

Análisis del capital natural del Páramo de Chontales (Sotaquirá) a partir de los Servicios Ecosistémicos y Servicios Ambientales: Una aproximación a la planificación ambiental del territorio

Cifuentes G. Alejandra; Contreras G. Gabriela; Fernández A. Libardo; Medina R. Natalia; Ubaque Mozo Alejandro

Resumen

La planificación y ordenamiento del territorio debe estar enmarcada en lograr la sostenibilidad ambiental, en donde además de garantizar la prestación de Servicios Ecosistémicos (SE), se consideren los valores de la biodiversidad como factores esenciales para hacer frente a los desafíos globales como el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

Este artículo propone una diferenciación entre los Servicios Ecosistémicos (SE) y los Servicios Ambientales (SA), teniendo en cuenta que los primeros corresponden a las funciones biológicas, físicas y químicas dentro de los ecosistemas que sostienen la vida y el bienestar del ser humano [10]; y los segundos, se refieren a un bien o servicio ecosistémico que primero debe pasar por algún proceso que requiere capital humano para su generación y disponibilidad para el ser humano [4].

La investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta de planificación ambiental para el Páramo de Chontales, a partir del análisis de los servicios ecosistémicos y ambientales que presta este ecosistema. El estudio buscó identificar el estado de salud de su Estructura Ecológica Principal (EEP); las presiones que se ejercen sobre sus componentes; las formas de apropiación cultural del territorio y los Servicios Ambientales y Ecosistémicos que presta el Páramo de Chontales. Para

Abstract

Territorial planning and ordinance must be framed in achieving sustainability environmental, where in addition to ensure the provision of ecosystem services (SE), the values of the biodiversity as essential factors in facing the impacts of climate change. Global challenges such as climate change and the depletion of natural resources.

This article proposes a differentiation between Services Ecosystems (SE) and Environmental Services (ES), taking into account The first ones correspond to biological functions, physical and chemical within the ecosystems that sustain the life and well-being of the human being [10]; and the second ones, are refers to an ecosystem service or a resource that must first be go through some process that requires human capital for their generation and availability to human beings [4].

The objective of the research was to elaborate a proposal of environmental planning for the Chontales moorland, starting with the analysis of the ecosystem and environmental services it is providing this ecosystem. The study sought to identify the state of health of its Main Ecological Structure (PES); the pressures it faces. are exerted on its components; the forms of appropriation of the territory and the Environmental and Ecosystem Services on loan from the Chontales moorland. In order to achieve the above, it is carried out a fieldwork visit and

Recibido / Received: Agosto 12 de 2017 Aprobado / Approved: Septiembre 22 de 2017

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación Científica y Tecnológica terminada.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Jóvenes por los ODS de Naciones Unidas

Autor para comunicaciones / Author communications: jcfuentesg@unbosque.edu.co

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

lograr lo anterior, se realizó una visita de campo y se aplicaron diferentes metodologías, tales como: análisis de funciones y servicios ecosistémicos propuesto por Groot 2006; evaluación de fuerzas motrices a partir del método DPIRS -Fuerzas Motrices (D), Presiones (P), Impacto (I), Respuesta (R)-; análisis de sensibilidad, que relaciona información de los elementos del ecosistema con sus funciones, capacidad de resiliencia y conectividad y un análisis de actores, a partir de matrices de relación basadas en la ruta metodológica para el tratamiento de conflictos ambientales propuesta por el Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible (2002). Los resultados muestran que este ecosistema cuenta con un alto capital natural que puede ser analizado desde el punto de vista de pago por servicios Ecosistémicos como una alternativa de planificación sostenible del territorio, que involucre: una gestión ambiental, en donde se respeten las territorialidades que en él se presentan, se garantice que la demanda ambiental se mantenga; que las actividades desarrolladas por los actores sociales giren en torno a la conservación del territorio y que se estructuren lineamientos que controlen las presiones que se ejercen sobre el medio natural, a partir del involucramiento de la comunidad en el proceso de toma de decisiones.

Palabras clave: Planificación Ambiental, Servicios Ecosistémicos, Servicios Ambientales, Estructura Ecológica Principal, Territorialidad

applied different methodologies, such as: analysis of ecosystem functions and services proposed by Groot 2006; assessment of driving forces a using the DPIRS method - Motive Forces (D), Pressures (P), Impact (I), Response (R)-; sensitivity analysis, relating information on the elements of the ecosystem with their functions, resilience and connectivity, and analysis of actors, based on relationship matrices based on the route. methodology for the treatment of environmental conflicts proposed by the Ministry of Environment and Sustainable Development (2002). The results show that this ecosystem has a high natural capital that can be analyzed from the point of view of payment for Ecosystem Services as a planning alternative sustainable development of the territory, involving: environmental management, where the territorialities that are respected in it that the environmental demand is maintained; that the activities developed by the social actors revolve around the conservation of the territory and that they be structured in such a way that guidelines to control the pressures on the environment., based on the involvement of the community in the decision-making process.

Key Words: Environmental Planning, Ecosystem Services, Environmental Services, Main Ecological Structure, Territoriality

Introducción: aproximación al territorio

Descripción del territorio

Ubicación geográfica del páramo de Chontales

El Páramo de Chontales se encuentra localizado al occidente de la Cordillera Oriental en el Departamento de Boyacá, entre la laguna de Iguaque y el páramo la Rusia, en las coordenadas 55° 55' 00" N y 73° 10' 00" W, a 2.707 m.s.n.m. Limita al norte con el municipio de Gámbita en Santander; al sur oriente con Paipa y al sur occidente con

Sotaquirá en Boyacá. La temperatura máxima es de 17°C y el valor mínimo es de 7°C, el valor más alto para la velocidad del viento es de 7 km/h [1]. En este Páramo nacen las quebradas Honda y Desaguadero que forman el Río Sotaquirá para luego desembocar en el Río Chicamocha, representa una estrella fluvial conformada por los cuerpos hídricos anteriormente mencionados además de los ríos Bagre, Avendaño, Huertas y Palermo, en estas fuentes hídricas se ha identificado la presencia de plaguicidas organofosforados y carbamatos utilizados en los cultivos de papa, dichos contaminantes se encuentran disueltos en el agua presentando valores superiores a los permisibles en la legislación colombiana, por otro lado, los suelos paramunos presentan niveles altos de compactación debido al aumento del pastoreo de ganado vacuno [2].

Imagen 1 Localización del Páramo de Chontales en el Departamento de Boyacá



Fuente: tomado de Google Maps

Ubicación geográfica del municipio de Sotaquirá

El municipio de Sotaquirá se encuentra localizado en el Departamento de Boyacá, Provincia del Centro, en las coordenadas 5°46'52" de latitud Norte, 73°15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y 0°49'25" de longitud con relación al meridiano de Bogotá [3].

El municipio de Sotaquirá limita al este con el Municipio de Tuta, por el norte con el Municipio de Paipa, por el oeste con el Municipio de Gambita y por el sur con el Municipio Combita [3].

Según el DANE la población del municipio está distribuida en un 50,7% correspondiente a hombres y un 49,3% a mujeres. El 0,1% de la población residente de Sotaquirá se autorreconoce como raizal, palanquero, negro, mulato afrocolombiana o afrodescendiente. El nivel académico de los campesinos es bajo lo que limita sus conocimientos en temas de ordenamiento del territorio.

Aspectos culturales de la población de Sotaquirá y su influencia sobre el Páramo de Chontales

De acuerdo con la Fundación Natura, en la lectura relacionada con los Servicios Ecosistémicos, allí se menciona que

uno de los más importantes beneficios de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA) es que “ha logrado enfocar los planteamientos de las investigaciones sobre biodiversidad para entender la dinámica acoplada de los sistemas ecológicos y los sistemas sociales, como la base del conocimiento para reorientar la trayectoria de la transformación”. Lo que trata de decir este texto es que los sistemas ecológicos y sociales deben ir siempre de la mano, a pesar de que existen “relaciones disfuncionales, en muchos casos comprometiendo la viabilidad de los ecosistemas cuando son obligados, por las demandas humanas, a funcionar más allá de los umbrales del cambio irreversible; cuando lo que se busca es la máxima productividad de un bien o servicio ecosistémico sin considerar los efectos en la funcionalidad de todo el sistema en el largo plazo” [4].

El movimiento colectivo de la población campesina que habita en las fronteras del páramo de Chontales ha mantenido el adecuado estado de salud de este ecosistema, además ha aprovechado de una manera sostenible el recurso hídrico que nace en este territorio como lo evidencia la construcción del acueducto comunitario La Salvia, el cual abastece las veredas de La Bolsa, Volcán, Río Arriba, Mirabal, Marcura, Sativa y algunos pobladores de Soconsuca de Blancos, provee del recurso a 455 usuarios, 515 conexiones, 432 viviendas y a 1728 pobladores. Según el Plan de Desarrollo de Sotaquirá, en estas áreas no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales, [1], además que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias y de extracción minerales, a pesar de las prácticas tradicionales de las poblaciones que viven en la ribera del páramo.

Dentro del territorio que comprende el Páramo de Chontales en el municipio de Sotaquirá, se identificaron tres tipos de territorialidades, las cuales definen la apropiación de este ecosistema en términos de relación cultura-naturaleza, valoración cultural de sus componentes ecológicos y conocimiento y uso de la biodiversidad. En la primera forma de apropiación cultural del Páramo de Chontales predomina la actividad ganadera de tipo semiestabulada, en la que el ganado pasa parte del tiempo en galerones y luego pasa a los pastizales tradicionales, este sistema productivo produce un alimento para el ganado de mejor calidad, por lo tanto, hay mayor eficiencia por unidad de área, además de esto

los animales producen mejor leche y mayor carne. Este tipo de actividad económica ha generado impactos significativos sobre el suelo, compactándolo y disminuyendo su capacidad de filtración de agua.

Como segundo tipo de territorialidad, predomina la producción agrícola campesina, la cual es dominada por cultivos de papa con un uso indiscriminado de plaguicidas organoclorados y carbamatos, los cuales por acción de la escorrentía superficial contaminan las fuentes hídricas que nacen en este ecosistema. La construcción social del Páramo de Chontales por parte de la población campesina ha generado movimientos colectivos para la estructuración de servicios ambientales, como es el caso de la construcción y administración del acueducto de La Salvia.

Finalmente, se presenta un ecosistema conservado, con predominio de un bosque primario de gran extensión cuya especie dominante es el árbol de Encenillo; de igual manera, en su interior, hay presencia de un bosque biodiverso, los dos en buen estado de salud, producto del cuidado de la población que habita las inmediaciones del páramo, este comportamiento de conservación es resultado de movimientos colectivos por parte de la comunidad. Cabe precisar que este ecosistema cuenta con un alto capital natural que puede ser analizado desde el punto de vista de pago por Servicios Ecosistémicos como una alternativa de planificación sostenible del territorio que involucre una gestión ambiental que respete las territorialidades que en él se presentan, además de esto que se garantice que la demanda ambiental se mantenga; que las actividades desarrolladas por los actores sociales giren en torno a la conservación del territorio y que se estructuren lineamientos que controlen las presiones que se ejercen sobre el medio natural, a partir del involucramiento de la comunidad en el proceso de toma de decisiones.

Aspectos del Plan de Desarrollo Municipal de Sotaquirá

En el Plan de Desarrollo se puede definir como el instrumento rector de la Planeación Nacional y Territorial, que sirve como fundamento normativo de las políticas económicas, sociales, culturales y ambientales necesarias para el desarrollo integral y sustentable del país, que responden a los compromisos adquiridos en los programas de gobierno.

Entre los requerimientos importantes en la fase de formulación y aprobación del plan, se tiene el “Proyecto de ordenanza llamado Plan de Desarrollo Departamental “Boyacá se atreve”: El Plan Departamental de Desarrollo es construido sobre 5 ejes fundamentales así: Un Boyacá que se atreve a generar desarrollo económico sin atentar contra el medio ambiente, un Boyacá que se atreve a transformar su realidad social para posicionarse ante el mundo, una economía que se atreve a generar valor agregado, ejercicio de buen gobierno, descentralización y participación, un Boyacá que se atreve a integrarse con la región y con el mundo para potencializar su riqueza.” [1].

El Esquema de Ordenamiento Territorial para los municipios de Colombia es un ordenador de las prioridades de sus comunidades. Por esta razón, las políticas y programas del Plan Municipal de Desarrollo se fundamentan en el uso correcto del territorio como condición para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Todos los proyectos deberán soportarse en estudios que analicen su sostenibilidad ambiental, el crecimiento económico que generan, y su contribución con la equidad social y con el ordenamiento territorial del Municipio [1]. De acuerdo con este Esquema del municipio existen áreas de por encima de los 3.000 m.s.n.m. de importancia bio-social, ecológica y paisajística.

Por otra parte “El Plan Municipal de Desarrollo se enmarca en las políticas trazadas por CORPOBOYACÁ, en el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2002-2011, adoptando programas tendientes al uso eficiente y ahorro del agua, revegetalización de áreas de protección de microcuencas, potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con los lineamientos definidos en los diferentes instrumentos de gestión administrativa ambiental, como son el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Ambientales (POMCA), Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), el Plan de Manejo Ambiental. Plan General de Ordenación Forestal PGOF, Sistemas de Áreas Protegidas SIRAP” [1].

Con relación a la conservación de páramos, se resalta que “estas zonas están dedicadas al pastoreo extensivo y se encuentran en la Vereda Catoba, Sector Llano Grande, en el nacimiento del Río de Piedras importante en la región porque abastece varios acueductos. También son zonas de conser-

vación las siguientes: El río Vargas que nace en la Cordillera Central de los Andes en territorio sotaquireño a una altitud de 3.500 m.s.n.m; la microcuenca del río Ocusa; el nacimiento del río Suavita, que nace en las cercanías del alto Santo Ecce Homo a una altitud de 3.600 m.s.n.m. entre vegetación de páramo protegida; quebrada Honda que nace en la cuchilla el Páramo a una altitud de 3.400 m.s.n.m. en cercanías al límite de Sotaquirá y Palermo; quebrada el Desaguadero, recolecta sus aguas en la meseta del Carrizal con una altitud de 3.000 m.s.n.m., esta presenta una formación fluvio-lacustre con abundantes humedales que en alguna época fueron pequeñas lagunillas, en medio de vegetación de páramo. Se tienen como usos prohibidos los agropecuarios, industriales, minería, urbanización institucional, infraestructura de telecomunicaciones, apertura de vías, actividades como la quema, tala y caza, explotación o exploración de hidrocarburos, construcción de refinerías de hidrocarburos y otros usos que ocasionen deterioro ambiental.” [1].

Metodología

Reconocimiento en campo

Componentes de la Estructura Ecológica Principal e Infraestructura Ecológica

Dentro de la Estructura Ecológica Principal (EEP) del páramo de Chontales, se encuentra un gran porcentaje de vegetación estratégica de bosque primario cuya especie dominante es el Encenillo, el cual tiene alta capacidad de capturar CO₂ y agua, a causa del pequeño tamaño de sus hojas, representando así el bosque primario de esta especie con mayor extensión del país, además de esto, dentro de su área se encuentra un bosque biodiverso sin intervención antrópica que lo conecta con la cuenca alta del río Suárez en Gambita, Santander. La frondosidad de este bosque y la mayor humedad que se percibe está relacionada con corrientes húmedas que suben del valle húmedo del Magdalena (Barlovento), esta conexión podría estar asociada a una mayor diversidad biológica, que puede percibirse en este bosque conformado por una múltiple presencia de variedades forestales manifestadas en el diverso abigarrado color de la vegetación.

Conforme a lo mencionado por van der Hammen, en el escrito de *La conservación de la Biodiversidad: Hacia una estructura ecológica de soporte de la nación Colombiana*,

se debería crear una infraestructura ecológica (IE) en las áreas que haya intervención antrópica, como lo es en las zonas de agro-ecosistemas con monocultivos (papa), al igual que el desarrollo de la misma en zonas urbanas que permita el mantenimiento de cierto grado de biodiversidad y el mejoramiento ambiental, por medio de plantaciones de árboles a lo largo de las vías hacia el páramo. La implementación tanto de la EEP, como de la IE debe ir acompañada de la corrección económica y ambiental del uso de las tierras del país; el conjunto de la EEP y la IE conforman la Estructura Ecológica de Soporte de la Nación [5].

El siguiente registro fotográfico da muestra de algunos de los componentes de la EEP identificados en el páramo de Chontales que se muestran en la tabla 1.

