uso de sistemas productivos agropecuarios y forestales resilientes al clima y consistentes con la vocación y las condiciones agroecológicas de dichas zonas | 4.6 Recomendar la implementación de medidas en instrumentos sectoriales ambientales forestales, incluyendo el manejo de reservas forestales |

| Estrategias | Línea de acción | Acción |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima | 1 Promover la conservación y restauración de ecosistemas terrestres y marino-costeros que proveen servicios ambientales que favorecen la adaptación al cambio climático de los sistemas socioeconómicos, como los servicios de regulación hídrica y protección contra inundaciones, y avanzar en el desarrollo de medidas de adaptación basadas en ecosistemas. | 1.5 Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas asociados con las áreas de abastecimiento hídrico, inundación y sequía, y elevación del nivel del mar, como pueden ser nacimientos de agua y rondas hídricas dentro de las cuencas prioritarias y los manglares en zonas costeras. |
| | 2 Incorporar los escenarios de impacto del cambio climático en la gestión del manejo, la conservación y restauración de los ecosistemas terrestres y marino-costeros prioritarios por su vulnerabilidad, incluyendo la relacionada con el sistema nacional de áreas protegidas y sus zonas de amortiguación | N/A |
| | 3 Incorporar en la planificación territorial y del desarrollo sectorial, acciones de manejo y conservación de los ecosistemas y sus servicios, teniendo en cuenta el rol de los mismos en la reducción de emisiones y el aumento de la adaptación territorial y sectorial | 3.1 Determinar las áreas para conservar y por restaurar, con base en el rol que los ecosistemas tienen con relación a la vulnerabilidad al cambio climático en territorios priorizados; e incorporar estas áreas en la planificación territorial y del desarrollo |

Fuente: tomado del PNACC, 2016 Fuente: tomado del PNACC, 2016

- **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).**

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), Líneas de Acción Prioritarias para la Adaptación al Cambio Climático en Colombia, dentro de su desarrollo contempla un marco de políticas para la adaptación al cambio climático, un marco conceptual, diagnóstico, estrategias para la adaptación al cambio climático, evaluación y seguimiento y por último financiación del PNACC.

Las estrategias para la adaptación al cambio climático están formuladas con el fin de profundizar los lineamientos de la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático. Estas estrategias están dadas en 3 objetivos, de los cuales se plantearon 9 estrategias y 25 acciones, de las cuales a continuación, relacionan

aquellas que refieran a los ecosistemas de páramo o acciones que puedan ser llevadas a la protección de estos.

Tabla 38 Estrategias para la adaptación al cambio climático

| Objetivo | Estrategia | Conocimiento |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conocimiento | 1A. Fortalecimiento de la gestión del conocimiento climático, hidrológico y oceanográfico, y sobre los impactos potenciales de sus variaciones en el contexto de cambio climático | Fortalecer la capacidad de generación y divulgación de información hidrológica, meteorológica y oceanográfica del país para la toma de decisiones. |
| | | Reunir evidencias de cambio climático y desarrollar análisis complementarios con base en los escenarios de cambio climático. |
| | | Complementar la modelación prospectiva de fenómenos de cambio climático |
| | | Estudiar los potenciales impactos, la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio y la variabilidad climática en el territorio colombiano. |
| | | Fortalecer el conocimiento sobre medidas de adaptación al Cambio Climático. |
| Planificación | Incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado | Incorporar lineamientos y acciones de adaptación al cambio climático en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial. |
| | | Incorporar lineamientos y acciones de adaptación al cambio climático en los instrumentos de planificación del desarrollo a escala local, regional y nacional. |
| | | Incorporar lineamientos y acciones de adaptación al cambio climático en los instrumentos de planificación sectorial. |
| Transformación del desarrollo | Gestión de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos | Fortalecer la funcionalidad de los servicios de aprovisionamiento y regulación de agua de los ecosistemas mediante la gestión ambiental y la gestión de los recursos hídricos. |
| | Producción agropecuaria y seguridad alimentaria adaptadas al cambio climático | Integrar el desarrollo rural y la capacidad de respuesta al cambio climático. |

Fuente: tomado del PNACC, 2016 Fuente: tomado del PNACC, 2016

Otros instrumentos en el marco de cambio climático en Colombia son los siguientes:

Tabla 39 Análisis de contenido de otros instrumentos

| Instrumento | Contenido |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proyecto Normativo Cambio climático del sector agropecuario | “Por la cual se adopta el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Agropecuario – PIGCCS |
| CONPES 3700 de 2011 | En 2014, el país inició la formulación de la Política Nacional de Cambio Climático y desde entonces se propuso articular todos los esfuerzos mediante estrategias para abordar la problemática, las cuales quedaron plasmadas en el documento CONPES 3700 de 2011: Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. Importante destacar que en 2011 fueron diseñadas la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono - ECDBC, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático - PNACC, y la Estrategia Nacional REDD+, entre otras iniciativas. Todos estos esfuerzos están orientados al cumplimiento del compromiso adquirido en el marco del Acuerdo de París, sobre la reducción del 20 por ciento de las emisiones de gases contaminantes hacia 2030, y a la creación de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. |
| Sistema Nacional de Cambio Climático - SISCLIMA. | El Gobierno Nacional, a través del Decreto 289 de 2016, creó el Sistema Nacional de Cambio Climático, SISCLIMA, el cual está conformado por las entidades estatales, privadas y sin ánimo de lucro, de políticas, normas, procesos, recursos, planes y estrategias e instrumentos para coordinar y articular las acciones y medidas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI), y que, a su vez, ayudará a la adopción del cambio climático. Este sistema le permitirá al país promover un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. El proyecto da una visión de trabajo regional a través de la conformación de los Nodos Regionales de Cambio Climático. Estos nodos promoverán, apoyarán y acompañarán la implementación de políticas y acciones de cambio climático en cada región. |
| Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). | Apoya la preparación del país para enfrentar eventos climáticos extremos y la transformación gradual del clima. Orienta la formulación de programas y proyectos prioritarios, así como el fortalecimiento de acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución, con el propósito |

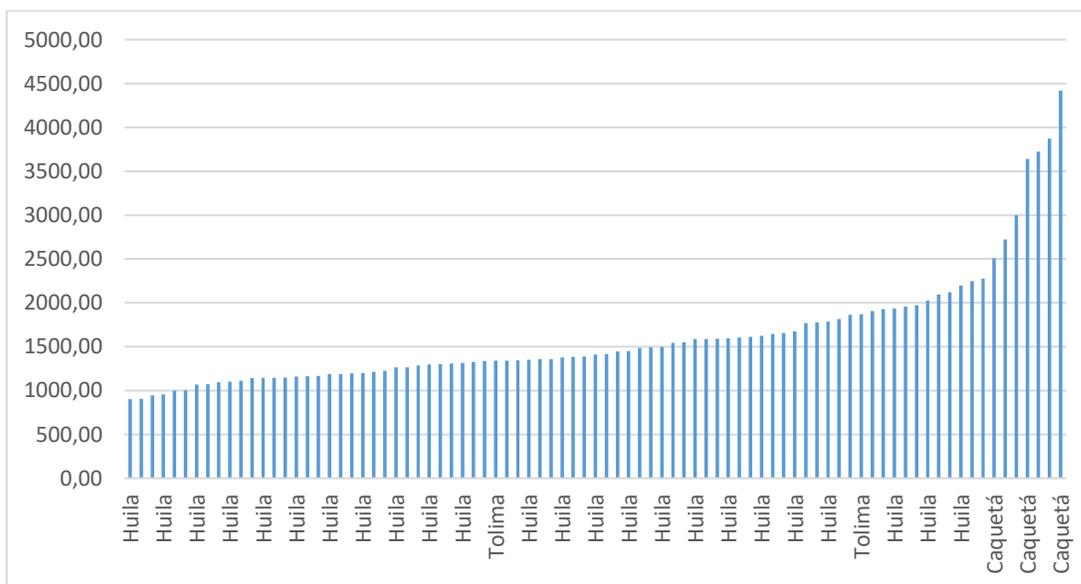
| Instrumento | Contenido |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | de reducir las consecuencias negativas en el largo plazo para la población, el sector productivo y los ecosistemas, así como identificar y beneficiarse de cambios en el territorio. |

10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se expone el análisis de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, para ello se abordan en el mismo orden en el que se presentaron los resultados.

Para la variable de precipitación es relacionar que la distribución de las estaciones meteorológicas de las cuales se tomaron los datos (Mapa 4) puede implicar incidencia sobre el modelo proyectado para el presente estudio, en donde de las 85 estaciones climatológicas el 88,24% se encuentran ubicadas en el departamento del Huila y el 8,24% sobre el departamento de Caquetá y ninguna sobre el departamento del Meta.

Ilustración 10 Precipitación media mensual multianual (mm)



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

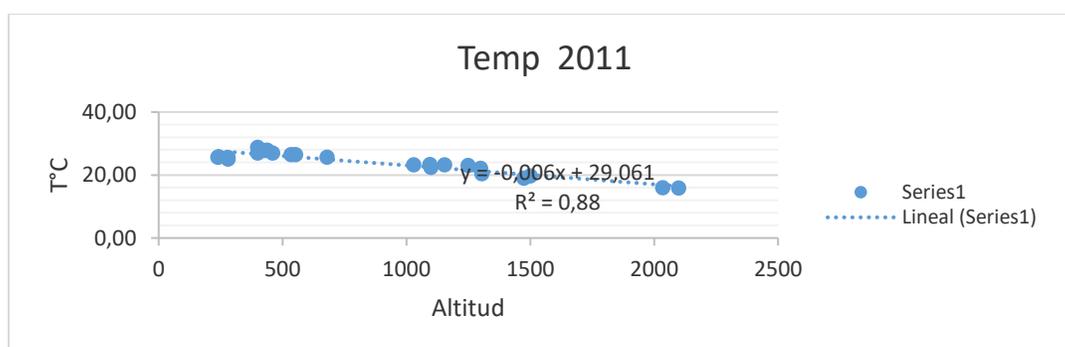
En ese sentido, es importante reiterar que el complejo Páramo Los Picachos se encuentra en una zona de confluencia de las cuencas del río Magdalena – Cauca, la cuenca del Orinoco y la cuenca amazónica, cada una de estas con características únicas como lo es la humedad en

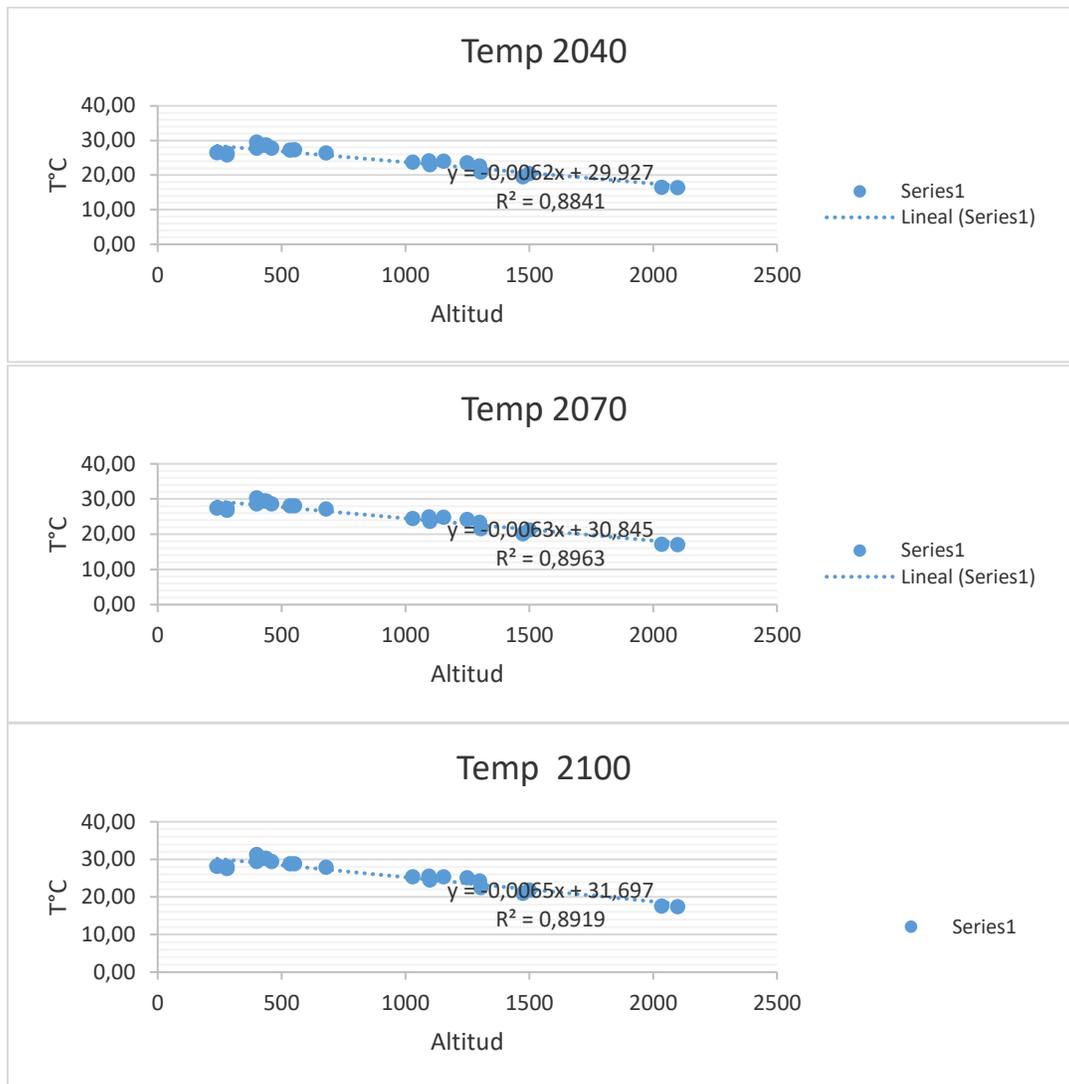
la cuenca amazónica y áreas secas hacia el departamento del Huila, en donde se encuentra el desierto de la Tatacoa. En la Ilustración 10 se muestra los valores de precipitación para el área de estudio, en donde se evidencia que la mayor parte de los datos corresponde al departamento del Huila, evidenciando que las precipitaciones hacia esta cuenca son menores y que van desde los 903,16 mm hasta los 2276,93 mm, estos valores corresponden a dos estaciones ubicadas en el municipio de Colombia Huila, y por otro lado, en el departamento del Caquetá el valor de menor precipitación corresponde a 2510,07 mm y el mayor a 4419,26 mm.

Con los datos de precipitación del ET-ESA se construyó el modelo climático para el Complejo de Páramo Los Picachos (Mapa 4), en donde se evidencia que la zona de mayor precipitación corresponde a la que se encuentra en la cuenca amazónica con valores promedio entre los 1700 – 1800 mm, y la de menor precipitación corresponde a la zona de la cuenca Magdalena – Cauca, siendo coherente con las características climáticas de la zona.

En cuanto al análisis de las temperaturas del área de estudio se emplearon los datos del ET-ESA, bajo los cuales se proyectó la temperatura para el clima actual (Mapa 4), sin embargo, para acertar en la proyección y el modelo climático de temperatura fue necesario entender la dependencia entre las variables temperatura y altitud, por lo cual se determinó el gradiente altitudinal, basados en los datos mensuales multianuales, como se muestra a continuación:

Ilustración 11 Variación altitudinal de las temperaturas medias





Fuente: Elaboración del investigador, 2021

En la Ilustración 11 se identifica la tendencia entre la altitud y la temperatura, en donde a menor altitud mayor temperatura. Tomando los valores de temperatura obtenidos por las estaciones climatológicas se estableció el gradiente altitudinal para cada periodo de referencia.

Tabla 40 Gradiente altitudinal para los escenarios de cambio climático.

| °C 100 msnm | Gradiente | | | |
|-------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| | R | 2011 - 2040 | 2041 - 2070 | 2071 - 2100 |
| | -0,60 °C | -0,62 °C | -0,63 °C | -0,65 °C |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Los valores de la Tabla 40 establecen que el gradiente de temperatura oscila entre los -0,60 a - 0,65 °C por cada 100 msnm.

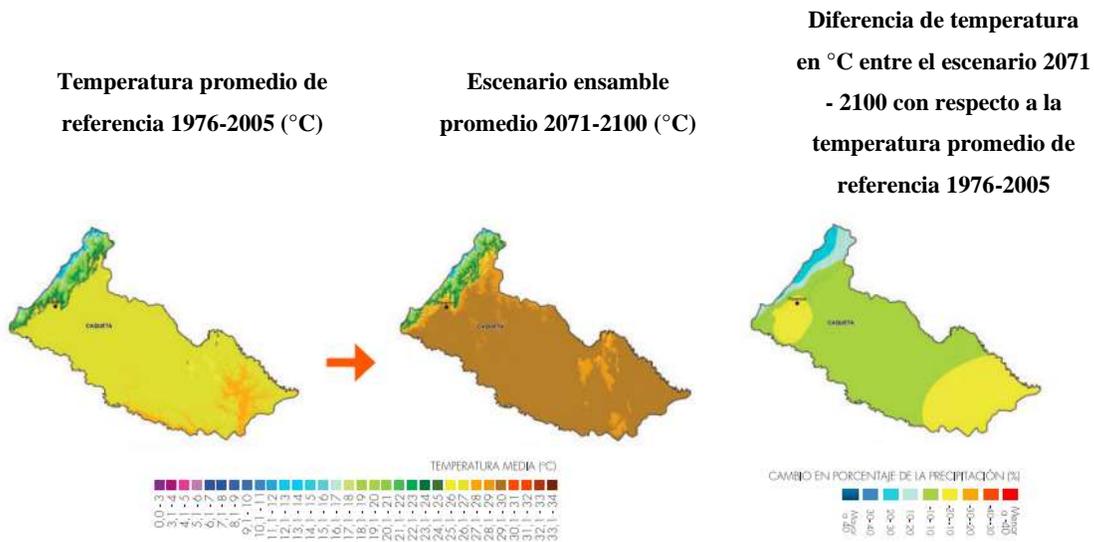
Ya con la información de datos climáticos para el periodo actual se procedió a proyección de precipitación y temperatura frente los escenarios climáticos de la tercera comunicación, por lo cual se realizó un análisis frente a los resultados de esta comunicación versus los obtenidos en esta investigación.

10.1 TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL

La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, corresponde a un ejercicio en el que se presentan los nuevos escenarios de cambio climático para el periodo 2011 – 2100, con el que a través metodologías propuestas por el IPCC se formula un modelo multiescenario que permite calcular posibles cambios de las variables climatológicas con respecto al clima actual. En este documento el IDEAM deja un instrumento fundamental para quienes en su rol como gobernadores, alcaldes, formuladores y tomadores de decisión incluyan esta herramienta en los diferentes procesos de ordenamiento territorial y planificación de desarrollo. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015). En ese sentido, se revisan las fichas departamentales para el área de influencia del complejo de Páramo Los Picachos, con el fin de validar los resultados de la investigación.

10.1.1 Departamento del Caquetá

De acuerdo con el documento Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100, la ficha departamento del Caquetá se encuentra lo siguiente:

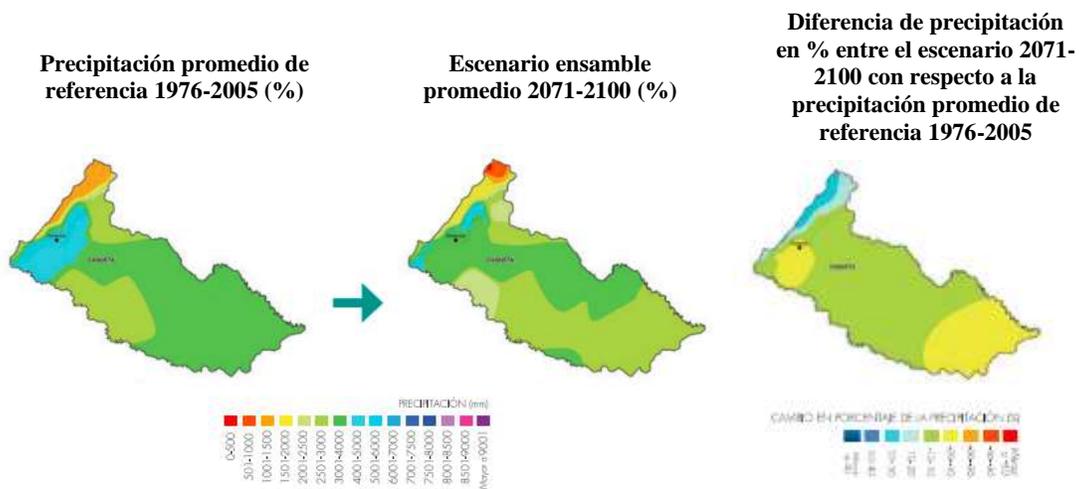


Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

Para el escenario 2011-2040 el cambio de temperatura corresponde a un 0,8 °C en rango bajo medio, para el escenario 2041-2070 1,5 °C rango Medio alto y para el escenario 2071-2100 2,2 °C rango Alto.

De acuerdo con IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. 2015 se proyecta a modo general que el departamento de Caquetá podrá aumentar la temperatura en 2,2°C, no obstante, el piedemonte amazónico presentará un posible aumento de 1°C.

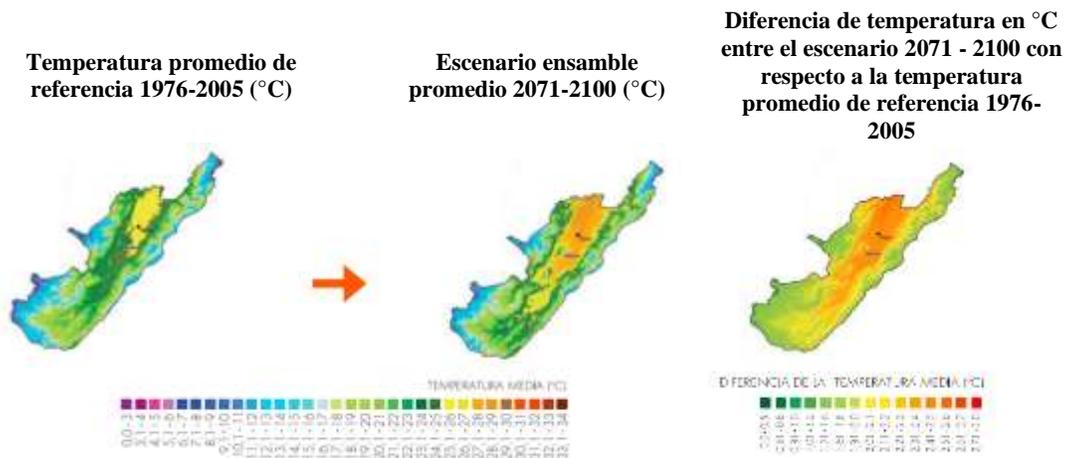
En cuanto a los escenarios para la variable de precipitación se tiene en general y para fin de siglo, podrá haber una disminución promedio de hasta un 17%, particularmente al suroriente, Los aumentos aislados de precipitación podrán presentarse sobre el piedemonte Amazónico hasta en un 20% adicional al valor actual.



Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

10.1.2 Departamento del Huila

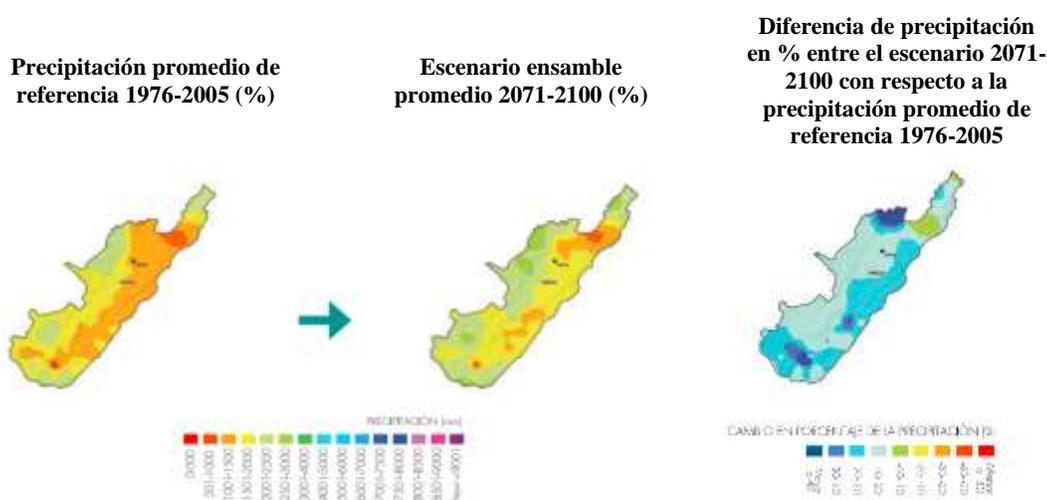
Para el departamento del Huila de acuerdo con el IDEAM se proyecta un cambio de temperatura del 0,8°C para el escenario 2011 – 2040, 1,4°C para el escenario 2041 – 2070 y un cambio en la temperatura de 2,1°C para el escenario 2071 – 2100.



Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, para el departamento del Huila se proyecta un aumento en la temperatura promedio del 2,1°C al finalizar el siglo.