Imagen 2. Visión global del Páramo de Chontales.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes.

Imagen 3. Vegetación de Frailejones.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes.

Imagen 4. Quebrada Desaguadero.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes

Imagen 5. Actividades de quema para regeneración ecológica.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes

Imagen 6. Bosque primario de Encenillo y pastos para ganadería.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes

Imagen 7. Transición entre el Bosque de Encenillo y el Bosque Biodiverso del Páramo de Chontales.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes

Imagen 8. Tapete de Bosque Primario de Biodiverso-Gámbita.



Fotografía tomada por Alejandra Cifuentes

Imagen 9. Páramo de Chontales - Municipio de Sotaquirá.



Fuente: Google Earth

Análisis de Servicios Ecosistémicos y Ambientales

A fin de establecer cualitativa y cuantitativamente las conexiones entre sistemas ecológicos y sociales, se establece la metodología, evaluación de los servicios ecosistémicos como una alternativa para dimensionar la perspectiva económica-ecológica de los ecosistemas bajo el marco del bienestar humano, en este sentido se entiende como las funciones que proporciona el medio natural, aquel conjunto de aspectos de estructura y funcionamiento de los ecosistemas con capacidad de generar servicios que satisfagan necesidades humanas de forma directa o indirecta [9].

El medio natural que aquí se analiza, es decir el páramo de Chontales, cuenta con beneficios potenciales, los cuales fueron analizados a partir del marco estandarizado para el análisis de funciones y servicios propuesto por Groot 2006. El objetivo de realizar la evaluación de las funciones y los servicios que presta el páramo de Chontales desde la perspectiva del capital natural, el cual genera un flujo constante de bienes útiles para la población, es proporcionar las bases teóricas para la toma de decisiones en cuanto a la valoración económica de los servicios generados por el capital natural, destinados a la población local.

Cabe señalar que el análisis que aquí se presenta, aborda el ámbito ecológico desde los componentes de la estructura ecológica principal y no a profundidad los valores y percepciones sociales que la población que visita de manera temporal el páramo de Chontales pueda llegar a tener. Por otra parte, la cuantificación y valoración de la zona de estudio se dividió en servicios ecosistémicos y servicios ambientales; los primeros corresponden a las funciones biológicas, físicas y químicas dentro de los ecosistemas que sostienen la vida y el bienestar del ser humano [10]; los segundos, se refiere a un bien o servicio ecosistémico que primero debe pasar por algún proceso que requiere capital humano para su generación y disponibilidad para el ser humano [4].

Análisis conceptual sobre la importancia e intensidad de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano en el páramo de chontales

El análisis de la importancia e intensidad de los servicios ecosistémicos en el Páramo de Chontales para el bienestar humano se realizó utilizando la metodología propuesta por la Fundación Natura en el documento bases conceptuales de servicios ecosistémicos, la cual propone la elaboración de esquemas que muestren la interrelación entre los ecosistemas, el bienestar humano y los factores socioeconómicos.

Análisis de presiones sobre los componentes del ecosistema

La identificación y análisis de las fuerzas motrices que ejercen presiones sobre los bienes y servicios ecosistémicos y los componentes de la EEP en el páramo de Chontales, se realizó por medio del método DPIRS -Fuerzas Motrices (D), Presiones (P), Impacto (I), Respuesta (R)-. Al aplicar esta metodología es posible identificar los puntos sobre los cuales se requiere una planificación ambiental inmediata, así como los instrumentos para su ejecución.

Análisis de sensibilidad

Con el fin de determinar el estado de los indicadores de fortaleza-sensibilidad sobre los bienes y servicios ecosistémicos y los componentes principales de la EEP en el páramo de Chontales, se realizó un análisis de sensibilidad que relaciona información de los elementos del ecosistema con sus funciones, capacidad de resiliencia y conectividad. El resultado de esta valoración arroja los niveles de sensibilidad, interpretados en compensación y mejoramiento de la situación, los cuales permiten identificar los puntos de sobre los cuales se requiere crear nuevas estrategias de manejo ambiental o ajustar las ya existentes.

Análisis de actores

Para este análisis de actores se utilizaron matrices de relación basadas en la ruta metodológica para el tratamiento de conflictos ambientales propuesta por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, hoy día, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2002; en donde se identifica, en primera medida, el conflicto ambiental a analizar; posteriormente se establece de manera cuantitativa el grado de presión que éste ejerce sobre los componentes ambientales agua, suelo, bosques y biodiversidad, aire y cultura local; finalmente, se realiza la ponderación de ecosistemas o sitios de mayor interés.

Análisis de los componentes de la estructura ecológica principal y la infraestructura ecológica

Identificación y caracterización de los componentes de la Estructura Ecológica Principal e Infraestructura Ecológica en el Páramo de Chontales

La tabla 1 relaciona los componentes de la Estructura Ecológica Principal (EEP) e Infraestructura Ecológica (IE) identificados durante la visita de campo al páramo de Chontales. Muestra el estado de salud y las conexiones de cada uno con el fin de determinar el grado de intervención antrópica o conservación de la zona de estudio.

Tabla 1. Identificación y caracterización de los componentes de la Estructura Ecológica Principal e Infraestructura Ecológica en el Páramo de Chontales.

	Variables	
	Estado de salud	Conexiones
EEP	<p>Cauce Principal de la Quebrada Honda</p> <p>Esta zona ha sido intervenida notablemente debido a la ampliación de la frontera agrícola para la siembra de cultivos comerciales de papa, sus aguas son utilizadas para consumo humano, acuicultivos con trucha arco iris en estanque, riego y abrevadero</p>	<p>Se encuentra en cercanías al límite de Sotaquirá y Palermo en la vereda de Carrizal ubicada al extremo norte del Municipio, en medio de vegetación de páramo y densos bosques nativos, sus principales afluentes son las quebradas de El Alisal, Verdugales, las Cruces, en lo que al curso alto se refiere. En la parte media del curso recibe las aguas de la quebrada Carrizal. En el sitio Hoyo Negro se toman las aguas para el acueducto la Salvia. Algunos afluentes que aportan aguas en la parte media de la cuenca son las quebradas Pachinal, Aguablanca, la Aguadita, el Jordán, el Venado</p>
	<p>Cauce principal de la Quebrada Desaguadero</p> <p>Intervenida, ya que se presentan cultivos comerciales de papa y praderas para ganadería intensiva de bovinos, lo cual ha generado contaminación de las aguas por residuos de pesticidas y compactación de humedales</p>	<p>El área del nacimiento de la quebrada fue en gran parte transformada, pasando de vegetación de frailejón a cultivos de papa y en años recientes a pasturas artificiales. Solo se conserva el centro del gran humedal que constituía la zona de recarga hídrica y el nacimiento de la quebrada, por la parte superior casi la totalidad de la zona está constituida por potreros y algunos bosques de pino. Hacia la parte inferior, la quebrada corre a unirse con la quebrada Honda para conformar el río Sotaquirá, que a su vez desemboca en el río Chicamocha. El corredor de la quebrada esta bordeado de ecosistemas agrícolas de pastos y cultivos. Sus aguas son utilizadas para riego y consumo humano, de allí se desprende el acueducto de la vereda la Toma y un pequeño canal de riego.</p>

	Variables	
	Estado de salud	Conexiones
EEP	Vegetación de pastos naturales	<p>Conservados con poca extensión de tipo prístino</p> <p>Por la parte superior, casi la totalidad de la zona está constituida por potreros, algunos bosques de pino y extensiones cortas de pastos, hacia la parte inferior de la quebrada Desaguadero que corre a unirse con la quebrada Honda para conformar el río Sotaquirá, que a su vez desemboca en el río Chicamocha, está bordeado de ecosistemas agrícolas de pastos y cultivos de papa. Los pastos naturales constituyen una especie vegetal de importancia en la fijación de carbono atmosférico, lo que permite mitigar el acelerado efecto invernadero que aumenta el fenómeno del cambio climático [6]</p>
	Vegetación de frailejones	<p>Se observan frailejones dentro de los bosques de pino en la zona, lo que sugiere que antes estas áreas correspondían a zonas de páramo</p> <p>Zonas aisladas, son parcelas de bosques plantados (como parches) ubicados de forma dispersa en todo el territorio. Los frailejones son consideradas especies captadoras y reguladoras del ciclo hidrológico, representan una especie biológica fundamental para los procesos de recarga de acuíferos y nacimiento de cuerpos de agua.</p>
EEP	Bosque Natural de Encenillo	<p>Bosque Alto Andino conservado gracias al movimiento colectivo de la población campesina de la zona. La mayor parte del territorio se encuentra dominado por esta especie representando así, el Bosque Primario de Encenillo con mayor extensión del país</p> <p>Debido al pequeño tamaño de sus hojas se favorece la captación de agua y de CO₂, además de representar una zona de amortiguación hídrica que da origen a una estrella fluvial conformada por los ríos Bagre, Avendaño, Huertas, Palermo, quebrada Honda y Sotaquirá. Forma parte fundamental de la estructura ecológica de la zona regulando el ciclo biogeoquímico del CO₂ y amortiguando las perturbaciones naturales. En su interior se dan procesos biológicos que se expresan en términos de biodiversidad.</p>
	Sistemas casmóticos	<p>Sistemas de rocas expuestas cubiertas levemente por líquenes, sin intervención, con presencia de areniscas que representan una zona de recarga acuífera que geológicamente corresponde a la Formación Guadalupe</p> <p>Por su origen geológico garantizan la recarga hídrica además de la formación de suelos. Debido a la leve presencia de líquenes sobre las rocas expuestas se consideran como un bioindicador de la óptima calidad del aire de la zona.</p>
	Bosque Natural de gran diversidad	<p>En la parte baja del páramo se presentan árboles de pino y de Eucalipto que durante la década del 60 fueron utilizados para delimitar los territorios de Paipa y Sotaquirá. En la parte media del territorio domina el bosque primario de Encenillo, en la zona alta se observa una gran diversidad de especies vegetales que dan origen a un bosque natural de gran diversidad biológica</p> <p>Este bosque conecta con la otra vertiente con la cuenca alta del río Suarez en Gambita, Santander. La frondosidad del bosque y la mayor humedad que se percibe está relacionada con corrientes húmedas que suben del valle húmedo del Magdalena (Barlovento). Esta conexión podría estar asociada a una mayor diversidad biológica, que puede percibirse en este bosque conformado por una múltiple presencia de variedades forestales manifestadas en el diverso abigarrado color de la vegetación.</p>

		Variables	
		Estado de salud	Conexiones
IE	Acueducto La Salvia	El acueducto La Salvia actualmente se encuentra en funcionamiento, cuenta con 455 usuarios, 515 conexiones, 432 viviendas y abastece a 1728 pobladores	El acueducto La Salvia surge a partir de esfuerzos de la comunidad por contar con el servicio básico de agua potable para sus pobladores. Los líderes de las juntas directivas administran el recurso hídrico desde su conservación, distribución y rubro económico. El recurso hídrico es tomado de la quebrada el Carrizal en el área Hoyo Grande a 7 km de la quebrada la Salvia, que cubre las veredas de la Bolsa, Volcán, río Arriba, Mirabal, Marcura, Sativa y algunos pobladores de Soconuca de Blancos, se captan 5 L/s y la tubería utilizada es de PVC
	Viviendas campesinas	Con limitaciones de servicios de Saneamiento básico. Actualmente el Banco Agrario de Colombia en el desarrollo de la estrategia El Presidente En las Regiones, está entregando viviendas rurales a familias campesinas de Boyacá	Los campesinos se han organizado por sí mismos para construir sus viviendas llevando cabo proyectos importantes de alto contenido arquitectónico y paisajístico en algunos casos. La infraestructura de las viviendas es a base de bareque y pajo, también existen de barro y teja de Zinc, bordeadas de potreros, pequeñas huertas y conectadas por una red de caminos veredales y una vía veredal principal que llega hasta antes del inicio de la masa boscosa que limita Sotaquirá con Gambita. Existe aún un camino histórico que atraviesa el bosque hasta la cúspide en los 3534 m.s.n.m. y desciende hacia Gambita, Santander
IE	Cultivos de Papa	Alta productividad con uso de Plaguicidas organofosforados y carbamatos	El sistema agrícola de cultivos de papa- (varias cosechas seguidas) - papa, lo practican pequeños, medianos y grandes productores ubicados en el páramo (por encima de 2.800 m de altitud). Son propietarios y arrendatarios que emplean insumos químicos tales como plaguicidas organofosforados y carbamatos. La producción generalmente se comercializa como semilla a productores grandes de las zonas bajas. En su gran mayoría los cultivos de papa están asociados al suministro de materia prima para la empresa Frito Lay que produce la marca de papas fritas Margarita. Cuando se establece rotación con pastos, se originan explotaciones levante y ceba de bovinos. En este sistema las variedades sembradas tienen un período vegetativo más largo (un mes o más). Por lo general disponen de riego (lagunas, nacederos de agua o depósitos de agua). De acuerdo con el tipo de productos y la pendiente de los predios, utilizan tractores o bueyes en la preparación del suelo. Usualmente la mano de obra es familiar, no se benefician de créditos apropiados y comercian su producto con intermediarios en su finca o en mercados municipales [7]

		Variables	
		Estado de salud	Conexiones
IE	Plantaciones de frutas silvestres	Las plantaciones de frutas silvestres son producto de intervención antrópica, representan pequeñas proporciones del territorio, se destaca la mora silvestre. Su estado se ve influenciado por el uso indiscriminado de plaguicidas organofosforados y carbamatos en los cultivos de papa. Hay aprovechamiento de recursos silvestres no cultivados que se dan naturalmente, como la uva camarona	Las frutas silvestres crecen de manera natural a una altura promedio entre 1600 y 3800 msnm, no requieren de cuidados con agroquímicos para su crecimiento. A pesar de que las frutas silvestres se dan de manera natural, los campesinos las comercializan en los meses de noviembre y diciembre, periodo en el cual aumenta su producción
	Cobertura de suelo	Se encuentra intervenido a causa de los cultivos de papa y la ganadería extensiva, esta última compacta los suelos e impide la infiltración del agua, como consecuencia de esto los acuíferos se secan y la disponibilidad de agua disminuye	El aprovechamiento del suelo con cultivos de papa provee de recursos económicos a la población campesina de la zona, sin embargo, genera alteraciones al medio que comprometen la disponibilidad hídrica, así como el soporte de la vegetación nativa

Fuente: *Elaboración propia*

La estructura ecológica principal (EEP) es el instrumento de planificación de mayor jerarquía, por lo que se deben tomar decisiones entorno a los ecosistemas estratégicos presentes en un área que tiene como principal función la prestación de servicios ambientales para las poblaciones humanas, sin embargo, Van der Hammen contempla la Estructura Ecológica Principal estructura ecológica principal como el conjunto de ecosistemas naturales y semi-naturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud, tales que garantiza el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales, como medida para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida.

Lo anterior permite comprender a cabalidad las relaciones de los ecosistemas con las necesidades de la población, como sucede en el páramo de Chontales, el cual presenta servicios tanto ecosistémicos como ambientales, como se evidencia en la tabla 1. Para el entendimiento de las interacciones del páramo con el sistema social es necesario contemplar diferentes figuras jurídicas que se presentan en el territorio, como es el caso de Corporboyacá y la

Corporación Autónoma Regional de Santander que tiene jurisdicción en este ecosistema [5].

Por otro lado, es importante abordar el concepto de infraestructura ecológica (IE) en el Páramo de Chontales, desde la perspectiva de Van der Hammen quien plantea el tema desde el conjunto de relictos de vegetación natural y semi natural, corredores y áreas que requieren una restauración en los agroecosistemas que tienen una funcionalidad en la conservación de la biodiversidad, la productividad y la calidad de la vida de la población. La importancia de la IE en el Páramo de Chontales se fundamenta en el hecho de que en el área que concierne al páramo se localizan poblaciones de campesinos cuyo principal sustento económico se basa en la presión del ecosistema a través de actividades de ganadería y plantación de cultivos de papa, entre otros, es por ello que en estas zonas son relevantes los aspectos de restauración ecológica para brindar productividad y calidad de vida a los pobladores.

El Páramo de Chontales presta servicios ecosistémicos tales como: disminución de la erosión de suelos causada por la lluvia, actúa como sumidero de carbono, previene

las inundaciones, alberga especies animales y vegetales nativas, abastece de agua potable a los municipios de Gambita en el departamento de Santander y los municipios de Duitama, Sotaquirá y Paipa en el departamento de Boyacá, para ampliar un poco la información se adaptará la tabla 1 con las funciones, bienes y servicios de los ecosistemas propuesto por Groot (1992) y Costanza et al. (1997). Desde el punto de vista de Groot 2007, los servicios ecosistémicos anteriormente mencionados que pasen por los mercados capitalistas y consumistas tendrán una incidencia directa o indirecta en los diferentes componentes del bienestar humano.

Ahora bien el estado de salud de los componentes de la EEP del páramo de Chontales en su mayoría se encuentran conservados (tabla 1), es por esto que resulta necesario ampliar el conocimiento mismo de la conservación para adecuarlo a los contextos políticos y sociales del departamento de Boyacá, en donde la autoridad ambiental no ejerce a plenitud sus funciones, entre las que se encuentran promover y desarrollar la participación y comunicación de actividades y programas de protección ambiental.

Proteger los ecosistemas a través de temas de conservación representa un elemento central de planificación de la sociedad civil y los movimientos sociales, sin intervención alguna de entidades territoriales, lo cual demuestra la apropiación que existe por parte del colectivo campesino que se ubica en la frontera del páramo de Chontales.

En este espacio geográfico se viene promoviendo una visión de construcción del territorio plural, como espacio, hábitat, hogar y expansión de la historia, pensamiento, cultura y la adaptación de la sociedad, en este sentido los comportamientos humanos confluyen en diferentes visiones, las cuales parten de las necesidades de cada grupo social, este fenómeno se representa en la unión de la población campesina para el diseño, estructuración y manejo del acueducto La Salvia.

Lo anterior da muestra de una organización colectiva formada por un conjunto de procesos sociales y ambientales en torno al reconocimiento de sus problemáticas, conflictos y oportunidades logrando consolidar este tipo de propuestas [5].

Estructura Ecológica Principal

Cauce principal de la Quebrada Honda

Es uno de los componentes más importantes de la EEP páramo de Chontales ya que presta el servicio de provisión de agua que se almacena y administra desde el acueducto comunitario La Salvia. En el área de su nacimiento, la quebrada no está intervenida, lo cual se fundamenta por la presencia de vegetación de páramo y bosque natural nativo de *Encenillo* alrededor del cauce, que hace de bosque de galería, esto se debe principalmente a los esfuerzos de los campesinos de la zona, quienes promueven la conservación de este sitio estratégico, además de ser quienes se benefician del servicio ecosistémico de disponibilidad del recurso hídrico. Sin embargo, a pocos metros de la ronda de la quebrada hay fincas campesinas que han aumentado su frontera agrícola para el cultivo de papa lo que pone en riesgo la existencia del ecosistema.

Cauce Principal de la Quebrada Desaguadero

Es una estructura que ha sido intervenida de manera significativa por actividades agropecuarias, por lo que la prestación del servicio de provisión de agua se ve amenazado, debido a que la vegetación encargada de la retención y distribución del agua que son los frailejones ubicados en el nacimiento del cauce, están siendo reemplazados por cultivos de papa y pastos para ganadería.

Vegetación de pastos naturales

Un porcentaje bajo de la vegetación del Páramo de Chontales está dada por pastos naturales, lo cual ocasiona un impacto en los servicios ecosistémicos que el mismo presta, puesto que las áreas que deberían estar cubiertas por pastos naturales están siendo empleadas o intervenidas por actividades económicas que sustentan la vida de los campesinos de la zona.

Bosque Primario de Encenillo

Los esfuerzos de la comunidad localizada en el Páramo de Chontales han permitido la conservación del bosque primario de Encenillo obstaculizando cualquier tipo de

intervención antrópica en la zona, lo que genera no solo beneficios ecológicos a nivel de regulación hídrica sino que además, la población obtiene y asegura el recurso hídrico para sus actividades diarias, fortaleciendo de este modo el tema de la estructura ecológica principal, ya que se garantiza el sostenimiento del ecosistema y la prestación de servicios.

Sistemas Casmóticos

Los afloramientos rocosos localizados en la parte alta del Páramo de Chontales presentan una gran pendiente, lo que contribuye en el flujo del agua, con el fin de recargar zonas de importancia para las comunidades que se abastecen de este recurso en la parte baja del páramo, además contribuye a la formación de suelos que podrían conformar y soportar nuevas especies naturales dentro del ecosistema.

Bosque Natural de Gran Diversidad

Los bosques naturales de gran diversidad presentes desde la planicie del páramo hasta la parte alta del mismo pueden ser vistos como una parte fundamental de la estructura ecológica principal, debido a que constituyen áreas de alta condensación de biodiversidad, así como áreas de recarga hídrica.

Infraestructura Ecológica

Acueducto La Salvia

Infraestructura que surge a partir de la necesidad por parte de la comunidad para abastecerse de agua para su consumo. El acueducto es una obra de carácter social que representa la identidad y la apropiación de las comunidades que intervinieron en su construcción, para su protección es importante conservar la vegetación alrededor de la ronda de la quebrada y es así como lo han entendido los campesinos protegiendo la quebrada Honda que alimenta el acueducto y el ecosistema cercano.

Viviendas Campesinas

Las viviendas campesinas situadas en el páramo presentan una relación con el ecosistema, debido a que las activi-

dades llevadas a cabo por las personas impulsan cambios directos e indirectos sobre los mismos, provocando de este modo cambios en el bienestar humano. Por ejemplo, dentro de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio se destaca que la pérdida de la biodiversidad y deterioro de los servicios ecosistémicos contribuyen al deterioro de la calidad de vida y bienestar de las personas en términos de salud, seguridad alimentaria y vulnerabilidad [8].

El impacto de las actividades campesinas incluye la recolección de flora en forma de leña, hierbas medicinales y otros siendo estas actividades importantes en temas culturales y sociales por lo que no se cuestiona su sustentabilidad.

Cultivos de Papa y Cobertura del Suelo

El impacto que tienen los cultivos de papa sobre el la cobertura del suelo es significativa, debido a que su productividad se sustenta en el uso de plaguicidas organofosforados y carbamatos, lo cual puede contribuir a la disminución de la calidad del recurso hídrico, debido a que estos contaminantes pueden diluirse y por ende viajar a los principales cuerpos hídricos, además genera un impacto paisajístico, debido a la necesidad de deforestar para realizar siembra de papa, generando un impacto negativo en la fisonomía del páramo.

Plantaciones de Frutas Silvestres

Las frutas silvestres constituyen una oportunidad de negocio para los campesinos, ya que inicialmente estas plantas surgían naturalmente, hoy en día se establecen los periodos de cosecha para aprovechar al máximo el servicio que brinda el páramo, sin embargo, los pesticidas utilizados en los cultivos de papa han impactado estas plantas al punto de cambiar sus características fisionómicas.

Bienes y servicios ecosistémicos y ambientales en el Páramo de Chontales

En la mayoría de literatura los servicios ambientales y ecosistémicos tienen el mismo significado que se refiere al resultado de las funciones que lleva a cabo el medio natural, y que proveen los bienes y servi-

cios que satisfacen las necesidades humanas directa o indirectamente [9]. Sin embargo, para efectos de esta investigación se hace una aproximación más específica a la definición de servicios ecosistémicos y servicios ambientales; los primeros corresponden a las funciones biológicas, físicas y químicas dentro de los ecosistemas que sostienen la vida y el bienestar del ser humano [10]; los segundos, se refiere a un bien o servicio ecosistémico que primero debe pasar por algún proceso que requiere capital humano para su generación y disponibilidad para el ser humano [4].

El gráfico 1 muestra el análisis sistémico del Páramo de Chontales, el cual involucra una integración entre las visiones holística y reduccionista de los procesos que se desarrollan en este ecosistema. Se realizó siguiendo el enfoque por procesos, el cual involucra entradas, transformación de materia y energía y salidas, en este sentido,

tanto las entradas como las salidas se contemplaron a partir del modelo PER (Presión, Estado, Respuesta) propuesto por la OCDE¹, 1993. En las entradas se abarcaron los elementos naturales propios del ecosistema y del medio y las presiones que los actores sociales, en este caso población campesina, ejercen sobre el páramo. Las transformaciones al interior del sistema se abordaron desde las tres dimensiones que conforman el ambiente, ecológica, social y económica, a fin de comprender las interrelaciones que estas tienen sobre el ecosistema objeto de estudio, es por lo anterior, que en el punto de confluencia de las tres esferas se encuentra ubicado el estado del ecosistema, el cual se ve influenciado, ya sea de manera independiente y/o interconectada, por los factores que a su alrededor interactúan. Finalmente, todos los procesos del sistema se encuentran bajo el marco de la relación cultura naturaleza como principal factor determinante del estado del Páramo de Chontales.

Gráfico 1. Primera Aproximación sistémica del páramo de Chontales.



Fuente: elaboración propia, 2015;

La tabla 2 muestra el análisis de bienes y servicios ecosistémicos y ambientales en el páramo de Chontales a partir de la metodología propuesta por Goot 1992 y adaptada por Avellaneda 2015.

Tabla 2. Bienes y servicios ecosistémicos y ambientales en el páramo de Chontales.

BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y EN EL PÁRAMO DE CHONTALES											
Categoría del Servicio	Tipo del servicio	Servicios Ecosistémicos: Estructura Ecológica Principal							Servicios Ambientales: Infraestructura Ecológica		
		Bosque primario de Encenillo	Bosque natural de gran diversidad	Vegetación de pastos naturales	Vegetación de Frailejones	Cause Principal de la Quebrada Honda	Cause Principal de la Quebrada Desaguadero	Sistemas Casmóticos	Acueducto La Salvia	Viviendas campesinas	Sistemas productivos de Papa
Funciones de regulación	1. Regulación atmosférica	X	X	N/A	X	X	X	X	N/A	N/A	X
	2. Regulación climática	X	X	N/A	X	X	X	X	N/A	N/A	N/A
	3. Amortiguación de perturbaciones	X	X	X	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	4. Regulación hídrica	X	X	N/A	X	X	X	X	X	N/A	N/A
	5. Disponibilidad hídrica y/o suministro del recurso	X	X	N/A	X	X	X	X	X	N/A	N/A
Funciones de regulación	6. Sujeción del suelo	X	X	N/A	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
	7. Formación del suelo	X	X	N/A	X	N/A	N/A	X	X	N/A	X
	8. Regulación de nutrientes	X	X	X	X	N/A	N/A	X	X	N/A	X
	9. Proceso de residuos	X	X	N/A	X	X	X	X	N/A	N/A	N/A
	10. Polinización	X	X	X	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
	11. Control biológico	X	X	X	X	X	X	N/A	N/A	N/A	X
Funciones de Hábitat	12. Función de refugio	X	X	N/A	X	X	X	X	X	N/A	X
	13. Criadero	X	X	X	N/A	X	X	N/A	X	N/A	X
Funciones de producción	14. Comida	X	X	X	X	X	X	N/A	X	N/A	X
	15. Materias primas	X	X	X	N/A	X	X	X	X	N/A	X
	16. Recursos genéticos	X	X	N/A	X	X	X	X	X	N/A	X
	17. Recursos medicinales	X	X	X	X	X	X	N/A	X	N/A	X
	18. Elementos decorativos	X	X	N/A	N/A	N/A	N/A	X	N/A	X	N/A
Funciones de información	19. Información estética	X	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
	20. Función recreativa	X	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
	21. Información artística y cultural	X	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
	22. Información histórica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	23. Ciencia y educación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Funciones de sustrato	24. Vivienda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X	X	X
	25. Agricultura	N/A	N/A	N/A	N/A	X	X	N/A	X	N/A	X
	26. Conversión energética (energías renovables)	X	X	N/A	N/A	X	X	N/A	X	N/A	N/A
	27. Minería	X	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	28. Vertedero	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X	N/A	X
	29. Transporte	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X	N/A	N/A
	30. Facilidades turísticas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Adaptado de Groot-Avellaneda, 2015

Tabla 3. Rango de calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992

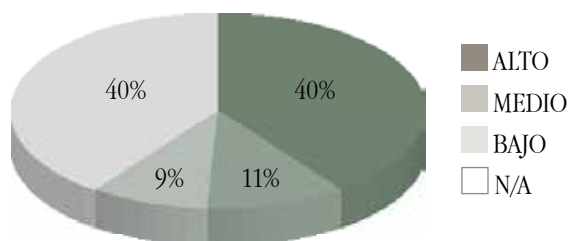
MEDIDA	COLOR
Alto	
Medio	
Bajo	
No aplica	N/A

Interpretación Estadística de la Matriz Groot-Avellaneda

Tabla 4. Calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992.

FUNCIÓN DE REGULACIÓN							
ALTO	44	MEDIO	12	BAJO	10	N/A	44
	40%		11%		9%		40%
							110

Gráfico 2. Función de regulación



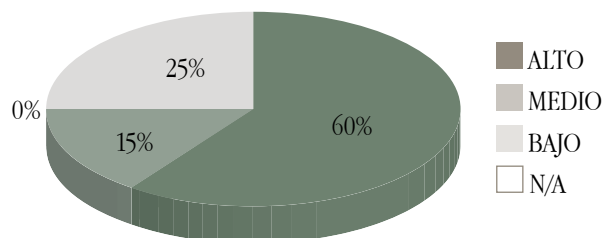
Fuente: elaboración propia, 2015

Como se muestra en el gráfico 2, la función de regulación es una de las más importantes en el Páramo de Chontales-municipio de Sotaquirá, ya que afecta algunas variables que inciden directamente en el estado de salud del ecosistema, tales como: temperatura, precipitación, reciclaje de nutrientes, purificación del aire y del agua entre otras. Cabe resaltar que el 40% denotado en la gráfica como “No Aplica” está relacionado con el análisis de los Servicios Ambientales dentro de la Infraestructura Ecológica –IE, los cuales, al tener intervención humana no se asocian como una función propia del ecosistema.

Tabla 5. Calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992.

FUNCIÓN DE HÁBITAT							
ALTO	12	MEDIO	3	BAJO	0	N/A	5
	60%		15%		0%		25%
							20

Gráfico 3. Función de hábitat.



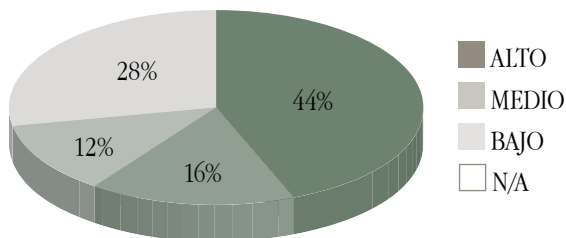
Fuente: elaboración propia, 2015

La función de hábitat permite garantizar de manera directa la permanencia de la fauna en la zona como aporte a la biodiversidad del territorio, proveyendo de refugio y hábitats adecuados para su reproducción, en el gráfico 3 se hace evidente la importancia de esta función en el Páramo de Chontales, presentando un 60% de importancia alta.

Tabla 6. Calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992.

FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN							
ALTO	41	MEDIO	4	BAJO	2	N/A	3
	22	8	6	14			50
	44%	16%	12%	28%			

Gráfico 4. Función de producción



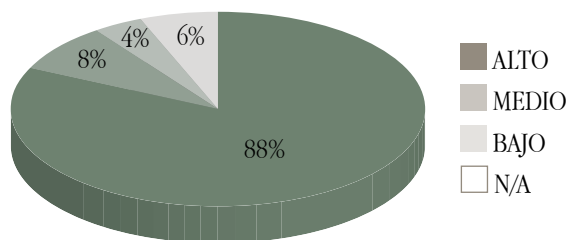
Fuente: elaboración propia, 2015

La función de producción es una de los servicios ecosistémicos más importantes debido a que se garantiza el suministro de alimentos, tanto para el ser humano como para otras especies, además de lo anterior, esta función determina el nivel de explotación que se puede realizar en el sistema natural sin comprometer la prestación de otros Servicios Ecosistémicos. Como se muestra en el gráfico 4, esta función en el Páramo de Chontales presenta un 44% de importancia catalogándola como alta. Es importante mencionar que en la zona existe un potencial alto de materias primas representado en material genético y evolución en animales y plantas silvestres, lo que mejora de los cultivos frente a pestes y agentes patógenos, medicinas y otras drogas, entre otros.

Tabla 7. Calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992.