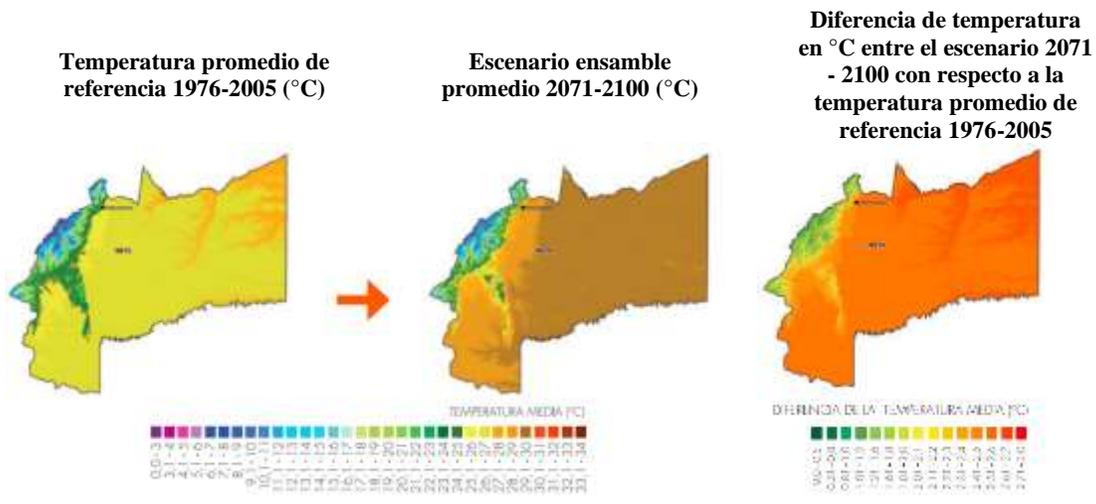
Para los escenarios con precipitación de manera general para el departamento se presentará un aumento en la precipitación en donde para el escenario 2011 – 2040 corresponde al 16,52%, para el escenario 2041 – 2070 del 17,74% y para el escenario 17,24%.



Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

10.1.3 Departamento del Meta

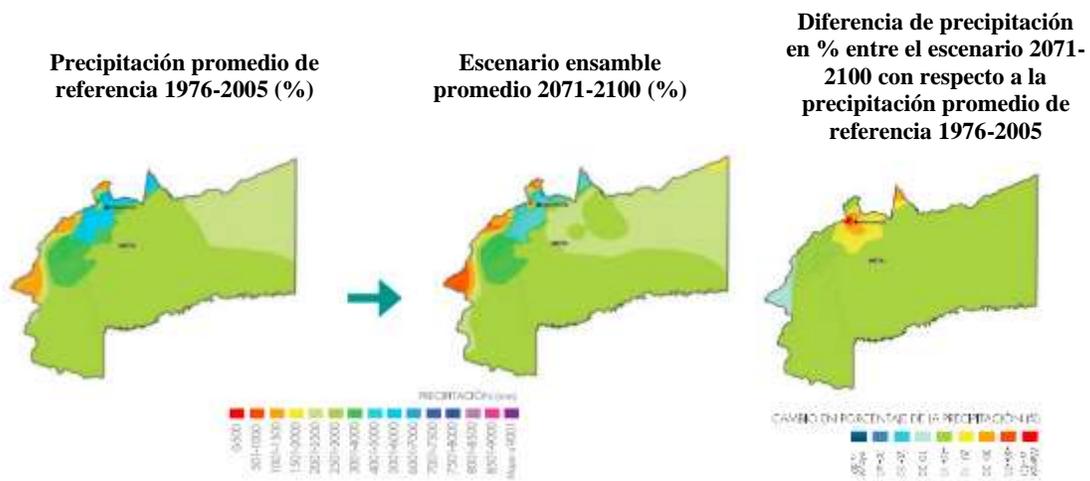
Para el departamento del Meta en el escenario 2011 – 20140 se prevé un aumento en la temperatura del 0,9°C, para el escenario 2041 – 2070 un aumento del 1,7°C y para el escenario 2071 – 2100 un cambio en la temperatura de 2,4°C.



Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

De acuerdo con lo planteado por el IDEAM en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático el departamento podrá presentar aumentos de temperatura de hasta 2,4°C para fin de siglo en promedio

En cuanto a la precipitación de acuerdo con el documento del IDEAM, se tiene que para el periodo 2011-2040 se presentara una disminución del 7,46%, para el escenario 2041 – 2070 una disminución del 5,68% y para el periodo 2071 – 2100 un cambio de -3,89%.



Fuente: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

Sumado a lo anterior, la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, establece a su vez dentro de las fichas departamentales, los principales efectos para el Huila y Caquetá se verán reflejados en el sector agrícola en donde el aumento de la precipitación podría propiciar la aparición de plagas o enfermedades para los monocultivos; en cuanto a la ganadería, para el de Meta y Caquetá se verá afectado principalmente el aumento de la temperatura.

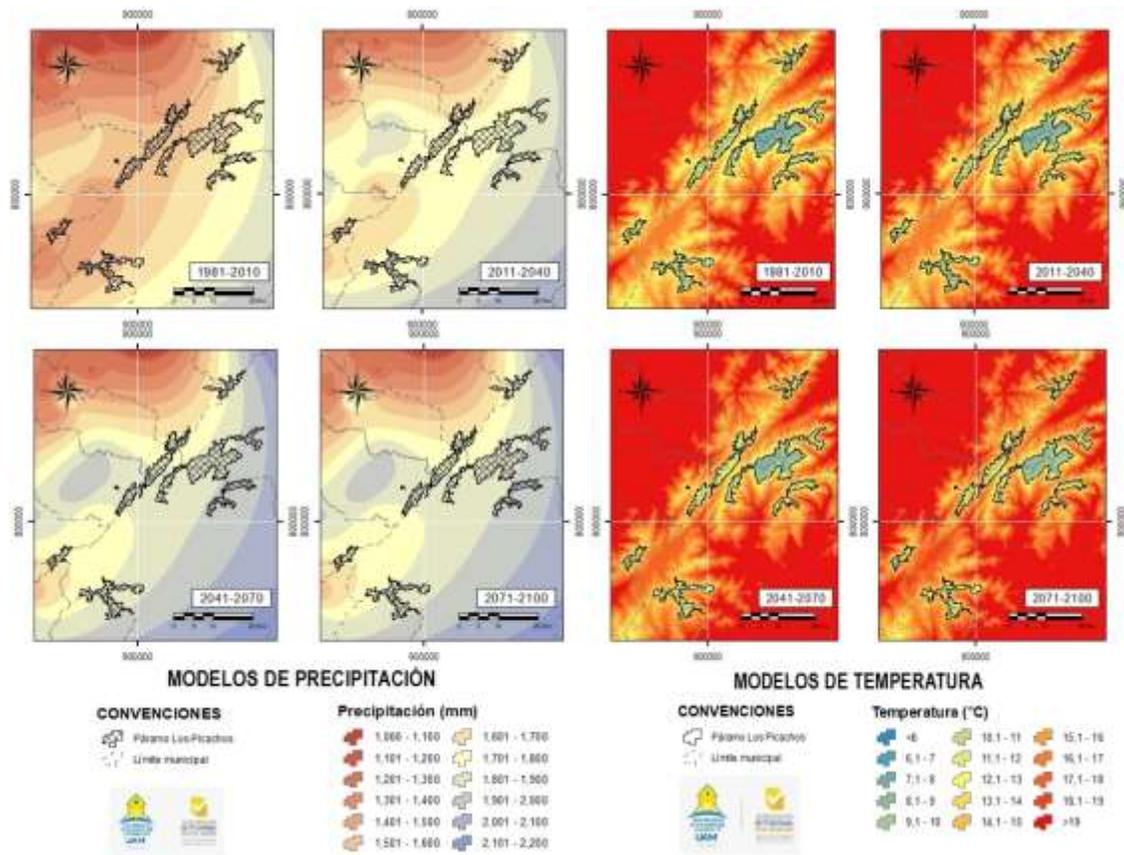
A su vez, refieren la implementación en los municipios de sistemas de alerta temprana, en este caso para los departamentos del Caquetá y Huila, debido que el aumento de la precipitación podría generar vectores de enfermedades y/o la aparición de fenómenos naturales como remoción en masa, avenidas torrenciales que promuevan situaciones de riesgo en las poblaciones aledañas.

Por último, pero no menos importante, las alteraciones en la temperatura y precipitación tienen un impacto asociado a la Biodiversidad, y siendo este un ecosistema estratégico, en donde el rango de tolerancia de las especies ante las perturbaciones del sistema es bastante bajo lo que puede llegar a desencadenar estrés térmico, que conllevan a desplazamientos altimétricos de comunidades o ecosistemas, y directamente cambios en las funciones y servicios del ecosistema.

Ahora bien, el modelo para las variables de temperatura y precipitación elaborados para la presente investigación fue realizado contemplando los tres departamentos del área de trabajo, en ese sentido, el análisis se realiza de manera general de acuerdo con lo encontrado.

En el Mapa 21, para el modelo de precipitación (Izquierda), para el periodo 2011 – 2040 se observa que se da un aumento en los valores de la precipitación encontrándose entre los 1800 y 1900, y en algunos sectores con precipitaciones entre los 1700 y 1800 mm anuales, lo que corresponde a un aumento en la precipitación en un rango aproximado del 10 al 20% para este periodo.

Mapa 21 Modelo de precipitación y temperatura para cada escenario de cambio climático



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Respecto al periodo 2041 – 20170 y al periodo 2071 – 2100, se observa un comportamiento similar, con un aumento de precipitación pasando de los 1800 mm al año a rangos entre los 1900 y 2000, con un aumento entre el 21 al 30% de la precipitación para estos periodos.

En relación con el modelo de temperatura (Mapa 21- Derecha), el páramo en el escenario actual presenta una temperatura hasta de 6 °C, para el escenario para el periodo 2041 – 2070 se evidencia un cambio en la temperatura de hasta 1°C, es decir, que la temperatura en este escenario podrá llegar hasta los 7°C, para el tercer escenario el cambio de temperatura podrá llegar hasta 1,3 °C.

Cabe señalar, que de acuerdo con el modelo (Mapa 21), los polígonos 1, 3, 4, 5, 6 y 7, para el escenario 2100, llegan a tener cambios en temperatura bastante obvios, pasando de rangos entre los 9 y 11 °C y pasan al rango de hasta 12°C.

En este sentido, es claro que si se presentan cambios de temperatura y precipitación para el Complejo de Páramo Los Picachos, el cual puede llegar a desencadenar alteración en el ecosistema, y este a su vez en la oferta de servicios ecosistémicos debido a las perturbaciones que surjan en las relaciones del sistema. Una vez definido esto, se procedió a realizar un análisis de variables que generaran presiones adicionales al área de trabajo, por lo cual se desarrolló el siguiente numeral.

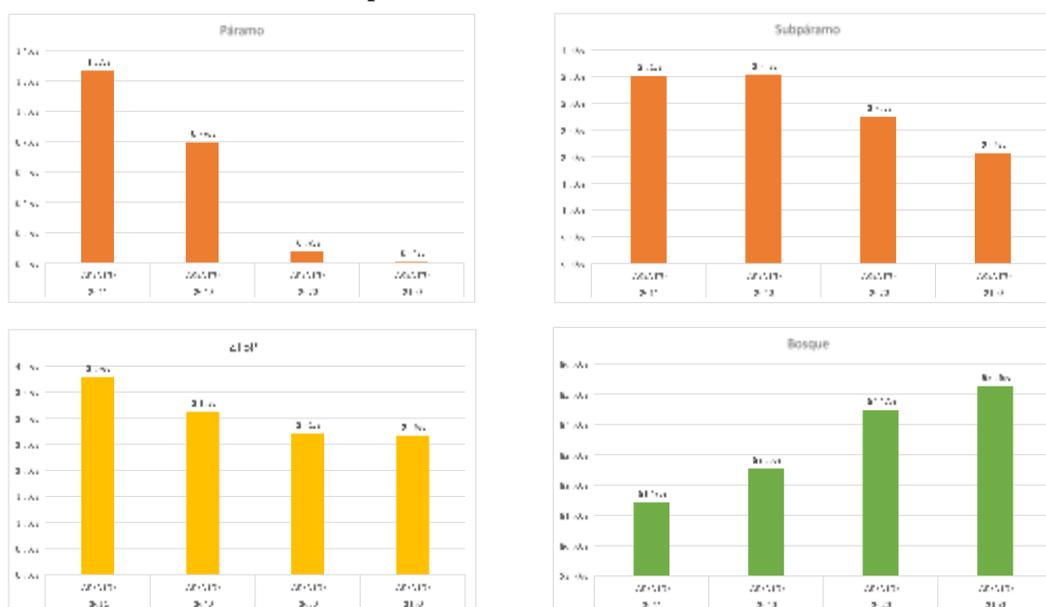
10.2 DETERMINAR LA SENSIBILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO DE LOS PICACHOS Y LAS POSIBLES AFECTACIONES EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE ACUERDO CON LA DINÁMICA DE CAMBIO DEL ECOSISTEMA

Mucho se dice y se soporta en estudios científicos y técnicos que una de las mayores amenazas de los páramos corresponde al desarrollo de actividades antrópicas directas a nivel del páramo, actividades que corresponden a la transformación de los ecosistemas para la implementación de sistemas agrícolas y pecuarios, como ejemplo se pueden mencionar los páramos de Guerrero y Sumapaz, otras actividades como la extracción de recursos mineros ha estado generado presiones sobre los Páramos, un ejemplo bastante polémico a la fecha es el Páramo de Santurban. Lo anterior, a modo de ejemplo para contextualizar un poco el desarrollo del presente capítulo.

Con el fin de identificar la presión en el Complejo de Páramo Los Picachos se consideraron variables que pudieran influir en las dinámicas del ecosistema, partiendo inicialmente por las coberturas vegetales y teniendo en cuenta que una de las características más evidentes de cambio de gradiente altitudinal es la estructura de la vegetación (Sarmiento, C., Agudelo, C., Pérez-Moreno, H., y Cadena-Vargas, C. 2015).

En ese sentido, se elaboró el modelo de distribución de cobertura vegetal para los tres escenarios de cambio a partir de las coberturas vegetales, los modelos climáticos y la altitud, de acuerdo con las características climáticas se identificaron los límites para las franjas de Bosque, ZTBP, con lo cual se obtuvo como resultado lo presentado en el numeral 9.2.1. Coberturas de la tierra, identificando el porcentaje de cambio de las franjas para cada escenario, en donde se usaron intervalos de temperatura de 0,25°C para la proyección. Con respecto a esto, en el Grafico 4, se presentan las variaciones de las franjas ecológicas de paramo para cada uno de los escenarios de cambio climático.

Ilustración 12 Porcentaje de cambio de las franjas ecológicas del Complejo de Páramo Los Picachos para cada escenario climático



Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Con lo anterior, es evidente la disminución de las franjas de páramo, subpáramo y zona de transición Bosque páramo, sin embargo, el de mayor cambio es el escenario 2041 – 2070. Para la franja de Páramo, siendo esta la de menor proporción en el área de estudio, presenta una disminución de 0,72% en este escenario, siendo el de mayor cambio; observando el grafico 4, se puede observar también que finalizando el escenario 2071 – 2100, solo quedará el 0,08% de la franja de páramo.

Para la franja de Subpáramo para el periodo 2011 – 2040 se ve un pequeño aumento del 0,003%, a pesar de esto sucede lo contrario para el periodo 2041 – 2070 se presenta un decrecimiento de la franja correspondiente al 0,79% y del 0,68% para el escenario 2071 – 2100. En lo referente a la franja de Zona de Transición Bosque Páramo, el escenario 2011 – 2040 es el de mayor pérdida de la franja ecológica con el 0,67%.

Por último, pero no menos importante, se tiene la Franja de Bosque alto andino, bajo el cual se presenta un crecimiento como consecuencia de la pérdida de área para las otras franjas analizadas, en donde se pasa de tener el 91,43% en el escenario 2011 – 2040 al 95,26% para el 2071 – 2100, es decir gana el 3,83% en área.

Estos resultados, van más allá de ganancia o pérdida de área en cada una de las franjas ecológicas analizadas para este estudio, se procura dar comprender las implicaciones que trae consigo el cambio climático en especial en el ecosistema de páramo, en donde la temperatura, precipitación, humedad relativa y vegetación crean un ecosistema de características únicas, las cuales a su vez se expresan en servicios ecosistémicos como la capacidad de regulación hídrica, climática, captura de carbono, producción de oxígeno y biodiversidad única en donde se presentan especies vegetales y faunísticas particulares.

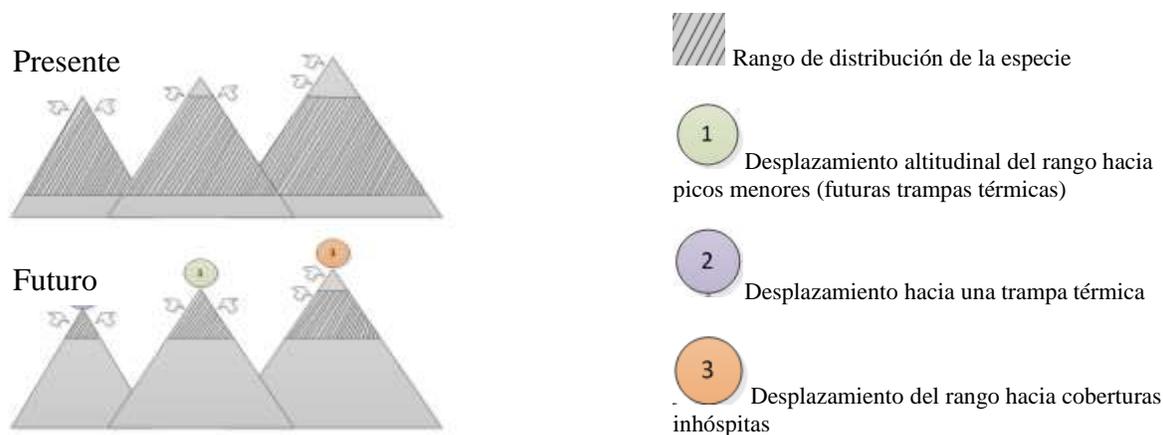
El cambio climático ha afectado en mayor proporción a los ecosistemas de alta montaña y las áreas de transición siendo estos especialmente vulnerables (Isch, 2012). Dicho esto, los porcentajes de ganancia y pérdida de las franjas ecológicas probablemente se verán reflejados en la biodiversidad, impactando potencialmente en la distribución espacial de los ecosistemas, perturbación de la composición biogeoquímica, dispersión y establecimiento de especies invasoras, como resultado del aumento de la temperatura, alteración de la precipitación y épocas secas. IPCC (2010) (MADS 2012).

El trabajo realizado por Alarcón (2017) el cambio climático como factor transformador del territorio, presenta un análisis de las formaciones vegetales futuras en donde presenta un modelo de zonas de vida bajo la clasificación Holdridge para los escenarios de cambio climático, obteniendo como resultado que las formaciones vegetales más afectadas por este fenómeno son las localizadas en pisos altitudinales altos, en especial las zonas nivales y las

áreas de páramos, y que para el 2040 estas unidades desaparecerían, debido a que son zonas frágiles por su reducida extensión y por la presentar capacidad de adaptación, dado que al ser ecosistemas de alta montaña no pueden migrar a regiones con las condiciones climáticas adecuadas para el establecimiento.

En consonancia con lo anterior, todos los ecosistemas se verán afectados por el cambio climático, sin embargo, las especies de alta montaña presentan mayor sensibilidad a este cambio, toda vez que estos se encuentran condicionados a rangos altitudinales y tolerancias térmicas muy reducidas, por lo que el aumento de la temperatura las afecta al punto de no poder subsistir al no tener las condiciones propicias para su supervivencia, por lo que se ven obligadas a desplazarse a zonas más altas.

Ilustración 13 Representación de tres posibles respuestas de movimientos de las especies hacia mayores elevaciones



Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2017

De estos desplazamientos se derivan dos situaciones, la primera consiste en que los movimientos hacia mayores rangos altitudinales podrían estar restringidos por el relieve o por las coberturas agrestes (cultivos, suelos desnudos), de igual manera estas especies podrían tener un desplazamiento hacia áreas con el mismo rango altitudinal, sin embargo, presentan una reducción de su área de distribución.

La segunda situación está dada por aquellas especies que se encuentran en áreas cercanas a las cumbres de las montañas, teniendo rangos altitudinales muy reducidos para su

desplazamiento, llevando a que el aumento de la temperatura puede causar la reducción o desaparición del hábitat que podrían conllevar a posibles extinciones. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2017)

El aumento de la temperatura puede provocar cambios en la distribución geográfica de las especies, acelerando procesos de avance de las especies propias del bosque hacia áreas de páramo, como se presenta en la proyección de las franjas ecológicas para los escenarios 2041 – 2070 y 2071 – 2100 (Ilustración 12). Esta nueva distribución no solo acarrea consigo las especies propias de estas áreas, si no que a su vez podrían hacerlo plagas y enfermedades, y que en cualquiera de los casos generaran cambios en el funcionamiento del ecosistema.

Consideremos ahora, que el funcionamiento de las comunidades vegetales estas están relacionadas con la resiliencia y resistencia, asociadas a la adaptación de las condiciones ambientales, y que conforme a la investigación realizada por Páez (2016), los rangos funcionales de la vegetación apoyan los procesos de regeneración y el establecimiento de las especies en diferentes ambientes. Por lo cual, la tendencia de cambio en la vegetación altoandina en especial en las franjas ecológicas que presenten mayor tolerancia al aumento en la temperatura podría propiciar procesos de paramización, bajo el cual se genera una extensión a regiones altitudinales inferiores de las comunidades paramunas, propiciada por la degradación de comunidades el subpáramo y del bosque alto andino (Hernández, 1992).

No obstante, las zonas que pasan por este proceso difieren en la estructura y composición de la vegetación a propia de páramo, se presentan especies en etapas sucesionales tempranas después del disturbio, adicionalmente se presentan valores de riqueza menores a los encontrados en el páramo (Sarmiento, C., Agudelo, C., Pérez-Moreno, H., y Cadena-Vargas, C. 2015). Teniendo en cuenta lo anterior, y de acuerdo con Arzac et al. (2011) la ZTBP es la franja con mayor sensibilidad al cambio de temperatura, dado que es la de mayor probabilidad de ocurrencia de colonización de bosque sobre el páramo, adicionalmente Castaño (2002) manifiesta que la vulnerabilidad de los ecosistemas de alta montaña ante el incremento de CO₂ en el aire a causa del aumento de la temperatura podrá

posibilitar el ascenso de zonas bioclimáticas, siendo las zonas de transición las más vulnerables.

Continuando con el análisis de sensibilidad del Complejo de Páramo de Los Picachos se analizaron variables como el uso del suelo bajo la cual se abordaron las clases agrologicas, conflictos de uso del suelo, frontera agrícola; aspectos más sociales como el ordenamiento social de la propiedad rural; y otras variables como la exploración y/o explotación de los recursos naturales, Minas Antipersonal (MAP) y Municiones Usadas Sin Explosionar (MUSE), factores que pudiesen llevar a deterioran el área de estudio.

Para este análisis se buscó identificar procesos de transformación de los ecosistemas altoandinos derivados de actividades antrópicas que pudieran generar un factor de presión sobre estos ecosistemas, partiendo por el factor suelo, se encontró que en cuanto a clases agrologicas el Complejo de Páramo cuenta con clase agrologicas VII y VIII en mayor proporción, las cuales presentan limitaciones fuertes a severas debido a las pendientes, estos están clases tienen aptitud forestal de tipo protector y están asociadas normalmente a zonas de protección o a ecosistemas estratégicos.

También se encontraron clases agrologicas II, III y VI, pero estas las podemos asociarlas a la escala de la información, dado que el Shape de clase agrologicas está disponible a una escala 1:100.000 y la escala del área delimitada del complejo de Páramo se encuentra a 1:25.000.

Analizando la información de clases agrologicas en contraste con las imágenes satelitales y las coberturas de suelo, se encuentra que las coberturas presentes están acordes a la aptitud de las clases agrologicas, es decir, que el uso del suelo es de protección.

En cuanto a los conflictos del uso del suelo se tomó cartografía a escala 1:100.000 del IGAC 2013, siendo el resultado de la divergencia que se presenta entre el uso dado por el hombre al medio natural y el uso potencial y real que se debe dar al recurso suelo de acuerdo con las restricciones y potencialidades (IGAC 2013). Aclarado esto, se encontró

para el área de estudio se encontraron dos categorías uso adecuado o sin conflicto y demanda no disponible.

De allí se infiere que la primera de estas categorías, correspondiente al uso adecuado o sin conflicto, es decir que, el uso del suelo corresponde a las áreas donde la oferta ambiental corresponde a la demanda de la población, que para el caso de estudio corresponde a áreas de protección de tipo ambiental. Frente a la segunda categoría demanda no disponible, corresponde a aquellas áreas con las cuales no se cuenta con información, estas corresponden en este caso a las ubicadas en el departamento del Meta en su gran mayoría, de las cuales el 80% corresponden al PNN Cordillera Los Picachos, en cuyo caso también corresponde a un área de protección, y que como se mencionó con anterioridad, en las imágenes satelitales no se evidencio actividad antrópica en el área delimitada.

Otro ítem analizado en la presente investigación corresponde a el análisis de la sobre posición del área de trabajo con el Shape de frontera agrícola desarrollada por la UPRA, encontrando que para este caso no se presenta un cruce o un avance de las actividades agropecuarias al interior del páramo, esta variable analizada, no afecta de manera directa las funciones de paramo, en contraste con paramos como el de Sumapaz, Cruz verde o de Guerrero.

Analizado el uso del suelo desde las clases agrologicas, el conflicto de uso del suelo y la expansión de la frontera agrícola cabe resaltar que de acuerdo con el IGAC (2013), solo el 20% del territorio presenta vocación agrícola, es decir aquellas que por sus características son las de mayor capacidad y aptitud para sostener actividades agrícolas intensivas y semi intensivas, sin embargo, la menor presencia de esta se encuentra en las regiones amazónicas y en el Orinoco (Alarcón, 2017).

De modo que, frente al uso del suelo, podemos señalar que las actividades antrópicas al interior del complejo de páramo no representan una presión directa, es decir, que las relaciones entre el sistema natural y el hombre están en armonía desde este punto de vista, sin embargo, es importante resaltar que a medida que la temperatura aumente, podría generar la expansión de la frontera agrícola, debido a afectaciones en la distribución

espacial y a las condiciones climáticas, que además llevan consigo consecuencias socioeconómicas a las comunidades que dependen de los servicios ecosistémicos del área de estudio.