FUNCIÓN DE INFORMACIÓN							
ALTO	41	MEDIO	4	BAJO	2	N/A	3
	82%	8%	4%	6%			50

Gráfico 5. Función de información



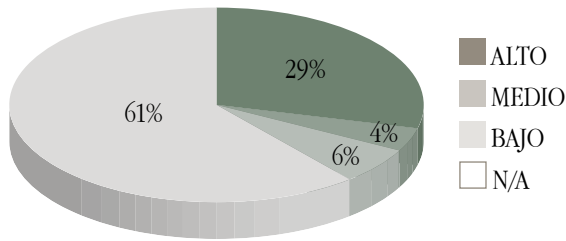
Fuente: elaboración propia, 2015

Como se muestra en el gráfico 5, la función de información presenta un gran potencial (82%) principalmente en aspectos pedagógicos y de sensibilización, debido a la ubicación estratégica del Páramo de Chontales, en donde confluyen el páramo propiamente dicho y el bosque alto andino, ecosistemas fundamentales en la retención y protección del agua. Por otra parte, el ecosistema presenta un alto potencial para el desarrollo de turismo de naturaleza como una oportunidad de emprendimiento sostenible local. Este territorio es considerado como un referente histórico de las luchas agrarias que han ayudado en mantener estos ecosistemas fuera de la guerra latifundista. En la valoración se hace evidente la potencialidad de la zona con un 82% aptitud alta.

Tabla 8. Calificación de importancia de las zonas con respecto a las funciones y servicios ecosistémicos propuestos por Groot, 1992.

FUNCIÓN DE SUSTRATO							
ALTO	20	MEDIO	3	BAJO	4	N/A	43
	29%	4%	6%	61%			70

Gráfico 6. Función de sustrato.



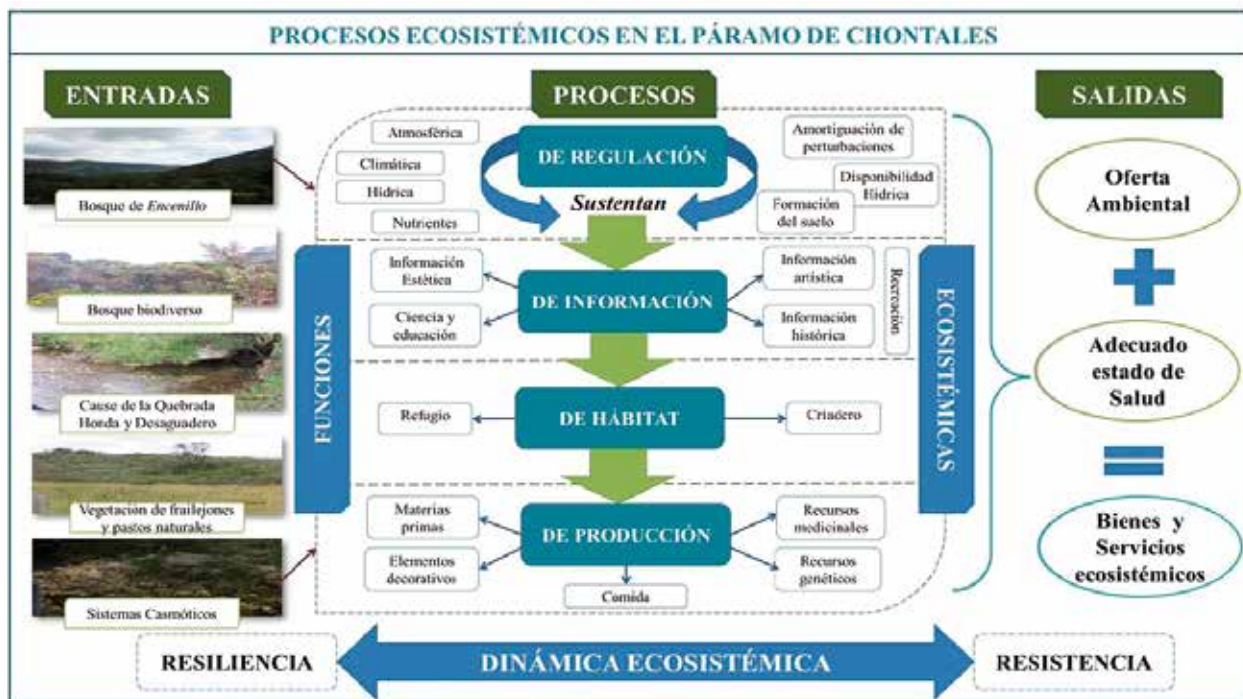
Fuente: elaboración propia, 2015

Como se muestra en el gráfico 6, la función de sustrato no presenta una relevancia significativa en el Páramo de Chontales con un porcentaje de 61% para servicios ecosistémicos como vivienda, minería, vertedero y transporte. No es apto para la producción hidroeléctrica en el cauce principal de la Quebrada Desaguadero, ni en la Quebrada Honda con un 6% de potencialidad. Cabe resaltar que la potencialidad más alta es apenas de un 29% de aptitud principalmente en facilidades turísticas.

Se resalta la potencialidad de conversión de energía eólica en la zona.

El gráfico 7, muestra una aproximación a los procesos que se dan dentro del páramo de Chontales, los cuales, como se mencionó anteriormente, fueron abordados desde la perspectiva de las funciones ecosistémicas que este presta, en este contexto se identificaron como procesos ecológicos dinámicos, las funciones de regulación, información, hábitat y producción; a su vez cada una cuenta con actividades específicas que permiten la prestación de servicios ecosistémicos, entre estas se encuentran, regulación climática, atmosférica, hídrica y de nutrientes, amortiguación de perturbaciones, formación del suelo, provisión de información artística, estética, ciencia y educación, provisión de refugio y criadero, así como disponibilidad de materia prima, recursos genéticos y demás componentes de los procesos identificados que permiten tener una visión de los elementos de las actividades que interactúan con el medio ambiente y su potencialidad para generar impactos ambientales significativos.

Gráfico 7. Segunda aproximación sistémica al páramo de Chontales: Servicios ecosistémicos



Fuente: elaboración propia, 2015.

Valoración del capital natural del páramo de chontales

Dentro de la función de regulación, la importancia hidrológica de los páramos radica en el gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, aspecto que los cataloga como ecosistemas estratégicos. En el páramo, el agua lluvia se convierte en potable al filtrarse a cierta profundidad, sufriendo modificaciones, este proceso del agua freática se constituye en el tesoro del que dispone el hombre, en los pisos altitudinales inferiores. Debido a las características de los suelos de los páramos de Colombia, constituidos en su mayoría por turberas, están estrechamente relacionados con el ciclo hidrológico, ya que las grandes turbas con gran espesor de suelo orgánico saturado, constituyen una esponja en donde el agua es adherida y filtrada, hasta formar ríos, producto de la liberación lenta del agua, además de la recarga y descarga de acuíferos Guhl (1982), describe el proceso del agua lluvia en los páramos desde que cae y se mezcla con diversas sustancias en la capa de humus del suelo, sustancias que van perdiendo en el proceso de infiltración hasta llegar al piso inferior del suelo, donde el agua lluvia es limpia, a pesar de contar con una carga de minerales; luego pasa a formar parte del subsuelo y de esta manera el páramo se comporta como regulador del ciclo hidrológico [11].

En cuanto a la regulación climática, el páramo de Chontales, los subsistemas de bosque primario de Encenillo y el bosque natural de gran diversidad, representan componentes de la estructura ecológica principal fundamentales para regulación climática, ya que presentan un gran potencial de acumulación de carbono, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático. Específicamente el pequeño tamaño de las hojas de los árboles de Encenillo, especie vegetal predominante en el páramo, favorece a su capacidad de captación de agua y de CO₂, en este contexto, cabe mencionar que la cantidad total de carbono almacenada por hectárea de páramo puede ser mayor que la de la selva tropical. En cuanto a la regulación atmosférica las turberas del páramo también acumulan carbono, cumpliendo así, una función importante de regulación bioquímica, con gran relevancia para la atenuación del efecto invernadero acelerado por la actividad humana [12].

Dentro de las fluctuaciones térmicas que se presentan en los páramos, la oscilación circadiana hace que las especies biológicas de este ecosistema regulen funciones vitales producto de la adaptación a los fuertes e intermitentes cambios de los factores ambientes, relacionados con el intercambio de los gases entre la atmósfera, regulación del potencial hídrico del suelo y demás aspectos producto de dicho comportamiento ecológico. Estas variaciones momentáneas regulan el potencial hídrico del suelo, especialmente en las épocas de menor precipitación del año en donde se presenta mayor variación de las intensidades de transpiración y conductancia como consecuencia de los cambios de radiación global, humedad relativa del ambiente, temperatura del aire y dirección y velocidad de los vientos [13].

La vegetación de bosque primario del Páramo de Chontales, representa un componente estratégico para la amortiguación de perturbaciones, relacionadas específicamente con los efectos del cambio climático, ya que, como se ha mencionado anteriormente, la enorme cantidad de carbono que se retiene en este ecosistema disminuye el impacto del efecto invernadero, por otra parte, la localización de estos ecosistemas de alta montaña hace que en ascensos asociados a un calentamiento se genere una reducción del área y una disminución de la diversidad biológica que estos ecosistemas albergan [14].

El bosque natural biodiverso ubicado en el interior del páramo de Chontales presenta altas funciones de producción en cuanto a servicios medicinales y genéticos, ya que sus especies de flora silvestre tienen potencial de aprovechamiento humano y por parte de las especies biológicas de la zona. El conjunto de componentes de la estructura ecológica principal identificados para el páramo de Chontales proporcionan una alta oportunidad para el turismo ecológico, educación, información artística, cultural e histórica y demás servicios de información que hacen de este territorio un espacio en donde confluye lo ecológico con lo social para el enriquecimiento cultural, hecho que se evidencia en los importantes movimientos colectivos que la población campesina de la zona ha desarrollado en torno a la conservación de los servicios ecosistémicos que el páramo presta y su transformación sostenible a servicios ambientales.

El páramo de Chontales puede considerarse como una estrella fluvial, conformada por los ríos Bagre, Aven-

daño, Huertas, Palermo, Quebrada Honda, Quebrada Desaguadero y río Sotaquirá, debido a esto presenta un alto potencial de disponibilidad hídrica expresada en fuentes de agua para consumo humano. En cuanto a la sujeción y la formación del suelo, la densa vegetación de bosque primario con un alto estado de salud hace que se garanticen procesos de prevención de la erosión, control del balance sedimentario y mantenimiento de la productividad natural de este recurso. El bajo nivel de intervención antrópica en el páramo de Chontales, hace de este ecosistema un conjunto de elementos que interactúan a partir de la regulación de ciclos biogeoquímicos, sumidero de carbono y demás funciones de regulación que propenden por la detoxificación y control de la contaminación manifestada en el adecuado estado de la calidad del aire de la zona, además de esto su estado de conservación, permite que se desarrollen con una prioridad alta las funciones de hábitat, referentes al mantenimiento de la biodiversidad como funciones de refugio y criadero.

El páramo de Chontales, al ser un sistema natural poco estudiado en Colombia, en su conjunto presenta un alto potencial de funciones de información, tales como estética, recreativa, artística y cultural, histórica y de ciencia y educación, en donde sus los componentes de su Estructura Ecológica Principal, cobran protagonismo y ofrecen oportunidades de desarrollo cognitivo, disfrute paisajístico, ecoturismo, uso de la naturaleza con fin de históricos y en conclusión, es un ecosistema propicio para el desarrollo de la educación ambiental, tomado a la naturaleza como principal fuente de conocimiento.

En términos de funciones de sustrato, la vivienda y la agricultura se catalogaron con el nivel de calificación no aplica, ya que se coincide que el impacto del uso de plaguicidas organofosforados y carbamatos en los sistemas productivos de papa, causan importantes alteraciones sobre el ciclo hidrológico, la oferta natural de agua y la disminución de los recursos de la biodiversidad [2]. Por otra parte, la minera en el sistema natural objeto de análisis, presenta un alto potencial de explotación, sin embargo, se le asignó la categoría no aplica, ya que esta actividad económica altera la estabilidad del ecosistema

y de todos los procesos vitales y prestación de servicios ecosistémicos y ambientales que el páramo de Chontales representa. Como componente de la EEP del páramo de Chontales, los pastos naturales representan una pequeña proporción de la vegetación, es por esto que a los servicios potenciales de regulación de nutrientes, polinización y control biológico, dentro de las funciones de regulación, así como al servicio de criadero como función de hábitat, se le asignó un nivel medio, sin embargo su importancia dentro del capital natural analizado de manera individual es alta. Su relación de proporción con el área de estudio hace que su consideración dentro de los servicios ecosistémicos no presente mayor relevancia.

La vegetación de frailejones en el páramo de Chontales se localiza de manera dispersa y con baja proporción a lo largo del territorio, es por esta razón que se le asignó una categoría de potencial medio a los servicios de regulación atmosférica, climática, hídrica, y de nutrientes, así como de sujeción y formación del suelo dentro de las funciones de regulación, siendo éstas las más significativas de este componente. Al igual que la vegetación de pastos naturales la baja extensión de espeletias no presenta ningún servicio de sustrato ya que su nicho ecológico no es compatible con servicios de vivienda, minería, agricultura, vertedero y transporte. En cuanto a funciones de información presenta un alto potencial de servicios de información histórica y de ciencia y educación, sin embargo, por su poca extensión se le asignó una valoración media.

Bioclimáticamente el ecosistema de páramo se caracteriza por condiciones ambientales extremas y con gran influencia biológica, baja presión atmosférica, escasa densidad de aire, baja temperatura media pero alta de aire, además de esto, las vertientes de la cordillera oriental de sotavento (lado opuesto de la dirección de donde sopla el viento) hacen que el páramo de Chontales ubicado entre los departamentos de Boyacá y Santander, en las inmediaciones de la cordillera oriental, presente una clasificación bioclimática como seco a semihúmedo [12], este tipo de patrones ambientales hace que en esta zona sea rica en cuanto al componente hidrológico se refiere, sumado a esto, la el comportamiento uniforme de la escorrentía

a lo largo del año, hace que los cuerpos hídricos de los páramos sean un importante reservorio de agua [12].

En la tabla 2 se puede apreciar que el Acueducto La Salvia presta la mayoría de los servicios ambientales con alto potencial, cabe resaltar los servicios de regulación hídrica, criadero, recursos genéticos y transporte presenta un potencial medio y como bajo los recursos medicinales, exceptuando los de regulación atmosférica, regulación climática, amortiguación de perturbaciones, sujeción del suelo, proceso de residuos, polinización, control biológico, elementos decorativos y de minería, ya que estos no aplican en esta Infraestructura Ecosistémica, debido a su pertinencia. Con relación a las viviendas campesinas, estas ofrecen los servicios ambientales de elementos decorativos, información estética, función recreativa, información artístico y cultural, información histórica, ciencia y educación además de vivienda y posibles facilidades turísticas, ya que al igual que el Acueducto no presenta pertinencia en los demás ítems de Infraestructura Ecológica.

Actualmente los páramos son ecosistemas utilizados para el cultivo de papa como servicio ambiental, comprometiendo los servicios ecosistémicos. En el páramo los servicios diferentes a los de conservación deberían ser prohibidos y ser utilizado para beneficio general, lastimosamente no es posible realizar esta prohibición ya que el sustento de la población campesina está ligado a cultivos de subsistencia y no de protección creando un conflicto entre el uso del suelo y su vocación. Las características de los suelos de páramo, con alto contenido de materia orgánica correspondiente a la clasificación taxonómica de tipo Andosol, en donde las bajas temperaturas generan que su grado de descomposición sea baja, favoreciendo así, la instalación de sistemas agrícolas con predominio de papa. [15].

En los páramos se dan impactos a escala global y local, los primeros hacen referencia a efectos ambientales incontrolables por la población local que influye en el estado de salud del ecosistema, los segundos son producto de la intervención de la población de la zona como medio de sustento económico, entre estos se encuentra los sistemas agrícolas productivos y las actividades ganaderas en gran proporción, sin embargo en Colombia se

ha presentado como un impacto global la explotación minera por parte de transnacionales.