Otro de los impulsores de cambio de origen antrópico en los páramos es la minería, esto dada la conformación geológica de los ecosistemas de alta montaña que representan un enorme potencial minero con elementos como oro, plata, carbón para uso térmico y metalúrgicos como platino y cobre (Molina, 2011). Para el Complejo Páramo Los Picachos no se presentan polígonos mineros al interior del área delimitada, no obstante, se encuentran solicitudes vigentes en áreas cercanas.

La minería, en gran parte representa impactos negativos para cualquier ecosistema, su magnitud se encuentra relacionada con las técnicas de extracción que se implementen, sin embargo, generan pérdida de cobertura vegetal, lixiviados con metales pesados, fenómenos de remoción en masa, inestabilidad del terreno, pérdida de las características fisicoquímicas del suelo y del agua, esto sin contar las posibles implicaciones en la salud.

La Ley 685 de 2001 “Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones” en su artículo 34:

“ZONAS EXCLUIBLES DE LA MINERÍA. No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente y que, de acuerdo con las disposiciones legales sobre la materia, expresamente excluyan dichos trabajos y obras”

A pesar de esto, y de acuerdo con lo descrito por Molina (2011) para el 2008 en Colombia, el 10% de los páramos presentaban títulos para proyectos mineros y el 47% en solicitud; distribuidos en 27 de los 34 complejos de páramo presentes en Colombia (Garavito, 2015; para el año 2010 se expide la Ley 1382 del 9 de febrero “Por el cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas” en la cual el artículo 3° modifica el artículo 34 del código de minas, quedando de la siguiente manera:

“Zonas excluibles de la minería. No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente. Las zonas de exclusión mencionadas serán las que han sido constituidas y las que se constituyan conforme a las disposiciones vigentes, como áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, parques naturales de carácter regional, zonas de reserva forestal protectora y demás zonas de reserva forestal, ecosistemas de páramo y los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar.

Estas zonas para producir estos efectos deberán ser delimitadas geográficamente por la autoridad ambiental con base en estudios técnicos, sociales y ambientales. Los ecosistemas de páramo se identificarán de conformidad con la información cartográfica proporcionada por el Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt”

Por otro lado, la Ley 1753 de 2015 por el cual se expide el Plan de Desarrollo 2014 – 2016 “Todos por un nuevo país” en su artículo 173 dispone:

“Protección y delimitación de páramos. En las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos.”

Pese a esta normatividad y frente a la preocupante situación de titulación de proyectos mineros en zonas de alta montaña, las comunidades empezaron a manifestar su preocupación y se organizaron para presentar oposiciones a la extracción de recursos naturales no renovables, en ese sentido, se presentaron acciones populares como mecanismos judiciales de orden constitucional.

Desde el punto de vista jurisprudencial se han emitido las sentencias C-339 de 2002, C-443 de 2009 y C-035 de 2016. La primera, declaró que las zonas de exclusión no estaban limitadas a las áreas de parques nacionales naturales, parques regionales naturales y zonas

de reserva forestal, sino que también la inclusión de grandes biomas, incluidos los páramos (Rojas, García, Rubio, 2017).

La Sentencia C-443 de 2009 menciona la falta de claridad del artículo 34 de la Ley 685 de 2001 Código de Minas en lo referente a las zonas protegidas excluidas de la exploración y explotación minera, dicha sentencia exige a su vez al MADS y Corporaciones Autónomas Regionales que se adopten medidas para la protección del medio ambiente y de las áreas de especial importancia ecológica tales como los páramos, de forma en que de llegarse a presentar dudas razonable o falta de certeza en materia científica en lo referente a exploración o explotación minera, se prevalezca el medio ambiente (Soto, 2018)

Lo anterior se ratifica bajo la Sentencia C-035 de 2016, en donde la Corte *analiza las características ambientales que presentan los páramos como regulador del ciclo hídrico, sistema de captura de carbón y ecosistema biodiverso de alta vulnerabilidad, fragilidad y baja capacidad de recuperación, dado que los procesos biológicos y químicos que suceden en los páramos son lentos debido a las bajas temperaturas y concentración de oxígeno propias de dichos ecosistemas, lo que se conoce como el «metabolismo lento» de los páramos.* (Iorduy, 2016).

Por último, en el año 2018 se firmó la Ley 1930 de 2018 “Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia”, la cual estableció los páramos como ecosistémicos estratégicos y fijó las directrices que promuevan la preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento para estas áreas. Esta es considerada como la “Ley de Páramos” y la cual ratifica las anteriores disposiciones normativas bajo las cuales se prohíbe el desarrollo de actividades de exploración y explotación de recursos naturales no renovables, adicionalmente establece que se deben adelantar programas de sustitución y reconversión de actividades antrópicas que quedaron prohibidas, para lo cual se deben adoptar los lineamientos que establezca el MADS, y las cuales deben estar articulados con los planes de manejo ambiental para cada páramo.

El siguiente aspecto por tratar hace referencia a aspectos de tipo de ocupación y los elementos que han incidido en la colonización del territorio, no sin antes recalcar que El Complejo de Páramo Los Picachos, no presenta desarrollo de actividades antrópicas al interior del área delimitada; el poblamiento del entorno regional del complejo de páramo ha estado enmarcado por diferentes factores como el relieve y la violencia.

El área de estudio se encuentra ubicada sobre la cordillera oriental, con características propias de selva tropical lluviosa hacia los departamentos del Meta y Caquetá, que para los periodos de conquista y colonización imposibilitó la consolidación de asentamientos humanos debido a plagas y enfermedades, al mismo tiempo para la región del Huila, por sus características climáticas y productividad del suelo, permitió el asentamiento de comunidades y propicio la construcción de caminos.

Para el siglo XX se dio inicio a conflictos por la tenencia de la tierra entre propietarios de grandes extensiones y pequeños campesinos, estos últimos reclamaban el acceso a tierras que no se encontraban en producción, estas peticiones se habían decretado bajo las leyes 61 de 1874, la cual intento identificar las tierras baldías que se encontraban en uso productivo como criterio para la asignación de baldíos; y la Ley 48 de 1882 bajo el cual se amparaba a los cultivadores y pobladores en la posesión de baldíos de la nación que estuvieran en producción (BIOCOLOMBIA & IAvH, 2015).

Esta situación llevo a la colonización de terrenos baldíos, siendo este el inicio del conflicto armado debido a que los hacendados iniciaron un proceso de desplazamiento de los campesinos de diferentes departamentos como Tolima, Cauca, Valle, Boyacá y Viejo Caldas, quienes llegaron a las zonas de alta montaña de Caquetá y Huila. Con ello se dio el inicio de los orígenes de violencia partidista, siendo esta zona uno de los principales escenarios de violencia del País, en donde posteriormente operaron guerrillas liberales y comunistas, con la presencia de autodefensas campesinas que fueron la base para la creación de las FARC-EP, que se movilizaron hacia el Huila, el Pato y Guayabal (BIOCOLOMBIA & IAvH, 2015).

Desde entonces este grupo al margen de la ley tomó el control de esta zona, que enmarca el entorno Regional del Complejo de Páramo Los Picachos, siendo este un importante corredor con importancia estratégica para las FARC-EP, un factor que fue determinante para impedir el asentamiento de comunidades en la región. Es en ese sentido, que el presente trabajo de investigación incluyó dentro del análisis la presencia de Minas Antipersonal (MAP) y Municiones Usadas Sin Explosionar (MUSE), dado que estas están fuertemente vinculadas a las dinámicas de conflicto armado y disputas de control de los territorios.

Se halló que, para el área de trabajo, se encuentran tres estados de intervención que corresponden a finalizado, sin finalizar y no iniciado, para el primer estado se encuentran los municipios de Rivera, Algeciras y Neiva, en estado sin finalizar Tello, Baraya y sectores de San Vicente del Caguán, y por último, el estado no iniciado en el que se encuentran los municipios de Uribe, Puerto Rico y San Vicente del Caguán; se encontró también áreas sin información para los municipios Campo alegres y sectores de Uribe. Es importante resaltar que hay municipios como San Vicente del Caguán que se encuentran en diferentes estados de intervención, y los antes relacionados hacen referencia a los estados al interior y en el entorno del Complejo de Páramo Los Picachos.

En un recorrido realizado en septiembre de 2018 por el área de estudio en el municipio de Puerto Rico se evidenció áreas en las cuales se alertaba la presencia de MAP, y que, en conversaciones no formales con algunos de los habitantes del sector, manifestaron que se realizó la delimitación del área y no se logró el proceso de desminado debido al alto riesgo que presentaba el área.

Ilustración 14 Registro de áreas con Mina Anti-Personas



Fuente: Elaboración del investigador, 2018

A su vez, los habitantes de la zona manifestaron en aquel recorrido que existen aún zonas por las cuales el tránsito no es recomendable toda vez que no se han identificado los peligros por artefactos explosivos, de igual forma comentaron que en la zona hay un oso que fue víctima de una mina antipersona y que producto de ello perdió una extremidad.

Así las cosas, el poblamiento de esta zona ha estado enmarcada en conflictos, el surgimiento de actividades ilegales y el fortalecimiento de guerrillas como las FARC-EP,

quienes adelantaban el papel de autoridad en la zona, en donde construyeron mecanismos para la solución de conflictos, a su vez intervinieron en la distribución de baldíos, mediaban en las disputas de tierras, sancionaban escándalos públicos, definían rutas, esto a través de los llamados concejos de seguridad, en donde los comandantes de la zona reunían a la comunidad y trataban los conflictos sociales (Ávila, 2016).

A pesar de las condiciones del territorio para el poblamiento de esta zona, se verifico para el área de estudio la titularidad de la tierra encontrando que en un 0,83% cuentan con un título de propiedad, el 56,39% sin título, y el 42,78% sin información catastral, cabe resaltar que dentro de esta última categoría se encuentra gran parte del Parque Nacional Cordillera Los Picachos.

Tabla 41 Titularidad de predios

| Descripción | Área (ha) | Área (%) |
|--------------------------------|-------------|----------|
| Con título de propiedad | 197,58759 | 0,83% |
| Sin título de propiedad | 13462,13912 | 56,39% |
| Sin información | 10213,15329 | 42,78% |
| Total | 23872,88 | 100% |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Adicionalmente a la titularidad de la tierra, dentro del ordenamiento de la propiedad rural, a cargo de la ANT se consultaron las categorías dentro de esta figura, encontrando que para esta región se encuentra la Zona de Reserva Campesina (ZRC) Cuenca del Río Pato y Valle de Balsillas (Resolución 055 de 18/12/1997). Esta surge a partir de la compra de la hacienda Abisina en el Valle de Balsillas en 1997, cuya adquisición se dio con el financiamiento del Banco Mundial en el marco de la Ley 160 de 1994.

En esta zona campesina se acoge la Asociación Municipal de Colonos del Pato – AMCOP, la cual cuenta con reconocimiento nacional debido a la participación e impulso para la constitución de la Zona de reserva campesina, esta a su vez integra 27 junta de acción comunal y cinco organizaciones sociales de la zona. Dentro de los principios de la

asociación esta promover, desarrollar y estimular la producción, comercialización y transformación de productos agropecuarios.

Por otro lado, se encuentra la figura de pretensiones étnicas indígenas de resguardo indígena Tinigua (Solicitud realizada en el 2015), este proceso lo tramita la comunidad étnica ante la ANT para acceder a tierras baldías, donadas o cedidas que se encuentran dentro del Fondo Nacional Agrario para allí asentarse y desarrollarse conforme a sus prácticas culturales.

Tabla 42 Figuras de ordenamiento de la propiedad rural

| Descripción | Área (ha) | Área (%) |
|--------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| ZRC Cuenca del Río Pato y Valle de Balsillas | 2168,28 | 9,08% |
| Pretensiones étnicas indígenas de resguardo indígena Tinigua | 8191,95 | 34,31% |
| Total | 10360,24 | 43,40% |

Fuente: Elaboración del investigador, 2021

Debido a las condiciones de violencia que se han desarrollado en el área de estudio, para noviembre de 2016 se firmó el “*Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera*” entre el gobierno nacional y la guerrilla de las FARC-EP, el cual dentro del preámbulo del complejo texto se cita:

“...a juicio del Gobierno Nacional, las transformaciones que habrá de alcanzarse al implementar el presente Acuerdo deben contribuir a revertir los efectos del conflicto y a cambiar las condiciones que han facilitado la persistencia de la violencia en el territorio; y que a juicio de las FARCEP dichas transformaciones deben contribuir a solucionar las causas históricas del conflicto, como la cuestión no resuelta de la propiedad sobre la tierra y particularmente su concentración, la exclusión del campesinado y el atraso de las comunidades rurales, que afecta especialmente a las mujeres, niñas y niños.”

Dentro de este acuerdo en el punto 1.2. Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), los cuales tienen como objetivo lograr la transformación estructural del campo y el

ámbito rural, y un relacionamiento equitativo entre el campo y la ciudad (Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera, 2016), teniendo en cuenta esto, se procedió a revisar el cruce de información cartográfica entre el área delimitada para el Complejo de Páramo Los Picachos y zonificación ambiental de los municipios PDET escala 1:100.000 actualizada por el MADS a Julio de 2020.

Dentro de esta zonificación se encontró que el 76,01% se encuentra en categoría de preservación, el 19,71% sin información, el 4,27% en restauración y el porcentaje restante se encuentra en protección o recuperación con uso productivo. Esta zonificación se logró durante el año 2019, y se generaron los lineamientos ambientales de uso del suelo específicos para cada subregión de PDET. Esta zonificación coincide con las características del suelo, el ecosistema y en el marco del cumplimiento del acuerdo de Paz.

Si bien es cierto que no se ha cumplido con la totalidad de lo pactado entre el gobierno nacional y la FARC-EP, los PDET se han construido con el fin de impulsar la acción eficaz del estado en todo el territorio nacional (Bocanegra, 2017). Este instrumento será el eje rector para dar cumplimiento a los acuerdos, asegurando a su vez el bienestar, la protección, el desarrollo de los territorios y la integración de la economía campesina y familiar (Bocanegra, 2017).

Para finalizar con la discusión de resultados el presente numeral, se realizó el análisis frente a los servicios ecosistémicos y su afectación con las variables antes presentadas. En ese sentido, se han planteado estudios en los que se establecen la relación de los componentes del ecosistema en sus diferentes procesos aportan en el suministro de servicios ecosistémicos.

Los ecosistemas de alta montaña de suprema importancia en la provisión de servicios ecosistémicos aprovisionan desde allí a los pobladores de zonas bajas con el suministro del recurso hídrico, recurso que es usado para el uso doméstico, riego de cultivos, uso industrial y generación de energía hidroeléctrica. Adicionalmente regulan el clima, la calidad del aire y el flujo del agua, en ese mismo sentido, regula la ocurrencia de desbordamientos de ríos y deslizamientos de tierra.

Si bien es cierto, para la evaluación de servicios ecosistémicos existen diferentes perspectivas y métodos para su evaluación, para ello se deben tener en cuenta las características de cada una de las zonas sobre las cuales se va a realizar, sin embargo, haciendo esa precisión, el presente trabajo realiza una verificación y validación basada en literatura sobre los servicios ecosistémicos que se pudieran encontrar en los ecosistemas de alta montaña, no obstante, esta evaluación carece del componente social, el cual es importante para obtener la apreciación y dependencia de las comunidades.

Adicionalmente, la información contenida en esta investigación corresponde a información secundaria, con una escala bastante amplia y sin la percepción de las comunidades, es decir, no se aborda el enfoque socioecológico como lo recomienda la PNGIBSE (MADS, 2012), de acuerdo con Rincón, Ruiz y Colaboradores (2014) sobre los sistemas socioecológicos, afirman que de los servicios generados por el sistema ecológico se benefician los sistemas sociales, esto en la medida en que flujos del sistema tengan influencia sobre el territorio y estos a su vez generan impactos sobre la estructura, patrones, procesos y funciones de los ecosistemas en ocasiones sin alterar su valor ecológico.

Es por ello que no se debe generalizar respecto a los servicios que se dan en este ecosistema, si bien es cierto, resultado de esta investigación se encontró que la mayor presión que presenta el Complejo de Páramo Los Picachos corresponde al cambio climático, dada la poca intervención antrópica al interior de páramo. Es importante tener en cuenta que, si se cambian las condiciones de este ecosistema, en este caso variables como la precipitación y temperatura inciden en los cambios del ecosistema.

Para la identificación de los servicios ecosistémicos se debe tener en cuenta la sinergia de estos y los factores vinculantes que permitan a las comunidades fácilmente identificar el uso, la dependencia de los servicios y los impactos sobre el ecosistema, dada la fragilidad y la sensibilidad ante cualquier alteración que se presente. En ese sentido es necesario el contacto con las comunidades cercanas al páramo, puesto que son estas las que a lo largo de los años han evidenciado los cambios en Complejo de Páramo, y cuales actividades son las que más han repercutido en estos, sin embargo, la poca disponibilidad de recursos técnicos

y financieros en el marco de la presente investigación, no permitió realizar el reconocimiento de los servicios ecosistémicos de manera directa, no obstante, como se dijo con anterioridad se abordó desde un contexto general y a partir de literatura.

Es importante resaltar que, si se logra un desarrollo sostenible, las actividades antrópicas se pueden desarrollar, puesto que no se puede declarar todos los suelos de protección, tampoco se puede priorizar el desarrollo económico sobre los recursos naturales, sin embargo, se pueden llegar a puntos medios, en donde el componente social, ambiental y económico se desarrollen de manera objetiva y viable.

10.3 DETERMINAR LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD DEL COMPLEJO DE PÁRAMO LOS PICACHOS

Dentro de la revisión de los instrumentos de planificación territorial en lo referente a la inclusión de la gestión de acciones para afrontar el cambio climático y la protección y conservación de páramos, resultado de ello se encontró:

10.3.1 Instrumentos Municipales

Los Planes de ordenamiento territorial, deben ser instrumentos que estén disponibles para la ciudadanía en general, no obstante, esto no paso para los documentos consultados, como primera medida se consultaron las páginas oficiales de las Alcaldías municipales, en donde la información no estuvo disponible en la gran mayoría de las páginas consultadas. Se consultaron también, las páginas de las gobernaciones y las corporaciones autónomas, sin embargo, la información no se encontraba o no estaba actualizada.

En casos puntuales, como por ejemplo para el municipio de Campoalegre, Huila, el Plan de Ordenamiento fue aprobado en el año 2019, sin embargo, se encuentra suspendido por el Tribunal Administrativo del Huila por efectos jurídicos, por lo cual se encuentra vigente el PBOT de 2000 y las modificaciones realizadas en el año 2005. Otro ejemplo de ello es el municipio de Rivera, Huila, en donde no fue posible determinar si el documento que se encuentra en la página web de la alcaldía es el PBOT vigente.

En cuanto a los municipios de La Uribe – Meta, Tello, Baraya y Algeciras ubicados en el Huila, los planes de ordenamiento vigentes son del año 2000, es decir que su vigencia de acuerdo con los periodos administrativos establecidos en la Ley 388 de 1997, ya está vencida.

Para los municipios de Puerto rico y San Vicente del Caguán en el departamento de Caquetá, los PBOT son del año 2015, y fueron realizados con asistencia técnica a los municipios mencionados en la Sentencia STC4360 en el proceso de revisión y ajuste de sus POT's.

Dentro de este análisis se encontró que los municipios del departamento del Caquetá, en el documento técnico de soporte incluyen un numeral que hace referencia al cambio climático, analizando la vulnerabilidad de los municipios a partir de la información suministrada por la TCNCC, adicionalmente, dentro de este también mencionan como determinante ambiental y como área de especial importancia ecosistémica el Complejo de Páramo Los Picachos y el PNN Cordillera Los Picachos.

Ahora, para los municipios de Algeciras y Baraya en el Huila, contemplan dentro de las categorías de protección y conservación, el primero establece que dentro de esta categoría se clasifican aquellas áreas que está en bosque primario sobre 2200 y 3200 msnm; y el segundo, en el Artículo 17. Estrategias para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales establece "Gestionar mecanismos para el manejo de los ecosistemas compartidos en la parte alta de la cordillera oriental que son puente de comunicación entre el páramo de Sumapaz, parque de los Picachos y la Reserva de la Siberia." Y en el Artículo 117. Categorías de protección y Artículo 123. Ecosistemas estratégicos, bajo estos artículos el Páramo de los Picachos, forma parte de los Ecosistemas de paramos reconocidos como áreas de especial importancia ecológica.

En ese mismo sentido, se encontró para los municipios de Campoalegre, Tello en el Huila y para Tello, Meta, los Planes de ordenamiento territorial no presentan información referente al Complejo de Páramo Los Picachos, ni incluyen la gestión ante el cambio climático.

Resultado de este análisis, se infiere que los planes de ordenamiento territorial aún no están articulados con el PNACC ni con el artículo 9 de la Ley 1930 del 2018 por el cual se establece que los instrumentos de ordenamiento territorial deberán armonizarse con las disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.

Se debe resaltar los ajuste de los planes de ordenamiento territorial se den, deben estar en total cumplimiento con la normatividad vigente, los municipios deben disponer de un recurso financiero bastante considerable, toda vez que, en la elaboración de los diferentes estudios se requieren modelamientos y análisis específicos, en especial en lo referente a la inclusión de la gestión de riesgo a través de los estudios básicos, y teniendo en cuenta que, la gran mayoría de estos municipios del área de trabajo corresponden a una categoría 6, el apalancamiento de estos recursos dificulta la actualización de los POT's, lo cual podría considerarse como un factor que refleja por qué no se han actualizado estos instrumentos.

Resultado del análisis de los Planes de Desarrollo municipal se encontró que en su mayoría se encuentra relacionado el objetivo de la política nacional de cambio climático que hace referencia a la “Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima” aunque la descripción de estos programas o estrategias se quedan cortos frente a las acciones que se pueden entablar para la mitigación de los impactos en el complejo de Páramo Los Picachos.

Municipios como Puerto Rico, Rivera, Baraya, Tello y la Uribe dentro de sus PDM enfocan sus estrategias o programas a la educación y/o formación con el fin de promover dentro de los habitantes de los municipios la generación de conocimientos y que desarrollen sentido de responsabilidad y se tome conciencia de los impactos del cambio climático en la provisión de servicios ecosistémicos.

Por otro lado, los municipios de Campoalegre y Neiva, dentro de sus PDM establecen la conformación de los Concejos de cambio climático. Neiva como San Vicente del Caguán buscan la reducción y mitigación de GEI. Y, por último, el PDM del municipio e Algeciras, establece el "programa para la protección ambiental", con el objetivo de implementar una

estrategia de protección del medio ambiente a los desafíos del cambio climático, los lineamientos de la CAM y la necesidad de protección de los ecosistemas.

Dentro de estos PDM, se establecen en su gran mayoría los nombres de los programas o proyectos, sin embargo, no se detalla la forma en la que se desarrollarán, los objetivos y la financiación.

10.3.2 Instrumentos Departamentales

Los Planes de Gestión Ambiental Regional – PGAR, son los instrumentos que orientan las acciones de los actores regionales para lograr un desarrollo sostenible, por lo cual dentro del análisis de los contenidos se identificó que los tres analizados coinciden en la gestión de la conservación y protección de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos.

Sin embargo, se debe considerar que, debido a las particularidades de cada una de las regiones y departamentos, se hace difícil que los PGAR estén articulados entre sí, con el mismo nivel de prioridad frente a las áreas que comparten y los recursos destinados para ello. Lo anterior, en el sentido que, en el PGAR de Corpoamazonía en donde se propuso la conformación de un sistema regional de áreas protegidas que incluye el Complejo de páramos y en los PGAR de la CAM y Cormacarena no se evidenció acciones para la conservación y protección de los páramos.

Lo anterior, puede ser consecuencia de las prioridades que hay para cada una de las corporaciones, entendiendo que de acuerdo con el diagnóstico que estas hacen frente a la gestión ambiental territorial se pueden encontrar factores que generan mayor presión sobre otros ecosistemas estratégicos, por lo que las acciones que se reflejan en el PGAR se encaminan hacia estos.

Sin embargo, para garantizar la gestión ambiental de los territorios se deben llegar a acuerdos interinstitucionales para llevar a cabo la conservación, protección y el monitoreo del ecosistema de páramo.

a. Plan integral de gestión de cambio climático territorial

Dentro del análisis de los Planes integrales de gestión de cambio climático territorial se debe destacar que se encuentran bajo los lineamientos de la Política Nacional de Cambio climático y el plan de adaptación al cambio climático.

En la revisión de los PIGCCT se encontró que los tres presentan un enfoque fuerte para la adaptación en los sistemas productivos, en donde plantean estrategias como el establecimiento de redes agroclimáticas, que permitan identificar elementos técnicos para anticipar los eventos climáticos y los efectos sobre los sistemas productivos. Otra de las estrategias incluida en los PIGCCT está encaminadas a las ciudades o entornos resilientes, en donde se fomentan los modelos de ciudad o municipio climáticamente inteligentes, a su vez, los tres planes dentro de sus estrategias contemplan la educación o capacitación de diferentes actores en el territorio, con el fin de generar conciencia del impacto del cambio climático en las actividades cotidianas de las comunidades.

Si bien, estos planes tienen como objetivo proporcionar las líneas de acción para la evaluación y mitigación de los impactos del cambio climático en los diferentes sectores de los departamentos, a través de la priorización de acciones que permitan un desarrollo sostenible de los territorios. En ese sentido, dentro de las acciones contenidas en los planes se encontró algunas que apuntan a la conservación y protección del Complejo de Páramo Los Picachos, que no tienen un enfoque único al páramo, si no que abarcan los ecosistemas estratégicos de los departamentos.

Se debe considerar, que los páramos son una fuente de prestación de servicios ecosistémicos, que son los que apoyan la regulación climática, proveen el agua, captan carbono, y otros servicios, por lo cual, se deberían tener acciones más puntuales dentro de estos planes, que permitan fortalecer realmente la protección y conservación de estos ecosistemas. Lo anterior, teniendo en cuenta que los cambios graduales del clima y los efectos sobre el páramo podría generar grandes impactos en la provisión de servicios ecosistémicos que se reflejaran en el consumo de los hogares y pérdidas en la economía.