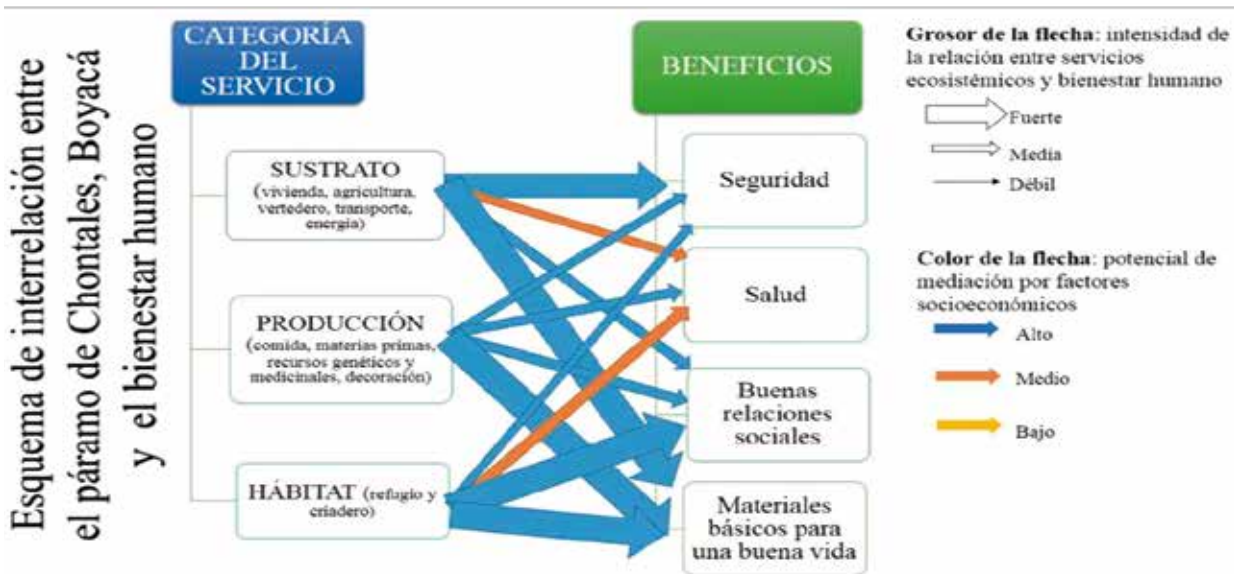
El páramo de Chontales ha sido afectado principalmente por el uso incontrolado de plaguicidas organofosforados y carbamatos en cultivos de papa en donde predomina dimetoato, carbofuran, diazinon, azinfos metyl, metil palation y metamidofos. El humedal localizado en la zona de El Pozo presenta problemáticas debido a la toxicidad ecosistémica e impacto ambiental producto del uso de este tipo de sustancias químicas, sus aguas son utilizadas para ganado, riego de cultivos y pesca de truchas, generando así alto riesgo para la salud humana, por otra parte, aguas abajo del humedal El Pozo, se forma la quebrada El Desaguadero, la cual surte al acueducto La Salvia, esta no presenta riesgo para consumo humano.

El establecimiento de cultivos de papa en los páramos como uno de los principales servicios ambientales que presta este tipo de ecosistema ha contribuido de manera importante la alteración de los ciclos hidrológicos, la oferta natural de agua y la disminución de los recursos de la biodiversidad. El uso indiscriminado de los plaguicidas conocido como un ecocidio favorece la pérdida de innumerables costumbres campesinas en el uso de la tierra, las cuales provenían de herencia indígena, por otra parte para el cultivo de la papa ha sido necesario drenar algunas fuentes hídricas así como barbechar, bosque y matorrales, sumado a esto las quemadas de frailejones y otras especies de plantas pueden ocasionar que las quebradas que nacen en estos ecosistemas disminuyan sus caudales y en muchos casos desaparezcan.

Análisis conceptual sobre la importancia e intensidad de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano en el páramo de chontales

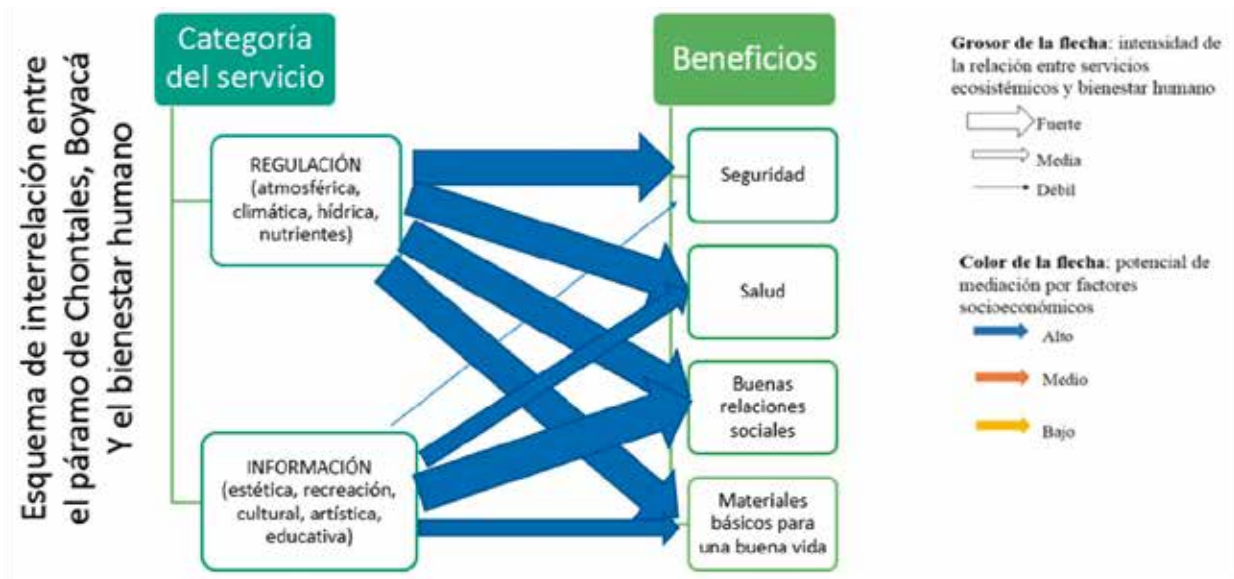
Los siguientes esquemas pretenden mostrar la interrelación entre los ecosistemas y el bienestar humano, a través de los servicios ecosistémicos. El grosor de las flechas representa la intensidad de la relación entre servicios Ecosistémicos y el bienestar humano, y su color el potencial de mediación por factores socioeconómicos.

Gráfico 8. Esquema de relación entre los ecosistemas y el bienestar humano.



Fuente: Adaptado de (Documento bases conceptuales de servicios ecosistémicos de la Fundación Natura).

Gráfico 9. Esquema de relación entre los ecosistemas y el bienestar humano



Fuente Adaptado de Documento bases conceptuales de servicios ecosistémicos de la Fundación Natura.

Análisis de las Fuerzas Motrices

La tabla 9 muestra las fuerzas motrices que ejercen presiones sobre los bienes y servicios ecosistémicos y los componentes de la EEP en el páramo de Chontales, se

realizó por medio del método DPIRS, Fuerzas Motrices (D), Presiones (P), Impacto (I), Respuesta (R), con el fin de identificar los puntos de sobre los cuales se requiere una planificación ambiental inmediata, así como los instrumentos para su ejecución.

Tabla 9. Matriz DPIRS

FUERZAS MOTRICES (D)	PRESIONES (P)	ESTADO (S)	IMPACTO (I)	RESPUESTAS (R)
Sistemas productivos de papa	Deforestación y remoción de coberturas vegetales; pérdida de biodiversidad	El páramo de Chontales se encuentra localizado al occidente de la Cordillera Oriental en el departamento de Boyacá, limitando al norte con el municipio de Gámbita, Santander, al sur oriente con el municipio de Paipa y al sur occidente con Sotaquirá. La importancia de este ecosistema radica en los diferentes servicios que presta a la comunidad como la regulación y disponibilidad hídrica y es allí donde nacen las quebradas Honda y Desaguadero de las que se abastecen la comunidad aledaña al páramo y que a su vez forman el río Sotaquirá y este al Chicamocha. La vegetación nativa como el bosque de Encenillo, el bosque biodiverso y los frailejones prestan servicios de regulación atmosférica, hídrica y captación de CO ² . Sin embargo la cobertura vegetal del páramo se ve afectada en pequeña medida debido a los sistemas productivos de papa principalmente, como base económica de los campesinos del lugar. A pesar de esto la población campesina es consciente de la importancia de los servicios y estructuras que forman parte del páramo y por ende ha mantenido en adecuado estado a este ecosistema.	Pérdida de la cobertura vegetal nativa del sitio, además de contaminación de los cuerpos hídricos	Tipo 1. Controlar las acciones desarrolladas por los campesinos para que no se continúe expandiendo la frontera agrícola, por medio de acciones compensatorias en términos de pago por servicios ecosistémicos.
Ganadería	Sobre pastoreo		Compactación de suelos que impide la infiltración del agua, como consecuencia de esto los acuíferos se secan y la disponibilidad de agua disminuye además, se compromete el transporte de nutrientes. Pérdida de la cobertura vegetal del suelo. Contaminación de los cuerpos hídricos.	Tipo 1. Fomentar las buenas practicas ganaderas, proponer pago por servicios ambientales en el páramo con el fin de mitigar los impactos por ganadería en el suelo y agua
Facilidades Turísticas/ Función recreativa	Tránsito frecuente de un gran volumen de personas y generación de nuevas fuentes de contaminación como residuos sólidos y vertimientos.		Reducción del atractivo del Páramo en su belleza paisajística. Pérdidas en temas de biodiversidad en fauna y flora representativa.	Tipo 1. Implementar prácticas de educación ambiental para las personas que ingresen al Páramo, con el fin de realizar actividades recreativas amigables con los ecosistemas, generando el mínimo impacto posible. Incluir senderos ecológicos para los visitantes para limitar las áreas más vulnerables del páramo. Delimitar zonas dependiendo del tipo de recreación que se desee realizar en el área correspondiente al páramo. Incorporar los lineamientos establecidos en la Política para el desarrollo del Ecoturismo elaborada por los ministerios de Comercio, Industria y Turismo; y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2003.
Suministro del recurso hídrico/ Acueducto La Salvia	Captación de volúmenes importantes de agua de la quebrada Honda		La construcción del acueducto comunitario La Salvia, genera un impacto positivo sobre la población cumpliendo una función de abastecimiento del recurso hídrico a las	Tipo 3. Realizar actividades de educación ambiental que fortalezcan la apropiación cultural del territorio, en torno a la conservación del recurso

FUERZAS MOTRICES (D)	PRESIONES (P)	ESTADO (S)	IMPACTO (I)	RESPUESTAS (R)
			<p>veredas de La Bolsa, Volcán, Río Arriba, Mirabal, Marcura, Sativa y algunos pobladores de Soconuca de Blancos, provee del recurso a 455 usuarios, 515 conexiones, 432 viviendas y a 1728 pobladores. En cuanto a impactos negativos se produce la disminución de la oferta hídrica. Desregulación de los sistemas ecológicos asociados al recurso hídrico. Alteración del ciclo hidrológico.</p>	<p>hídrico por parte de los habitantes y consumidores del acueducto La Salvia, ya que del estado de conservación y preservación de los predios que hacen parte de la cuenca abastecedora del acueducto, depende el suministro de agua potable para sus pobladores. Además, las autoridades ambientales locales y las demás autoridades regionales, departamentales y nacionales deben otorgar reconocimiento a los líderes que han hecho posible que el acueducto no este deteriorado ni intervenido por actividades antrópicas que comprometan el agua potable para los habitantes. Desarrollar proyectos de zonificación ambiental para la conservación de la parte alta de la cuenca abastecedora</p>
Viviendas campesinas	<p>Debido al aumento del volumen demográfico en la zona se produce el cambio de uso del suelo, generación de nuevas fuentes de contaminación como residuos sólidos y vertimientos</p>		<p>Fragmentación del hábitat, desbalance de los Servicios Ecosistémicos. Pérdida de cobertura vegetal nativa y de biodiversidad.</p>	<p>Tipo 1. Fomentar e implementar prácticas de educación ambiental para que los campesinos estén informados en el tema de la relación cultura-naturaleza y los desequilibrios que las actividades que se realizan a sus alrededores pueden causar. Delimitar zonas de frontera agrícola desentendiendo del tipo de sistema productivo que se realice en el área (Agrícolas, ganaderos, floricultores, etc).</p>
Conversión energética (energía eólica)	<p>Cambio de uso del suelo</p>		<p>Pérdida de cobertura vegetal. Remoción de suelo. Generación de ruido</p>	<p>Tipo 1. Es preciso tener una adecuada planeación para la construcción de generadores eólicos, identificando los posibles impactos que pueden generar al ecosistema y a la comunidad y la forma de mitigarlos, corregirlos y/o compensarlos.</p>
Minería	<p>Presión en la regulación atmosférica, climática, hídrica, nutrientes y cambios en el uso del suelo.</p>		<p>Pérdida de cobertura vegetal, como lo es la vegetación alta andina, la cual regula la calidad del aire, además mantiene un clima adecuado en términos de precipitación y temperatura, su pérdida ocasiona efectos negativos en la salud de la población y en los sectores agrícolas. Disminución de la cantidad y calidad del agua, ocasionando perturbaciones en el drenaje e irrigación natural. Pérdida de suelo por excavaciones, generando una reducción en la biodiversidad de los ecosistemas estratégicos, lo cual a su vez restringe el almacenamiento y reciclaje de nutrientes. Generación de partículas en suspensión que alteran la calidad del aire.</p>	<p>Tipo 1. Restringir cualquier tipo de actividad minera en el páramo de Chontales, dando cumplimiento a lo establecido en la normativa colombiana por medio de la Ley 1382 del año 2010, la cual reformó el Código de Minas, esta ley introduce la prohibición de cualquier actividad minera en zonas como los páramos.</p>

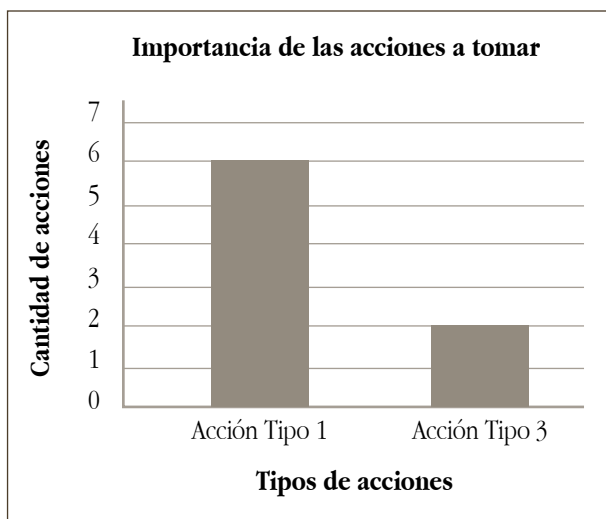
FUERZAS MOTRICES (D)	PRESIONES (P)	ESTADO (S)	IMPACTO (I)	RESPUESTAS (R)
Prospecciones biológicas	Presión sobre la fauna y flora ya sea nativa, endémica y tal vez inexplorada y sobre los recursos principalmente del bosque primario.		Pérdida de biodiversidad, migración de especies, alteración de los ciclos bio-geoquímicos del ecosistema, malas prácticas de extracción de información, aparición de transnacionales, alteración visual del paisaje.	Tipo 3. Controlar los accesos de la información a compañías e instituciones extranjeras, ya que podría volverse un saqueo de información sin ningún beneficio para el país y principalmente para la población local. Capacitar a la población campesina acerca de la importancia del valor de los Servicios Ecosistémicos y en especial de la biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 10. Tipos de respuesta en la metodología de evaluación de DPIRS.

TIPO DE RESPUESTA	ELEMENTO SOBRE EL QUE APLICA
Tipo 1	Fuerza Motriz
Tipo 2	Presión
Tipo 3	Estado
Tipo 4	Impacto

Gráfico 10. Distribución de la importancia de las acciones de planificación a tomar



Fuente: Elaboración propia, 2015

El gráfico 10 muestra la distribución de las acciones que componen la propuesta de planificación ambiental para el páramo de Chontales, dichas medidas están enfocadas hacia las fuerzas motrices con una mayor frecuencia

(barra verde), las cuales comprometen el estado de salud del ecosistema, así como la armonía que existe entre la conservación ambiental y el desarrollo sostenible del territorio. Así mismo, las acciones tipo 3, es decir aquellas que se fundamentan en las alteraciones que las fuerzas motrices puedan desencadenar sobre el estado de los componentes de la EEP, aunque en menor proporción (barra azul), son de gran importancia, ya que partiendo de la condición de naturalidad y de regulación del páramo de Chontales, así como su estado de soporte de los servicios ecosistémicos y la oferta ambiental, las alteraciones que sobre estas condiciones se realicen traen repercusiones que son visibles a futuro o que tiene un alto potencial de generar impactos significativos, por lo que ejecutar acciones de planificación sobre el estado permite que este tenga la capacidad de autorregularse y no perder su singularidad.