10.3.3 Instrumentos Nacionales

El PDN del 2014 – 2018, todos por un nuevo país fue el mayor precursor en la delimitación de los páramos en Colombia, en donde una de las metas consistía en la delimitación de 1.932.987 ha en ecosistema de páramo, en escala 1:25.000. de igual manera, esta PND en su artículo 20 estableció que “*No podrán ser área de reservas para el desarrollo minero las áreas delimitadas como páramos y humedales*”, con lo cual se evidencia la importancia del ecosistema para el país en lo referente a la prestación de servicios ecosistémicos.

Este Plan también presenta como estrategias el fortalecimiento de la planificación con criterios de adaptación al cambio climático, en donde se establece que las entidades del SINA deben avanzar en el análisis de los impactos de los fenómenos climáticos en ecosistemas estratégicos que regulan o soportan procesos hidrológicos y en la implementación de acciones conjuntas para reducir dichos impactos, a su vez determina que las entidades coordinadoras del PNACC, deben apoyar a los municipios en la incorporación de criterios y acciones que disminuyan los impactos del cambio climático en el proceso de revisión y ajuste de los POT.

En cuanto al PND 2018– 2022, Pacto por Colombia, pacto por la equidad, dentro de los pilares en materia ambiental, este está enfocado en la inclusión social y productiva, plasmado en el pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo, sin embargo, de las estrategias planteadas en este pacto se encontraron dos que aplican a los temas de interés de esta investigación, los cuales corresponden a (i) sectores comprometidos con la sostenibilidad y la mitigación del Cambio Climático y (ii) Biodiversidad y riqueza natural: activos estratégicos de la Nación. El primero aplica netamente a los sectores productivos, y el segundo presenta el literal c Productos y servicios basados en el uso de la biodiversidad, el que a su vez presenta el objetivo 2. Realizar intervenciones integrales en áreas ambientales estratégicas y para las comunidades que las habitan, que pretende la formulación de una política pública para la intervención integral de los complejos de páramo.

Con lo anterior, se puede decir que el aporte más significativo a nivel de PND ha sido el del 2014 – 2018, dado que estableció tácitamente las acciones y los encargados de la ejecución, a tal punto que a la fecha se cuenta con la delimitación de 36 de los 37 complejos de paramo del país. Adicionalmente, resultado de este PND a nivel normativo se han sancionado leyes como la Ley 1930 del 27 julio de 2018 por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia, se ha dado pasos como la sentencia C-035/16 que ordenó proteger los páramos debido a su fragilidad y ausencia de protección jurídica.

La Política Nacional de Cambio Climático dentro de sus estrategias contempla el manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, del cual se contemplan tres líneas de acción, una promueve la conservación y restauración de ecosistemas terrestres y marinos que proveen servicios ambientales que favorecen la adaptación al cambio climático de los sistemas socioeconómicos, sin embargo, para ejecutar esta línea de acción es necesario realizar la evaluación del estado de los ecosistemas.

La segunda línea de acción es esta estrategia corresponde a la incorporación de los escenarios de cambio climático en la gestión del manejo de la conservación y restauración de los ecosistemas terrestres y marinos, prioritarios por su vulnerabilidad, en ese sentido, esta estrategia para el complejo de Páramo Los Picachos, es fundamental, toda vez que, de acuerdo al desarrollo del presente trabajo de investigación, se encontró que la mayor presión que este ecosistema presente es el cambio climático.

La tercera línea de acción corresponde a la incorporación en la planificación territorial y del desarrollo sectorial, acciones de manejo y conservación de los ecosistemas y sus servicios, teniendo en cuenta el rol de los mismos en la reducción de emisiones y el aumento de la adaptación territorial y sectorial, esta es otra acción importante, toda vez que, en el análisis realizado a los instrumentos de planificación territorial a nivel municipal se encontró que en su gran mayoría no está incorporado la gestión ante el cambio climático o la figura de protección del complejo de Páramo.

En lo referente al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), dentro de sus contenidos establecen 3 objetivos que integran lo correspondiente al desarrollo de conocimiento, la planificación y la transformación del desarrollo. Una de las estrategias que se puede considerar de mayor importancia es el fortalecimiento de la gestión de conocimiento climático, en la cual se plantean acciones como Fortalecer la capacidad de generación y divulgación de información hidrológica, meteorológica y oceanográfica del país para la toma de decisiones, reunir evidencias de cambio climático y desarrollar análisis complementarios con base en los escenarios de cambio climático, complementar la modelación prospectiva de fenómenos de cambio climático y estudiar los potenciales impactos, la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio y la variabilidad climática en el territorio colombiano.

Estas acciones son de vital importancia dado que, si bien se cuenta con herramientas como las estaciones meteorológicas del IDEAM a nivel nacional, aún quedan bastantes áreas sin cobertura, la información que se tiene no es suficiente o se encuentran datos faltantes que dificulta la modelación de eventos climatológicos. En ese sentido, se requiere que se fortalezca la red de estaciones meteorológicas que permita reunir información para analizar las evidencias del cambio climático, permita proyectar a través del modelamiento posibles eventos climáticos y así preparar de manera más asertiva estrategias para la mitigación y adaptación ante la variabilidad y cambio climático.

Por otro lado, al igual que los instrumentos de planificación departamental y nacional antes mencionados, el PNACC también contempla como estrategia la Incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado, y por último, dentro del objetivo Transformación del desarrollo, el plan contempla la gestión de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos, esto a través del fortalecimiento de la funcionalidad de los servicios de aprovisionamiento y regulación de agua de los ecosistemas mediante la gestión ambiental y la gestión de los recursos hídricos, este es otro aspecto bastante importante, dado que, se requiere de mayor conocimiento de los servicios ecosistémicos prestado por el Complejo de Páramo Los Picachos, dado que como se dijo en el capítulo de evaluación de los servicios

ecosistémicos, se requiere de mayor detalle y estudio del área de estudio, puesto que se requiere de la participación de las comunidades para identificar el uso, la dependencia de los servicios y los impactos sobre el ecosistema.

11 CONCLUSIONES

En cuanto a los datos recolectados relacionados con información climática, se encontró una distribución inequitativa de la densidad de estaciones hidrometeorológicas entre los distintos departamentos. En ese sentido, se identificaron pocas estaciones hidrometeorológicas con largas series de datos climáticos, lo que dificulta la evaluación de los cambios en la precipitación y temperatura a largo plazo. En consecuencia, para modelar los fenómenos de cambio climático de manera más precisa, es necesario fortalecer esta red de estaciones. Solo con este fortalecimiento será posible identificar con mayor certeza los impactos que afectan al páramo en relación con el cambio y la variabilidad climática.

Frente a las limitaciones del presente estudio es importante señalar que no fue posible contar con información meteorológica en la región del Meta. Además, se analizaron registros ubicados en altitudes bastante inferiores al área de estudio, lo que limita el alcance de los análisis realizados.

En ese sentido, se identificó que se presenta una menor proporción de estaciones que cuenten con largas series, lo que dificulta en gran medida la evaluación de los cambios a largo plazo en la precipitación y temperatura. En este sentido, es necesario fortalecer la red de estaciones hidrometeorológicas que permita modelar los fenómenos de cambio climático de manera más acertada, y así poder identificar los impactos, la vulnerabilidad y el riesgo ante el cambio y variabilidad climática.

Al respecto de las condiciones climáticas, en relación con la precipitación para el escenario 2011 – 2040 del Complejo de Páramo Los Picachos, se estiman incrementos en los valores de la precipitación de entre los 1800 y 1900 mm anuales, es decir, se proyecta un incremento aproximado de precipitaciones de entre un 10 % y 20 % para este periodo, respecto al periodo 2041 – 20170 y al periodo 2071 – 2100, se observa un comportamiento similar, con un aumento de precipitación pasando de los 1800 mm al año a rangos entre los 1900 y 2000, con un aumento entre el 21 al 30% de la precipitación para estos periodos.

En relación con la temperatura, actualmente este páramo presenta una temperatura de hasta de 6 °C, sin embargo, para el escenario 2041 – 2070 se proyecta un cambio en la temperatura de hasta 1°C, es decir, la temperatura en este escenario podrá llegar hasta los 7° C. Finalmente para el tercer escenario el cambio de temperatura podrá llegar hasta 1,3 °C. para el escenario 2100, llegan a tener cambios en temperatura bastante fuertes, pasando de rangos entre los 9 y 11 °C y pasan al rango de hasta 12°C. En este sentido, si las proyecciones aquí presentadas frente al cambio en la temperatura y la precipitación se cumple, el Complejo de Páramo Los Picachos verá alterado su ecosistema y, por tanto, la oferta de servicios ecosistémicos, debido a las perturbaciones que surjan en las relaciones del sistema.

El cambio en las dinámicas climáticas puede producir alteraciones en las relaciones bióticas y abióticas del ecosistema de páramo, disminuyendo las franjas de páramo, subpáramo y la zona de transición de bosque páramo, aumentando a su vez las zonas de bosque alto andino. Estos efectos se verán reflejados en la biodiversidad, la distribución espacial de los ecosistemas, la composición biogeoquímica, la dispersión de la fauna y flora y el establecimiento de especies invasoras, como resultado del aumento de la temperatura, alteración de la precipitación y la existencia de épocas secas.

En ese sentido, con las proyecciones previamente presentadas, teniendo en cuenta los posibles cambios a nivel de precipitaciones y temperaturas, se afectará el suministro y consumo de los hogares, la producción de alimentos y esto desencadenará posibles pérdidas en la economía. En este contexto cobra especial importancia la pronta toma de medidas para revertir los efectos del cambio climático.

De acuerdo con el Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático (DNP y BID, 2014, p. 154), de no llevarse a cabo la ejecución de las acciones de adaptación al cambio climático, los impactos sobre los hogares menos favorecidos serán mayores, toda vez que, se podrían generar alzas en los alimentos, siendo este el mayor gasto de los hogares, ocasionando mayor inequidad y aumentando las brechas y por consiguiente la pobreza.

Dadas las condiciones únicas del Páramo, existe una mayor sensibilidad al cambio, adicionalmente, los páramos se encuentran condicionados a rangos altitudinales y tolerancias térmicas muy reducidas, por lo que el aumento de la temperatura afecta al punto de no poder subsistir al no tener las condiciones propicias para su supervivencia, por lo que se ven obligadas a desplazarse a zonas más altas. Si bien, en el país contamos con una fuerte normatividad para la conservación y protección de ecosistemas estratégicos y de páramos, aún quedan muchas acciones por hacer, empezando por la articulación entre los diferentes niveles institucionales y la sociedad, para que, a través de la generación de conocimientos respecto a los páramos y el cambio climático, se puedan formular estrategias que permitan conservar y proteger estos ecosistemas a partir de acciones de adaptación y mitigación.

Por otro lado, como se ha reiterado en el desarrollo de la presente investigación, los páramos son ecosistemas estratégicos con un gran potencial en la prestación de servicios ecosistémicos, no obstante, a pesar de las investigaciones adelantadas por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, es necesario llevar a cabo más investigaciones y estudios técnicos que permitan la recolección de información primaria y de la percepción de las comunidades que viven en estas zonas, y llevar a cabo un análisis acertado de las relaciones que se dan al interior del ecosistema.

Respecto a los instrumentos de planificación territorial, de acuerdo con la información recolectada, no se han incorporado aún medidas ante el cambio climático, ni se han establecido estrategias de protección y conservación de los páramos, por lo cual, es pertinente que los instrumentos departamentales y nacionales se fortalezcan en estos aspectos y generen estrategias para la priorización de los ecosistemas estratégicos.

Aunado a los esfuerzos para el fortalecimiento de los instrumentos de planificación territorial, se recomienda que desde el nivel central se apoye a los municipios mediante capacitaciones, para que puedan elaborar instrumentos más sólidos desde el punto de vista técnico y financiero. Lo anterior, teniendo en cuenta que la mayoría de los municipios no

cuenta con el capital financiero suficiente para desarrollar estudios que soporten el ajuste de los planes de ordenamiento territorial.

Los PIGCCT y PNACC presentan estrategias y acciones enfocadas a la producción agrícola, pecuaria, seguridad alimentaria, disminución de la deforestación y la reducción de emisiones de GEI, pero no incluyen el seguimiento y monitoreo de información hidrometeorológica que permita afrontar y formular estrategias efectivas para la adaptación y la mitigación del cambio climático.

Por último, se propone que la financiación de las estrategias y acciones que se planteen desde los instrumentos de planificación territorial se efectúen a través de cooperación internacional, pues existen iniciativas de desarrollo vinculadas a la protección del medio ambiente y adaptación al cambio climático. Sin embargo, es importante capacitar a los municipios para que puedan formular proyectos que puedan aportar en la batalla contra el cambio climático y la degradación de ecosistemas estratégicos, de manera que ejecuten iniciativas que no dependan completamente del presupuesto nacional.

12 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el análisis presentado en este documento, se recomienda:

Fortalecer la red de estaciones meteorológicas del IDEAM para poder prever medidas de adaptación y mitigación a fenómenos meteorológicos, y que a su vez se permita realizar un seguimiento y monitoreo al comportamiento climático. Por otro lado, este fortalecimiento permitirá reunir datos para analizar y estudiar evidencias sobre la variabilidad y cambio climático.

Fomentar la gestión del conocimiento a través de la realización de estudios técnicos e investigaciones que permitan obtener información primaria, identificar los servicios ecosistémicos de los páramos en el país, y a su vez se puedan generar análisis sobre los potenciales impactos, la vulnerabilidad y el riesgo al cambio climático al que se enfrentan los ecosistemas estratégicos de Colombia.

La presente investigación se basó en información secundaria, por lo que, para tener una proyección más real de la modelación realizada, se debe considerar la recolección de información primaria, que permita abordar con mayor profundidad la caracterización del páramo

Es importante resaltar que existen diferentes documentos que establecen lineamientos para afrontar el cambio climático, sin embargo, se recomienda a las diferentes entidades se articulen y se planteen estrategias y acciones de manera más acertada de acuerdo a las necesidades de cada municipio, y que esto lleve a que los municipios incorporen la gestión del cambio climático en sus instrumentos de planificación.

Fortalecer la capacidad técnica y financiera de los municipios, y con ello potencializar las capacidades y oportunidades del territorio que permitan el acceso y la participación en la formulación de proyectos que beneficien al municipio y puedan ser financiados a través de cooperación internacional.

Se recomienda tener en cuenta el papel de las comunidades en los diferentes procesos de planificación territorial, en especial, en la formulación de planes y proyectos que se realicen en los páramos, toda vez que los actores son los que van a retroalimentar los procesos dado que son los que a diario hacen uso de los diferentes servicios que presta este ecosistema, de lo contrario, esto podrá llevar a que se desarrollen conflictos sociales, ambientales y económicos.

Por último, con la presente investigación, se abre la posibilidad a que surjan más preguntas con las cuales se puedan desarrollar investigaciones que aporten al diagnóstico, la evaluación o el monitoreo de los páramos y su grado de fragilidad y vulnerabilidad ante el cambio climático.

13 REFERENCIAS

- Aguayo, F., Peralta, M. E., Lama, J. R., & Soltero, V. (2013). *Ecodiseño, Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. Alfaomega.
- Alarcón, J. & Pabón, J. (2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 171-185.
- Arango, C.; Dorado, J; Guzmán D.; Ruiz, J. F., 2012. Cambio climático más probable para Colombia a lo largo del siglo xxi respecto al clima presente
- Arzac, A., E. Chacón-Moreno, L.D. Llambí y R. Dulhoste. 2011. Distribución de formas de vida de plantas en el límite superior del ecotono bosque páramo en los Andes Tropicales. *Ecotrópicos* 24(1): 26-46.
- Ávila, A., (2016). Así administran justicia las FARC-EP en sus territorios. *Revista Semana*. Recuperado el 1 de noviembre de 2021. <https://www.semana.com/opinion/articulo/ariel-avila-asi-administran-justicia-las-farc-en-sus-territorios/470309/>.
- Bocanegra, D., (2017). Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), un camino desde la vereda a la Nación o un largo retorno a otras violencias. Recuperado 26 de julio de 2021. <https://www.semillas.org.co/es/programas-de-desarrollo-con-enfoque-territorial-pdet-un-camino-desde-la-vereda-a-la-nacin-o-un-largo-retorno-a-otras>
- Castaño, C. 2002. Colombia altoandina y la significancia ambiental del bioma páramo en el contexto de los Andes tropicales: una aproximación a los efectos de un tensor adicional por el cambio climático global. En: Castaño, C. (ed). *Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición Hotspot & Global Climatic Tensor*. IDEAM. Colombia. 387 p
- Chiarelli, R. (2010). Planificación del desarrollo territorial: algunas precisiones. *Espacio y Desarrollo*, 102(22), 77–102.
- CIAT, Cormacarena, Corporinoquia, ECOPETROL. 2017. *Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía, Visión Regional*. Recuperado el 15 de noviembre de 2021. <https://drive.google.com/drive/folders/13-ellJlJ0kYZ-amRubc3hC47PBkd44n>
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 10(40): 221–264
- DE NONI GEORGES, Trujillo G. (1986). Degradacion del suelo en el Ecuador: principales causas y algunas reflexiones sobre la conservacion de este recurso. In : Actas del coloquio "Ecuador 1986". *Cultura : Revista del Banco Central del Ecuador*, 8 (24a), p. 383-394. Ecuador 1986:

- Coloquio, Quito (ECU), 1986/07/07-12. ISSN 0252-8657.
- ESRI, (2021). Cómo funciona Kriging. Recuperado 6 de abril de 2021.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm>
- ESRI, (2021). Comprender la clasificación multivariada. recuperado 9 de mayo de 2021.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-multivariate-classification.htm>
- Fries, A., Rollenbeck, R., Nauß, T., Peters, T., & Bendix, J. (2012). Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization. *Agricultural and Forest Meteorology*, 152(1), 17–30.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.08.004>
- Gómez, E; De Groot, R. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. En: *Revista Ecosistemas*. Volumen XVI, Número 3. Páginas 4 al 14. Asociación española de ecología terrestre. Alicante, España.
- Hernández, J. 1992. Vulnerabilidad y estrategias para la conservación de algunos biomas de Colombia. En: Halffer, G. (ed.). *La diversidad biológica de Iberoamericana I*. Instituto de Ecología-A. C: 191-202. Xalapa.
- Humboldt. (2011). *Revista páramos*. *Advances in Health Sciences Education : Theory and Practice*, 1(2), 73. <https://doi.org/10.1007/BF00159273>
- IDEAM-UNAL. (2018). La variabilidad climática y el cambio climático en Colombia, 2–28.
 Retrieved from
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Resumen+Ejecutivo+Escenarios+de+Cambio+Climático.pdf/0e37511b-9ed9-40c7-b1d0-b0a47eb7d36e>
- IDEAM, 2010. *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra*. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- IDEAM. (2011). *Sistemas agroforestales y restauración ecológica como medidas de adaptación al cambio climático en alta montaña, Caso piloto, Proyecto Nacional de Adaptación al Cambio Climático –INAP– componente B*. Retrieved from
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022086/GUIASISTEMASFINAL.pdf>
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2016). *TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO*. “Conocer: El primer paso para adaptarse. Guía básica de conceptos sobre el cambio climático.”
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2015). *Escenarios de Cambio Climático para*

- Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- IGAC, 1999. Paisajes Fisiográficos de Orinoquía - Amazonía. En revista: Análisis Geográficos N° 27-28, 361 p.
- IPCC. (2001). Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Ginebra, Suíça.
<https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.
- IPCC. (2013). Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del grupo de trabajo I al quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Ish, Edgar. (2012.) El cambio climático y la gestión de páramos.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Journal of Educational Research*, 337(7), 14–26.
<https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático : debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición * Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas : debates sobre o conceito.
- León Peláez, J. (2001). Estudio y control de la erosión hídrica. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.
- Lorduy, M. (2016). La sentencia C-035 de 2016 de la corte constitucional de la república de colombia sobre actividades de minería e hidrocarburos en ecosistemas de páramo. Recuperado el 15 de noviembre de 2021.
https://www.uria.com/documentos/publicaciones/5109/documento/foro_lat01.pdf?id=6770
- MADS (2012). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos – PNGIBSE. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Bogotá, D.C. 128 p.
- MADS (2017). Política nacional de cambio climático: documento para tomadores de decisiones --- / Murillo, Luis Gilberto. Ministro (2016 - :); [Eds.] Dirección de Cambio Climático: Florián Buitrago, Maritza; Pabón Restrepo, Giovanni Andrés; Pérez Álvarez, Paulo Andrés; Rojas Laserna, Mariana; Suárez Castaño, Rodrigo. ---- Bogotá, D. C.: Colombia.

- MADS. (2019). Lineamientos ambientales de uso del territorio específicos de cada subregión de PDET. Recuperado el 22 de octubre de 2021.
<http://repositorio.corpouraba.gov.co:8082/xmlui/handle/123456789/95>
- MADS. (2020). Páramos Delimitados - Listado MADS. Recuperado 8 de octubre 2021
<https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/P-ramosDelimitados-Listado-MADS/qv7d-uasb/data#post>
- MADS (2021), Planes Integrales de Cambio Climático . PICC. Recuperado 15 de noviembre 2021.
<https://drive.google.com/drive/folders/1pI1nDQRRcAOjkYUp-KCxrc5dRY6nB0aQ>
- Marín, C., & Parra, S. (2017). Guía visual de plantas de páramos en Colombia. Retrieved from
<http://www.humboldt.org.co/images/Fondo/pdf/bitacoraflora1.pdf>
- Márquez, G. (1997). Ecosistemas Estratégicos Para La Sociedad: Bases Conceptuales Y Metodologicas. Ecosistemas Estratégicos Para La Sociedad: Bases Conceptuales Y Metodologicas1, 7.
- Mena, J. L., Robles, R., Veliz, C., Riveros, J. C., Alvarez, C., Valdivia, R., & Vergel, C. (2014). Análisis de Vulnerabilidad de las Áreas Naturales Protegidas frente al Cambio Climático al 2030, 2050 y 2080.
- Millenium Ecosystem Assessment – MEA -. 2005. Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. 4 volumes. Island Press. Washington. D.C, EE.UU
- Molina Roa, 2011. Minería en los páramos de Colombia y la construcción de una conciencia ecológica. Recuperado el 15 de noviembre de 2021.
<file:///C:/Users/ThinkPad/Downloads/Dialnet-MineriaEnLosParamosDeColombiaYLaConstruccionDeUnaC-3720378.pdf>
- National Research Council. (2005) Valuing ecosystem services: toward better environmental decision making. National Academies Press. Washington D.C
- NICFI, (2021). Norway’s International Climate and Forest Initiative. recuperado el 5 de mayo de 2021. <https://www.nicfi.no/current/new-satellite-images-to-allow-anyone-anywhere-to-monitor-tropical-deforestation/>
- Ollacarizqueta, L. (1995). “Enemigos invisibles, campos de la muerte. Las minas antipersonal”. Recuperado el 2 de junio de 2019, de Informe del centro de investigación para la paz (Madrid) y del seminario de investigación para la paz (Zaragoza), 13: <http://www.seipaz.org/minas.htm>
- Páez, J. (2016). Cambios en las estrategias funcionales de especies de árboles típicas de un bosque alto-andino a lo largo del ciclo de vida y sus implicaciones para la regeneración (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia. 58 p.

Planet, (2021) - welcome to Norway's international climate and forests initiative imagery program.

Recuperado el 5 de mayo de 2021. <https://www.planet.com/nicfi/>

PNUMA - REGATTA, Universidad nacional de formosa, & Cordillera, universidad de la cordillera-fundación la. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y del recurso hídrico en los Andes de Colombia , Ecuador y Perú.

Podwojewski, Pascal & Poulénard, Jérôme. (2000). La degradación de los suelos de los páramos. Los suelos del páramo. Serie Páramo. 5. 27-36.

Prüssmann Johanna, Suarez Cesar, Guevara Oscar, V. A. (2016). Analisis de vulnerabilidad y riesgo climático del bioma amazónico y sus áreas protegidas. "Visión Amazónica: Áreas Protegidas, Soluciones Naturales Al Cambio Climatico. REDPARQUES Parques Nacionales Naturales de Colombia, Ministerio Del Ambiente - Ecuador, Ministerio Del Ambiente - Perú, WWF,," 48.

Ramos, D. (2021). Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel.

MappingGIS. Recuperado el 5 de mayo de 2021.

<https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>

Rincón-Ruiz, A., Echeverry-Duque, M: Piñeros, A.M., Tapia, C.H., David, A., Arias-Arévalo, P. y Zuluaga, P.A. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 151 P.

Rodríguez-Eraso N., Pabón-Caicedo J.D., B.-S. N. R. y M.-C. J. (2010). Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Mtnforum.Org. Retrieved from http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/cambio_climatico_uso_suelo_andes_colombianos.pdf

Rodríguez, N., Pabón, J. D., Bernal, N. R., & Martínez, J. (2010). Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Mtnforum.Org. Bogotá D.C. Retrieved from http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/cambio_climatico_uso_suelo_andes_colombianos.pdf

- Sampieri, Roberto hernandez, Carlos Fernandez Callado, P. B. L. (2010). Metodología de la investigación. Quinta Edición.
- Sarmiento, C., y León, O. (eds.). 2015. Transición bosque–páramo. Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 156 págs.
- Soto, L.J. (2018). Algunas reflexiones normativas sobre los páramos en Colombia. Ambiente Jurídico, (23), 83-98.
- TELEDET. (2021). Combinaciones de colores. Recuperado el 4 de abril de 2021.
<https://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/combinaciones-colores.htm>
- UNFCCC, C. M. de las N. U. para el C. C., INECC, I. N. de E. y C. C., GEF, G. E. F., PUND, P. de las N. U. para el D., & Magaña, V. (2013). Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad, 61. Retrieved from
http://climasaludal.org/resources/images/public/avirtuales/cuarta_conferencia/140923_guia_metodologica.pdf
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). «Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia». Bogotá D.C., Colombia: UPRA
- Vuille, M. (2013). El cambio climático y los recursos hídricos en los andes tropicales. Banco Interamericano de Desarrollo, 21. Retrieved from
http://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5826/SR2012_VUILLE_FINAL_ESP.pdf?sequence=1