Análisis de sensibilidad en el páramo de Chontales

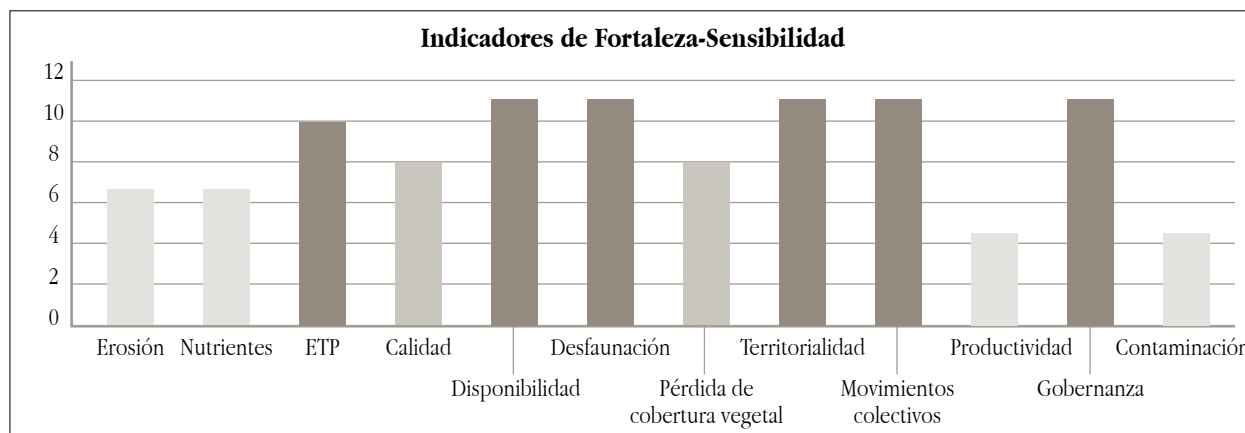
La tabla 11 los gráficos 11 y 12 muestran el grado de sensibilidad del Páramo de Chontales. El análisis de esta variable permite determinar el estado de los indicadores de fortaleza-sensibilidad sobre los bienes y servicios ecosistémicos y los componentes principales de la EEP en el páramo.

Tabla 11. Análisis de sensibilidad en el Páramo de Chontales.

Componente	Variable	Indicador	Funcionamiento ecológico (2)	Resiliencia (4)	Estructura ecológica (2)	Conexiones (3)	TOTAL
Suelo	Estabilidad	Erosión	1	2	1	1,5	5,5
	Fertilidad	Nutrientes	2	2	0,5	1	5,5
Agua	Ciclo Hidrológico	Evaporación	2	3	2	3	10
	Estado	Calidad	1	3	1,5	2,5	8
	Oferta Hídrica	Disponibilidad	2	4	2	3	11
Biodiversidad	Fauna	Desfaunación	2	4	2	3	11
	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	1	3	1,5	2,5	8
Socioeconómico y cultural	Identidad-pertenencia	Territorialidad	2	4	2	3	11
	Colectividad	Movimientos colectivos	2	4	2	3	11
	Actividad económica	Productividad	1	2	0,5	1	4,5
	Apropiación del territorio	Gobernanza	2	4	2	3	11
Atmosférico	Calidad del aire	Contaminación	1	2	1,5	1	5,5
Total			9,5	9,25	9,25	9,17	

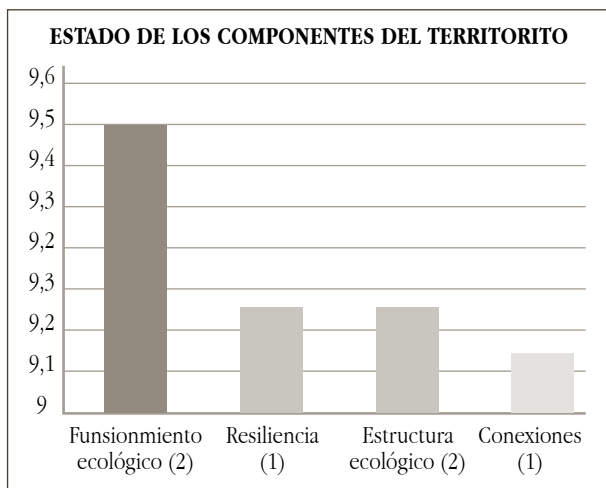
Fuente: Elaboración propia, 2015

Gráfico 11. Indicadores de Fortaleza-Sensibilidad



Fuente: Elaboración propia, 2015

Gráfico 12. Estado de los componentes del territorio.



Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 12. Categoría de sensibilidad.

	Indicadores graves
	Indicadores Críticos
	Indicadores en buen estado

Fuente: Elaboración propia, 2015

Con base en los resultados arrojados por la valoración de la matriz de sensibilidad, se evidencia que los componentes más sensibles a la expansión de la frontera agrícola son el componente suelo, el socioeconómico y cultural y el atmosférico, dentro de los cuales poseen los Indicadores de Fortaleza-Sensibilidad más bajos frente a los demás ya que estos son los de más relevancia para el sistema porque estos son los más graves, puntualmente estos son la erosión, los nutrientes, la productividad y la contaminación del aire respectivamente, debido principalmente por la contaminación por plaguicidas y la tala de bosques para conversión de suelos para agricultura y ganadería, lo cual puede llegar a afectar la Estructura Ecológica Principal y así mismo la Resiliencia y las Conexiones, aun cuando el Funcionamiento ecológico puede estar en buen estado.

Los componentes medianamente sensibles son el agua y la biodiversidad, debido a que poseen indicadores de cuidado y son críticos para el sostenimiento del sistema,

con indicadores de Calidad y de pérdida de cobertura vegetal correspondientemente; adicionalmente este tipo de prácticas como el cambio de uso del suelo, principalmente para el establecimiento de monocultivos rompen el tejido social por la búsqueda de beneficios particulares e individualistas. Con más baja sensibilidad se encuentran los componentes agua y socioeconómico y cultural con los correspondientes indicadores de ETP, disponibilidad para el primer componente, territorialidad, movimientos colectivos y gobernanza para el segundo.

El estado de los componentes del territorio (Ecosistemas de Alta Montaña Andina) que presentan un estado grave frente a los demás componentes son las conexiones, las cuales se pueden entender debido al estado de los componentes como la resiliencia y la estructura ecológica, ya que estos se ven directamente relacionados con el funcionamiento ecológico en última media, el cual es el de mejor estado en general.

A partir del análisis de la presente matriz se puede evidenciar que la expansión de la frontera agrícola y ganadera de manera descontrolada, afectaría en gran medida los Servicios Ecosistémicos y Ambientales estratégicos que presta el Páramo de Chontales, y una posible alteración de las dinámicas municipales e incluso regionales debido a la ubicación de del páramo, por lo tanto esta información es una base de información de gran importancia, por medio de la cual se puede realizar una evaluación de los bienes y servicios ambientales a priorizar, de acuerdo a los que tengan relación directa con los componentes e indicadores más sensibles y de esta manera generar herramientas para garantizar la protección de dichos bienes y servicios que provee la naturaleza, los cuales son fundamentales en el desarrollo de la región.

Análisis de actores

Partiendo de la premisa propuesta por Gell-Mann, 1995, quien afirma que tanto los sistemas naturales como los sistemas sociales pueden ser entendidos como sistemas complejos adaptativos y como tales requieren una visión sistémica para su comprensión [16] y en aras de buscar la sostenibilidad del territorio, el análisis de actores permite establecer el grado en el que las fuerzas motrices identificadas en el páramo de Chontales comprometen el estado de salud del ecosistema, el cual depende de su actividad

y la capacidad del mismo de mantener su organización y autonomía en el tiempo, así como la resiliencia al estrés.

Con el objetivo de estructurar una propuesta de planificación ambiental estratégica para el territorio comprendido por el páramo de Chontales, el análisis de los actores que allí interactúan representa uno de los componentes clave que permitirán dar solución a las diferentes problemáticas ambientales identificadas en este ecosistema. Es preciso aclarar que en el Páramo de Chontales, los movimientos colectivos que se han estructurado suponen un éxito para las estrategias que aquí se presentan, puesto que permiten cerrar la brecha que existe entre el interés individual de aprovechar los sistemas naturales para el beneficio directo e indirecto y el interés colectivo de mantener la posibilidad en el tiempo y el espacio de que estos ecosistemas naturales produzcan los bienes y servicios que generan para otros.

A continuación se presentan las matrices de relación de actores en torno al principal conflicto socio-ambiental identificado en el territorio: la expansión de la frontera agropecuaria.

Tabla 13. Identificación y definición precisa del conflicto ambiental (real o potencial)

MATRIZ 1. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN PRECISA DEL CONFLICTO AMBIENTAL (REAL O POTENCIAL)					
Conflicto identificado: Expansión de la frontera agropecuaria en el páramo de Chontales					
CRITERIOS	1	2	3	4	5
Importancia económica y cultural para la región					
Recurso natural usado					
Cobertura espacial					
Tipo de actores presentes					
Riesgos					
Posibilidad de Manejo					

Fuente: Elaboración propia, 2015.

A partir de lo observado en campo, se identificó como principal conflicto ambiental en el páramo de Chontales la expansión de la frontera agropecuaria, este problema se cataloga como crítico, puesto que se genera como consecuencia de otros, entre los que se destacan el uso indiscriminado de plaguicidas organofosforados y carbamatos en los sistemas productivos de papa y la ganadería extensiva que se desarrolla en la parte baja del páramo. Tanto la actividad agrícola como ganadera representan un nivel de importancia económico y cultural significativo para los actores sociales del territorio, dado que cierta proporción de la población depende de la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, para su sustento. Los sistemas productivos de papa en el páramo de Chontales abastecen de materia prima a la empresa de papas fritas Frito Lay, en cuanto a la actividad ganadera, esta es de tipo semiestabulada en donde se produce una mayor productividad por unidad de área, esta última podría llegar a ser extensiva compactando aún más los suelos paramunos.

Se evidencia una utilización significativa del agua y el suelo como principales componentes de la EEP afectados por el conflicto ambiental identificado, perturbando así, la zona de nacimiento de la quebrada Desaguadero, afluente de Río Sotaquirá que a su vez vierte sus aguas al río Chicamocha y que además abastece de agua potable a las veredas de la Bolsa, Volcán, río Arriba, Mirabal, Marcura, Sativa y algunos pobladores de Soconuca de Blancos a través del acueducto municipal La Salvia, además de esto la calidad del recurso hídrico se ve deteriorada, ya que se han detectado plaguicidas catalogados por la FAO como sustancias prohibidas o severamente restringidas en varios países. Por su parte, la ganadería ha ocasionado compactación de los suelos paramunos, debido a que el pastoreo del ganado aumenta el endurecimiento de los suelos y la permeabilidad de los mismos, aumentando así su impermeabilidad, aspecto que genera una alteración sobre el ciclo normal de las aguas que naturalmente fluyen a través de ellos hacia la zona de recarga hídrica [17].

En cuanto a la cobertura espacial, se observó un aumento en la penetración de actividades agrícolas y ganaderas en zonas de páramo y parte del bosque alto andino de *Encenillo* con sistemas productivos de papa a alturas superiores a 3300 msnm advirtiéndose una amenaza real sobre el ecosistema de páramo de continuar esta

tendencia. La población campesina del páramo se ha organizado bajo un modelo de gobernanza en donde prima el movimiento colectivo sobre los intereses individuales, en este sentido, se ha mantenido el estado de salud del recurso hídrico, pese a la alteración de sus propiedades físicas y microbiológicas a causa de la llegada de residuos químicos de pesticidas en el agua de escorrentía. Se identifican 3 territorialidades como principales modelos de apropiación en el páramo de Chontales, por una parte, la actividad ganadera, seguida de la agricultura y finalmente un ecosistema conservado producto de la colectividad campesina. Se observa poca institucionalidad en la región, debido a la ausencia del estado bajo la figura de la autoridad ambiental, pese a esto, el ecosistema presenta un buen estado de salud, lo que supone que la colectividad ha superado lo público, que ha sido intervenido por el estado, debido a esto se concluye que se presenta una ausencia de actores institucionales, tales como la academia como ente guía y orientador en el camino hacia la sostenibilidad del territorio. Como principal

riesgo hacia el ecosistema, se identifica el aumento en el uso de plaguicidas y herbicidas, sin ningún control por parte de la autoridad ambiental. Así mismo, una amenaza que puede desencadenar riesgos para el ecosistema es la ausencia de procesos de concertación entre el Estado y la población campesina del páramo, lo que resulta en una planificación y manejo inadecuado del territorio.

Como posibilidades de manejo, las territorialidades identificadas en el páramo de Chontales permiten un ejercicio colectivo de planificación ambiental, que puede involucrar a la autoridad ambiental como representante del Estado y como aprendiz del conocimiento del páramo que tienen los campesinos de la zona, por lo que el manejo del conflicto ambiental identificado cuenta con una alta potencialidad y con importantes oportunidades para la implementación de estrategias como pago por servicios ecosistémicos, en donde se genera un rubro económico a la población local a causa de sus labores de conservación y preservación del páramo, garantizando así, los bienes y servicios ecosistémicos del páramo de Chontales.

Tabla 14. Problemas principales sobre los componentes ambientales.

MATRIZ 2. PROBLEMAS PRINCIPALES SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES					
Conflicto identificado: Expansión de la frontera agropecuaria en el páramo de Chontales					
CRITERIOS	1 Afectación significativamente baja	2 Bajo nivel de afectación	3 Medianamente afectado	4 Potencialmente afectado	5 Afectado
Agua					
Suelo					
Bosques y biodiversidad					
Aire					
Cultura local					
Clima					

Fuente: Elaboración propia, 2015

Los componentes naturales que presentan una mayor afectación a causa de la expansión de la frontera agropecuaria son el suelo y el agua, debido a que el desarrollo de sistemas productivos de papa y la actividad ganadera semiestabulada comprometen la disponibilidad hídrica, su calidad y ejercen una alteración sobre el ciclo hidrológico. La compactación de los suelos compromete la capacidad de infiltración de agua y por consiguiente la recarga de acuíferos. Por su parte, el uso y disposición inadecuada de plaguicidas y herbicidas disminuyen la capacidad del ecosistema de prestar funciones de regulación, como componente esencial de la resiliencia del páramo. De manera potencial, la contaminación a causa de la expansión de la frontera agrícola disminuye la capacidad e la quebrada El Desaguadero de abastecer de agua a un gran porcentaje de la población del municipio de Sotaquirá. Una limitación de la explotación de la actividad agropecuaria en el páramo de Chontales compromete la capacidad de los actores sociales representados por la población campesina de suplir sus necesidades, debido a que cierta parte de la población depende de estas activi-

dades, siendo esta su principal fuente de ingresos y por tal motivo se considera afectada la cultura local del páramo.

La expansión de la frontera agropecuaria, en su momento, puede reflejarse en la disminución de la biodiversidad y la proporción de bosque alto andino, lo que repercute en la calidad del aire, es por esto que se consideran estos criterios como potencialmente afectados y si no se realiza una adecuada planificación del territorio su nivel de afectación será mayor y su dificultad de manejo aumentará. Finalmente, el clima, puede verse medianamente afectado, ya que si existe una alteración significativa sobre el agua, el suelo, los bosque y la biodiversidad, se altera el ciclo circadiano del páramo y su dinámica ecosistémica se ve interrumpida por cambio en la temperatura, que repercute en la evaporación del agua y por ende en la capacidad de almacenamiento de este recurso, función principal de los páramos. La tabla 15 muestra la ponderación de ecosistemas o sitios de mayor interés común para el grupo de actores analizados bajo el conflicto ambiental expansión de la frontera agropecuaria en el páramo de Chontales.

Tabla 15. Ponderación de ecosistemas o sitios de mayor interés común para el grupo.

MATRIZ 3. PONDERACIÓN DE ECOSISTEMAS O SITIOS DE MAYOR INTERÉS COMÚN PARA EL GRUPO						
Conflicto identificado: Expansión de la frontera agropecuaria en el páramo de Chontales						
Ecosistemas o sitio de interés	Características	Importancia 0-3	Singularidad 0-2	Riesgo 0-2	Sinergia 0-3	Total máximo 10
Cause Principal de la Quebrada Honda	Se encuentra intervenida notablemente debido a la ampliación de la frontera agrícola para los sistemas productivos de papa, sus aguas son utilizadas para consumo humano, acuicultivos con trucha arco iris en estanque, riego y abrevadero. Representa una fuente hídrica fundamental para la población de Sotaquirá y Palermo, recibe las aguas de las quebradas El Alisal, Verdegales, las Cruces, Carrizal, Pachinal, Aguablanca, Aguadita, Jordán, Venado.	2	1	2	3	8
Cause principal de la Quebrada Desaguadero	Se presenta una alta intensidad de cultivos de papa y praderas para ganadería intensiva de bovinos. El nacimiento de la quebrada fue en gran parte transformado, pasando de vegetación de frailejón a cultivos de papa y en años recientes a pasturas artificiales. Sus aguas son utilizadas para riego y consumo humano, de allí se desprende el acueducto de la vereda la Toma y un pequeño canal de riego, representando así una fuente hídrica de gran importancia para la población local.	2	1	2	3	8

Vegetación de pastos naturales	Presentan poca extensión, de tipo prístino, en estado conservado. Los pastos naturales constituyen una especie vegetal de importancia en la fijación de carbono atmosférico, lo que permite mitigar el acelerado efecto invernadero que aumenta el fenómeno del cambio climático [8]	2	2	2	1	7
Vegetación de frailejones	Escasa, con pequeños parches distribuidos de forma irregular a lo largo del territorio. Los frailejones son consideradas especies captadoras y reguladoras del ciclo hidrológico, representan una especie biológica fundamental para los procesos de recarga de acuíferos y nacimiento de cuerpos de agua.	2	2	2	1	7
Bosque Natural de Encenillo	Bosque Alto Andino conservado gracias al movimiento colectivo de la población campesina de la zona, domina la especie de Encenillo, la cual, debido al pequeño tamaño de sus hojas, favorece la captación de agua y de CO ² , además de representar una zona de amortiguación hídrica que da origen a una estrella fluvial conformada por los ríos Bagre, Avendaño, Huertas, Palermo, Quebrada Honda y Sotaquirá. Forma parte fundamental de la estructura ecológica de la zona regulando el ciclo biogeoquímico del CO ² y amortiguando las perturbaciones naturales.	3	2	2	3	10
Sistemas casmóticos	Sistemas de rocas expuestas cubiertas levemente por líquenes, sin intervención, con presencia de areniscas que representan una zona de recarga acuífera. Por su origen geológico garantizan la recarga hídrica además de la formación de suelos.	3	2	2	3	10
Bosque Natural de gran diversidad	Bosque natural con presencia de grandes variedades forestales manifestadas en el diverso abigarrado color de la vegetación de la parte alta del Bosque Alto Andino, representa una gran diversidad biológica que contribuye a la amortiguación de enfermedades, el equilibrio de los ciclos biogeoquímicos y la provisión de funciones de regulación.	3	2	2	3	10

El Cause Principal de la Quebrada Honda y el Cause principal de la Quebrada Desaguadero presentan una importancia de nivel 2, debido a que se constituyen como las principales fuentes hídricas para la población local, pese a esto, su estado de salud se encuentra intervenido disminuyendo así, la calidad y disponibilidad del recurso. El páramo de Chontales por dar origen a una estrella fluvial, permite catalogar a estos dos cauces con una singularidad intermedia. Por otra parte, la expansión de la frontera agropecuaria constituye un riesgo para el estado de salud de estos dos componentes de la EEP en el territorio, debido a que el uso y disposición final de plaguicidas organofosforados y carbamatos sin ningún tipo de control alteran las condiciones físicas, químicas

y microbiológicas de estas quebradas, en cuanto a la actividad ganadera se refiere, la expansión hacia zonas de recarga hídrica genera conflictos de uso del suelo al transformar su vocación hacia praderas para cría de bovinos, introduciendo pasturas artificiales en el ecosistema. Presentan un grado alto de sinergismo con los demás componentes de la EEP, debido a que la característica de regulación autónoma que aún se presenta en el páramo de Chontales ha conferido una estabilidad en el ciclo hidrológico. Finalmente, tanto el Cause Principal de la Quebrada Honda, como el Cause principal de la Quebrada Desaguadero, se encuentran intervenidos y presentan un riesgo potencial de degradación a causa del conflicto identificado, a pesar de esto, las condiciones del

medio le confieren una alta capacidad de resiliencia, por lo que pueden catalogarse en un nivel medio de conservación con un valor ponderado de 8.

Tanto la vegetación de pastos naturales, como de frailejones en el páramo de Chontales es escasa y se presenta de manera dispersa a lo largo del territorio. Los pastos naturales constituyen una especie de especial importancia en la fijación de carbono atmosférico, lo que permite mitigar el acelerado efecto invernadero, que se ha intensificado a causa del cambio climático y los niveles de producción y consumo insostenibles que cada vez generan una mayor cantidad de Gases de Efecto Invernadero, es por lo anterior que presentan una importancia de grado 2 para el ecosistema. Por su poca extensión se cataloga la vegetación de frailejones con importancia 2, a pesar de su importante papel dentro de la acumulación de agua en los páramos. Con la expansión de la frontera ganadera, se han disminuido las áreas de pastos naturales, por lo que cada vez es más escaso encontrar este tipo de vegetación, la anterior relación permite catalogar este componente de la EEP con un valor de singularidad de 2. En cuanto a la vegetación de frailejones, las características meteorológicas del páramo y el ciclo circadiano que en él se desarrolla, hacen que este tipo de especies crezcan únicamente en suelos paramunos y teniendo en cuenta su poca extensión, presenta un nivel de singularidad 2. En lo que se refiere al riesgo, el uso de suelos de páramo para actividades agrícolas y ganaderas, genera conflictos de vocación, afectando así las conexiones de la EEP en términos de su estado de salud y extensión, así mismo la introducción de pastos artificiales para el ganado genera comportamientos ecosistémicos diferentes y altera la capacidad de resiliencia del páramo, es por lo anterior que se establecen como riesgo alto estos dos componentes ambientales. A causa de la intervención agrícola y pecuaria, se ha disminuido la vegetación de frailejones y pastos naturales en el páramo de Chontales, este comportamiento permite asignarle un valor de sinergia bajo, ya que las conexiones con los demás componentes de la EEP se han fraccionado.

El Bosque Natural de Encenillo, que se presenta en el páramo de Chontales, puede catalogarse como el bosque primario de esta especie con mayor extensión del país, su importancia radica en su alta capacidad de retención de CO₂ y agua a causa del pequeño tamaño de sus hojas, además de representar una zona de amortiguación hídrica

que le confiere un nivel de importancia alto. Al comparar la extensión de este bosque, con los bosques primarios de Colombia, se puede catalogar con un nivel significativo de singularidad, a pesar de constituir una gran área del páramo de Chontales, a escala nacional es escaso encontrar un bosque primario de esta especie en el nivel de conservación que el páramo presenta actualmente.

El conflicto ambiental identificado para este territorio, puede comprometer la capacidad del ecosistema de recuperarse ante presiones, por lo que se presenta un riesgo alto que puede atentar en contra del estado de salud del bosque de Encenillo, El movimiento colectivo campesino que se presenta en la zona objeto de estudio, ha permitido un alto estado de conservación del Bosque, por lo que su sinergia mantiene conexiones con los demás componentes de la EEP, finalmente, el Bosque primario de Encenillo en el páramo de Chontales se cataloga como conservado. En cuanto al Bosque Natural biodiverso observado en la parte alta del Boque Alto Andino, al ser un componente ambiental reciente, se encuentra en un alto grado de conservación.

Los sistemas casmóticos presentes en el páramo de Chontales, no han sido intervenidos a causa de la expansión de la frontera agrícola y ganadera, sin embargo, si no se toman medidas que permitan frenar este conflicto, su estado de salud puede verse comprometido y por ende la oferta hídrica puede disminuir, dado que el origen geológico de estas rocas les confiere propiedades de recarga acuífera. Su estado de conservación no ha interrumpido las conexiones con los demás componentes de la EEP, por lo que presenta un alto nivel de sinergia. Este tipo de rocas son propias de ecosistemas de páramo, característica que incrementa su singularidad, finalmente este componente se cataloga como conservado.

Propuesta de planificación ambiental

La tabla 16, muestra las estrategias propuestas para la planificación ambiental del Páramo de Chontales, las cuales fueron adaptadas del documento Valoración Integral de la Biodiversidad Servicios Ecosistémicos, Aspectos conceptuales y metodológicos del Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, publicado en el 2014. Dichas apreciaciones giran en torno a la Gober-

nanza Adaptativa como pilar para gestionar los sistemas socioecológicos, este concepto involucra la participación y deliberación, las configuraciones institucionales poli-céntricas y a multinivel y la rendición de cuentas y justicia social, por lo tanto, la propuesta de planificación que aquí

se muestra, se rige entonces por la facultad de los componentes de la EEP del páramo de Chontales para proveer servicios ecosistémicos y asegurar la sostenibilidad del sistema social ante los disturbios y los cambios generados por las actividades humanas y los eventos naturales.

Tabla 16. Matriz de estrategias.

ESTRATEGIAS	PLANES	PROGRAMAS
<p>E1: Construir alternativas para difundir el conocimiento ancestral de los campesinos entre las autoridades ambientales, con el fin de lograr un mayor entendimiento de las dinámicas de los componentes de la EEP existentes en el páramo de Chontales.</p>	<p>Los sistemas socioambientales del Páramo de Chontales como gestores de educación ambiental.</p>	<p style="text-align: center;">1. Las generaciones aprenden unas de otras</p> <p>Objetivo: Involucrar la población campesina y la comunidad científica en el proceso de construcción de conocimiento en torno a la dinámica del páramo de Chontales, con el fin de garantizar la provisión de servicios ecosistémicos y la productividad económica del territorio mediante el uso de la buenas prácticas agropecuarias.</p> <p>Alcance: Involucra una mezcla e conocimientos científicos por parte de la academia y las autoridades competentes, así como prácticas ancestrales de la comunidad campesina, en búsqueda de un equilibrio que beneficie los recursos y ecosistemas del páramo de Chontales. Contempla la formación de diferentes profesionales con los conocimientos de la comunidad campesina, con el fin de comprender las particularidades del territorio y así, fortalecer la toma de decisiones equitativas y pertinentes para el páramo de Chontales, de la mano del SENA como ente certificador del proceso de etnoeducación y como entidad guía para la adecuada preparación de los campesinos en técnicas de producción más limpia que garanticen la disponibilidad de los recursos económicos para la población campesina y los servicios ecosistémicos y ambientales para las generaciones futuras con el menor impactos en los recursos agua, aire y suelo.</p> <p>Responsabilidades: Comunidades campesinas, instituciones educativas (Universidades y el SENA), Corpoboyacá, Alcaldía del Municipio de Sotaquirá, Ministerio de Educación.</p>
<p>E2: Alimentar el conocimiento ecológico de la población campesina del Páramo de Chontales en prácticas adaptativas al cambio climático y producción más limpia, con el fin de crear condiciones de aprendizaje en los mismos</p>	<p>Educación Ambiental para la adaptación y conservación de la funcionalidad del Páramo de Chontales</p>	<p style="text-align: center;">1. Educación ambiental como herramienta de adaptación al cambio climático</p> <p>Objetivo: Generar conocimiento significativo en torno a prácticas de adaptación al cambio climático, con el fin de garantizar la funcionalidad del Páramo de Chontales. Alcance: Involucra a la academia y a la comunidad campesina en un diálogo de saberes que permita formular estrategias de adaptación al cambio climático, para la conservación de los servicios ecosistémicos y ambientales que presta el Páramo de Chontales, en este sentido se crea conocimiento mutuo que permite una comprensión holística del ecosistema en cuestión.</p> <p>Responsabilidades: La academia como gestor de conocimiento y liderazgo, la comunidad campesina como principal fuente de información, la autoridad ambiental como ente rector y la alcaldía de Sotaquirá como aliado estratégico.</p> <p style="text-align: center;">2. Educación en prácticas de producción más limpia en los sistemas productivos del Páramo de Chontales</p> <p>Objetivo: Incrementar el conocimiento de la población campesina en alternativas de producción más limpia, con el fin de generar sistemas productivos sostenibles.</p> <p>Alcance: A partir de una efectiva comunicación con la población campesina, se pretende formular alternativas productivas en los sistemas agrícolas y ganaderos en el Páramo de Chontales, que permitan garantizar la oferta ambiental del territorio, en términos de provisión de servicios ecosistémicos y ambientales, así como valoración de la biodiversidad.</p> <p>Responsabilidades: La academia como gestor de conocimiento y liderazgo, la comunidad campesina como principal fuente de información, la autoridad ambiental como ente rector y la alcaldía de Sotaquirá como aliado estratégico.</p>

ESTRATEGIAS	PLANES	PROGRAMAS
<p>E3: Apoyar al movimiento colectivo campesino en la estructuración de sistemas de gobernanza adaptativa, que apoyen el proceso de toma de decisiones, orientado hacia la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos del Páramo de Chontales.</p>	<p>Gobernanza adaptativa campesina para la sostenibilidad del sistema social y la provisión de servicios ecosistémicos.</p>	<p>1. Gobernanza adaptativa campesina en el Páramo de Chontales Objetivo: Proporcionar las bases conceptuales a la población campesina del Páramo de Chontales acerca de la gobernanza adaptativa, con el fin de gestionar de manera sostenible los sistemas socioecológicos propios del territorio. Alcance: Involucra las cuatro territorialidades identificadas en el Páramo de Chontales, así como a la autoridad ambiental, la alcaldía de Sotaquirá y la academia, como principales actores involucrados en el ejercicio de estructuración de mecanismos de gobernanza adaptativa para el territorio. Incluye procesos de participación y deliberación, configuraciones institucionales policéntricas y a multinivel y la rendición de cuentas en el marco de la justicia social. Está enfocado en brindar herramientas para que el movimiento campesino estructure sistemas que le permitan adaptarse a los cambios generados por las actividades humanas y los eventos naturales sobre el territorio. Responsabilidades: La academia como gestor de conocimiento y liderazgo, la comunidad campesina como principal fuente de información, la autoridad ambiental como ente rector y la alcaldía de Sotaquirá como aliado estratégico.</p> <p>2. Mantenimiento de la funcionalidad del Páramo de Chontales a partir de la Gobernanza adaptativa Objetivo: Estructurar modelos de gobernanza adaptativa campesina en el Páramo de Chontales, que permitan mantener la funcionalidad del sistema, aun cuando este sea perturbado. Alcance: Parte de la información generada en el Programa Gobernanza adaptativa campesina en el Páramo de Chontales, incluye estrategias que permitan que la población campesina del Páramo, a partir de la participación comunitaria, formule mecanismos que aseguren la sostenibilidad del sistema social y la provisión de servicios ecosistémicos. Los resultados del programa, responden a la estructuración de nuevos regímenes o circunstancias sociales que permitan una gobernanza adaptativa tangible en el territorio. Responsabilidades: La academia como gestor de conocimiento y liderazgo, la comunidad campesina como principal fuente de información, la autoridad ambiental como ente rector y la alcaldía de Sotaquirá como aliado estratégico.</p>
<p>E4: Adaptación de la población campesina a las perturbaciones antrópicas y naturales externas, la incertidumbre y la sorpresa</p>	<p>Adaptación y mitigación a eventos que perturben las estructuras e infraestructuras ecológicas que hacen parte del Páramo de Chontales</p>	<p>1. Medidas de mitigación de impactos ambientales causados por los sistemas productivos presentes en el páramo de Chontales, que amenazan con las estructuras ecológicas que lo conforman Objetivo: Mitigar los impactos ambientales generados por los sistemas productivos de papa y ganadería para promover la conservación de las estructuras ecológicas que hacen parte del páramo de Chontales. Alcance: Involucra a todos los campesinos que tienen cultivos de papa y ganado en el ecosistema del páramo de Chontales. Inicia con un diálogo con la población campesina que permita el entendimiento de sus sistemas productivos; contempla el cambio de plaguicidas organofosforados y carbamatos a sustancias orgánicas, así como la formulación de prácticas ganaderas que disminuyan la compactación de los suelos; finaliza con una propuesta de alternativas que mitiguen los impactos negativos al medio natural generados por los actuales sistemas productivos en el páramo de Chontales. Responsabilidades: La academia como gestor de conocimiento y liderazgo, la comunidad campesina como principal fuente de información, la autoridad ambiental como ente rector y la Alcaldía de Sotaquirá como aliado estratégico</p>

Fuente: Elaboración propia, 2015

Sistema socio-ecológico en el páramo de Chontales

El páramo de Chontales cuenta con un sistema socio-ecológico basado en la prestación de servicios Ambientales y Ecosistémicos para la comunidad campesina local (veredas del páramo) y regional (otros municipios), este ecosistema es comprendido como un sistema complejo adaptativo de los seres humanos en la naturaleza, debido a que este permite satisfacer algunas de las necesidades básicas, por ello es indispensable comprender que cualquier alteración puede modificar el sistema ecológico, generando dinámicas de cambio que conllevan a la adaptación a los nuevos estados. Además de esto, el entendimiento de los sistemas socioecológicos del páramo de Chontales contribuye a reconocer los patrones o tendencias de posibles respuestas adaptativas en un tiempo futuro, así como la historia de la gestión territorial y ambiental, identificando la sostenibilidad del territorio a través de las medidas políticas, ecológicas y económicas [18].

La importancia que tiene el páramo de Chontales está dada principalmente por su servicio de regulación, contribuyendo en la regulación hídrica, la cual se da debido a las bajas temperaturas presentes, siendo una estrategia para disminuir la evaporación y retener agua en su vegetación, también cumple la función de ser un reservorio de carbono, ya que lo retiene en su subsuelo, además su vegetación y suelos permiten almacenar altos volúmenes de agua provenientes de la precipitación. Otros aspectos importantes, son la regulación climática, la regulación de riesgos naturales y la regulación de nutrientes. Por otra parte presta un servicio cultural, debido a que este sistema es un patrimonio cultural, de recreación y turismo, por último, el páramo presta servicios de provisión dentro de los cuales están la comida, fibras y combustibles, así como el suministro de agua potable [18].

Lo anterior permite que se establezcan actividades de uso de las tierras resultado del potencial ecológico del mismo, las comunidades que se localizan en el basan su economía en actividades extensivas agropecuarias, como la ganadería y la agricultura, estas generan pérdidas de materia orgánica, así como una disminución en la calidad de los suelos, contaminación de cuerpos hídricos, alteraciones de los ciclos biogeoquímicos incluyendo la pérdida de diversidad biológica [19].

Cada una de las actividades desarrolladas en el páramo pueden entenderse a través de la concepción de este territorio como un sistema socio-ecológico, en donde se establecen las interacciones de los componentes sociales y ecológicos, sin dejar a un lado aspectos culturales, políticos y económicos, esto permite ejercer una mejor gestión del territorio incorporando aspectos del contexto local [18].

Lo mencionado anteriormente, tiene una relación directa con las territorialidades presentes en el páramo de Chontales, en donde se busca fortalecer los conocimientos ancestrales a través de la valoración cultural para promover la territorialidad campesina, las cuales se muestran en el gráfico 13, allí se encuentran establecidos los tres tipos de territorialidades. Inicialmente se presenta la actividad ganadera campesina como principal territorialidad, la cual es una práctica social que presenta cambios ante las transformaciones de los ecosistemas, estas unidades campesinas independientes producen una diversidad de productos principalmente para autoconsumo, sin embargo algunos de estos productos constituyen su sistema económico, ya que son llevados a mercados veredales con el fin de tener un ingreso monetario para la familia.

En cuanto a la producción agrícola campesina, los cultivos de papa presentes en la parte baja y alta del páramo, son cultivos tradicionales producto de formaciones históricas de la comunidad campesina, sin embargo, estas tradiciones se han visto envueltas en un tema de adaptación a las nuevas condiciones medioambientales, establecidas principalmente por el uso de plaguicidas que permitan preservar sus cultivos frente a las plagas, generando de este modo daños no solo a la calidad del suelo sino que también de los recursos hídricos, a partir de esto se identifica una falta de planificación y fomento de un desarrollo económico y social de las comunidades campesinas en el marco de un desarrollo sostenible, en donde se evidencian falencias en cuanto a la regulación de la explotación de los recursos naturales renovables. Por último, se encuentra la territorialidad basada en los ecosistemas conservados por la comunidad, en donde los bosque de la parte alta se encuentran en excelente estado de salud, allí se evidencia la territorialidad comunal ante la preservación de recursos, los cuales están vinculados con conocimientos tradicionalistas, ya que la comunidad

se apropia de su territorio siendo un patrimonio de la comunidad, que se traduce en un mayor control social, mayor evaluación de impactos y uso racional de los recursos naturales [20].

Gráfico 13. Territorialidades presentes en el páramo de Chontales.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Programa de autogobierno para el páramo de Chontales

El autogobierno en el páramo de Chontales implica la apropiación y el manejo de los actores involucrados con este ecosistema, entre los que se encuentran los campesinos, como principales protagonistas, y son estos los encargados de diseñar las reglas de manejo que armonice su estilo de vida con el sistema natural, no obstante la academia puede apoyar a la generación de esta reglamentación desde la teoría.

En primera instancia, como define Cárdenas en su texto *Sistemas Naturales y Sistemas Sociales: Hacia la Construcción de lo Público, lo Colectivo, lo Ambiental*, se deben identificar los recursos de uso comunitarios (RUCs) [16], que para el páramo de Chontales son: agua, en el cauce principal de la quebrada Honda y el cauce principal de la quebrada Desaguadero; el suelo, que permite la producción agrícola y en menor medida la actividad pecuaria; y biodiversidad, la cual es aprovechada para la provisión de leña o alimentos.

Teniendo en cuenta los RUCs, se plantea, de acuerdo a cada uno de los principios expuestos por Ostrom [21], el diseño institucional para el autogobierno en el páramo como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Diseño institucional para el autogobierno en el páramo de Chontales.

PRINCIPIOS	DESCRIPCIÓN
Límites	El páramo limita al norte con el municipio de Gámbita, Santander; al sur oriente con Paipa y al sur occidente con Sotaquirá. Los habitantes del municipio de Sotaquirá y Palermo, tanto del casco urbano como del área rural son los principales beneficiados de los servicios ecosistémicos que brinda el páramo.
Congruencia (reglas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formación de un concejo administrativo de los RUCs, que debe estar compuesto por representantes de las comunidades locales y autoridades. 2. Cualquier intervención que involucre a los RUCs debe ser consultada ante el concejo administrativo. 3. El concejo debe regirse bajo los conceptos de colectividad, equidad y gobernanza 4. El concejo puede llegar a un fallo si la totalidad de los representantes están de acuerdo con la decisión
Participación	Campesinos locales, alcaldes de los municipios de Sotaquirá y Palermo, que formarán el Concejo Administrativo de los RUCs del Páramo de Chontales
Monitores	Campesinos locales, delegados de Corpoboyacá y de las alcaldías de los municipios
Sanciones graduales	Violación fuerte: compensaciones económicas elevadas y trabajos comunitarios Violación media: Compensaciones económicas leves y/o trabajos comunitarios Violación leve: trabajos comunitarios o llamados de atención

Resolución de conflictos	Reuniones mensuales entre los representantes de la participación para la exposición de conflictos y establecimiento de soluciones
Reconocimiento de derechos mínimos de organización	Alcaldías

Anidamiento (organización)



Fuente: Elaboración propia, 2015

Con el fin de controlar las acciones desarrolladas por los campesinos en cuanto a la expansión de la frontera agrícola, es necesario realizar programas de educación en prácticas de producción más limpia en los sistemas productivos del Páramo de Chontales, incorporando las prácticas de conservación del recurso hídrico, lo cual es posible lograrlo incrementando el conocimiento de la población campesina en alternativas de producción más limpia, con el fin de generar sistemas productivos sostenibles por medio de una efectiva comunicación, formulando alternativas productivas en los sistemas agrícolas y ganaderos del páramo, que permitan garantizar la oferta ambiental del territorio, en términos de provisión de servicios ecosistémicos y ambientales, así como valoración de la biodiversidad.

Por otra parte, para mantener y actualizar los conocimientos de las comunidades campesinas del páramo de Chontales, es importante reconocer la relación cultural-naturaleza, así como el entendimiento de los efectos de los desequilibrios ecosistémicos ocasionados por las actividades antrópicas realizadas en los alrededores, para controlar estos aspectos es indispensable incorporar el tema de adaptación al cambio climático, para ello es necesario realizar programas de educación ambiental como herramienta de adaptación al cambio climático,

con el fin de generar conocimientos significativos en torno a prácticas de adaptación, garantizando el funcionamiento adecuado del páramo. Además, de incorporar un programa de gobernanza adaptativa campesina, teniendo como finalidad el proporcionar las bases conceptuales a la población acerca de la gobernanza adaptativa, para gestionar de manera sostenible los sistemas socioecológicos propios del territorio.

En cuanto a la actividad minera es importante reconocer que el fragmentar este ecosistema no solo traería repercusiones a nivel del sistema ecológico, sino que además perturbaría el sistema social afectando el bienestar de la comunidad, es por ello que es de suma importancia restringir cualquier tipo de actividad minera en el páramo de Chontales, dando cumplimiento a lo establecido en la normativa colombiana por medio de la Ley 1382 del año 2010, la cual reformó el Código de Minas, para así fortalecer la territorialidad de los campesinos, esto puede lograrse a través de un programa de mantenimiento de la funcionalidad del Páramo de Chontales a partir de la Gobernanza, estructurando modelos de gobernanza adaptativa campesina en este ecosistema, con el fin de mantener la funcionalidad del sistema, aun cuando esté sea perturbado pero sin dejar a un lado sus conocimientos acerca de la apropiación del territorio.

Aproximación a la zonificación ambiental del territorio

En orden de importancia y teniendo en cuenta la prestación de servicios ecosistémicos, lo que se debería conservar primordialmente es el bosque alto andino. Partiendo de los componentes de la EEP, los dos bosques corresponden a zonas de conservación gracias a los esfuerzos de la comunidad localizada en el Páramo de Chontales, lo cual ha permitido la conservación del bosque primario de Encenillo obstaculizando cualquier tipo de intervención antrópica en la zona, lo que genera no solo beneficios ecológicos a nivel de regulación hídrica sino que además, la población obtiene y asegura el recurso hídrico para sus actividades diarias, ya que se garantiza el sostenimiento del ecosistema y la prestación de servicios, como ya se ha mencionado anteriormente, por otra parte, los bosques naturales de gran diversidad presentes desde la planicie del páramo hasta la parte alta del mismo, pueden ser vistos como una parte fundamental de la EEP, debido a que constituyen áreas de alta condensación de biodiversidad, así como áreas de recarga hídrica, como se ha podido ver a lo largo del presente documento.

En cuanto a la actividad ganadera y pecuaria esta no se debe desarrollar en áreas de páramo ni de bosque alto andino debido a la compactación de suelos que impide la infiltración del agua, como consecuencia de esto los acuíferos se secan y la disponibilidad de agua disminuye, además se compromete el transporte de nutrientes, se da una pérdida de la cobertura vegetal del suelo, una contaminación de los cuerpos hídricos, entre otros. El aprovechamiento del suelo con cultivos de papa provee de recursos económicos a la población campesina de la zona, sin embargo genera alteraciones al medio que comprometen la disponibilidad hídrica, así como el soporte de la vegetación nativa.

Conclusiones

El movimiento colectivo de la población campesina que habita en las fronteras del páramo de Chontales ha mantenido el adecuado estado de salud de este ecosistema, además ha aprovechado de una manera sostenible el recurso hídrico que nace este territorio como lo

evidencia la construcción del acueducto comunitario La Salvia, el cual abastece las veredas de La Bolsa, Volcán, Río Arriba, Mirabal, Marcura, Sativa y algunos pobladores de Soconuca de Blancos, provee del recurso a 455 usuarios, 515 conexiones, 432 viviendas y a 1728 pobladores.

Dentro del territorio que comprende el Páramo de Chontales en el municipio de Sotaquirá, se identificaron tres tipos de territorialidades, las cuales definen la apropiación de este ecosistema en términos de relación cultura-naturaleza, valoración cultural de sus componentes ecológicos y conocimiento y uso de la biodiversidad. En la primera forma de apropiación cultural del Páramo de Chontales predomina la actividad ganadera de tipo semiestabulada; la agricultura constituye la segunda territorialidad que se distingue en el territorio; finalmente, se presenta un estado del ecosistema conservado producto de movimientos colectivos por parte de la comunidad campesina.

Se concluye que este ecosistema cuenta con un alto capital natural que puede ser analizado desde el punto de vista de pago por Servicios Ecosistémicos como una alternativa de planificación sostenible del territorio que involucre una gestión ambiental en donde se respeten las territorialidades que en él se presentan, además de esto que se garantice que la demanda ambiental se mantenga; que las actividades desarrolladas por los actores sociales giren en torno a la conservación del territorio y que se estructuren lineamientos que controlen las presiones que se ejercen sobre el medio natural, a partir del involucramiento de la comunidad en el proceso de toma de decisiones.

Los elementos que componen la Estructura Ecológica Principal del páramo de Chontales están constituidos por el Cause principal de la Quebrada Honda, el Cause Principal del Quebrada Desaguadero, vegetación de pastos naturales, vegetación de frailejones, bosque natural de Encenillo, bosque biodiverso y sistemas casmóticos, de manera general, dichos componentes se encuentran en un alto nivel de conservación, sus conexiones no han sido interrumpidas, por lo que el ecosistema presenta una alta capacidad de resiliencia y sinergia.

Como componentes de singularidad, el bosque primario de Encenillo y el bosque biodiverso presentan una mayor importancia en cuanto a este criterio, debido a su alto

nivel de conservación otorgado a causa de la fuerte territorialidad de conservación del capital natural que en se presenta en el territorio.

Dentro de la Estructura Ecológica Principal del páramo de Chontales, se encuentra un gran porcentaje de vegetación estratégica de bosque primario cuya especie dominante es el Encenillo, el cual tiene alta capacidad de capturar CO₂ y agua, a causa del pequeño tamaño de sus hojas, representando así el bosque primario de esta especie con mayor extensión del país, además de esto, dentro de su área se encuentra un bosque biodiverso sin intervención antrópica que lo conecta con la cuenca alta del río Suárez en Gambita, Santander. La frondosidad de este bosque y la mayor humedad que se percibe está relacionada con corrientes húmedas que suben del valle húmedo del Magdalena (Barlovento), ésta conexión podría estar asociada a una mayor diversidad biológica, que puede percibirse en este bosque conformado por una múltiple presencia de variedades forestales manifestadas en el diverso abigarrado color de la vegetación.

El Páramo de Chontales se puede considerar como un ecosistema con una alta valoración de su capital natural, debido a que presta una amplia variedad de servicios ecosistémicos, entre los que se encuentran, disminución de la erosión de suelos causada por la lluvia, actúa como sumidero de carbono, previene las inundaciones, alberga especies animales y vegetales nativas, abastece de agua potable a los municipios de Gambita en el Departamento de Santander y los municipios.

de Duitama, Sotaquirá y Paipa en el Departamento de Boyacá, por lo que requiere de una planificación ambiental que garantice que continúe en estado de conservación.

El páramo de Chontales es un claro ejemplo que da muestra del éxito de los procesos de protección de los ecosistemas a través de temas de conservación, que manejen como elemento central el involucramiento la sociedad civil y los movimientos sociales en el ejercicio de la planificación, sin intervención alguna de entidades territoriales, lo cual demuestra la fuerte apropiación que existe por parte del colectivo campesino que se ubica en la frontera de este territorio, finalmente cabe precisar que en este espacio geográfico se viene promoviendo una visión de construcción del territorio plural, como espacio, hábitat, hogar y expansión de la historia,

pensamiento, cultura y la adaptación de la sociedad, aspectos clave a considerar en la planificación ambiental del territorio.

De acuerdo al análisis de bienes y servicios ecosistémicos y ambientales en el páramo de Chontales las funciones de regulación son las de mayor importancia, esto es debido a que involucra la regulación hídrica, servicio ecosistémico que predomina en los páramos, dado que las bajas temperaturas que se presentan en el este ecosistema disminuyen la evaporación del agua y favorecen su acumulación, representando así, un factor de gran relevancia dentro del ciclo hidrológico, por otra parte, en el páramo, el agua lluvia se convierte en potable al filtrarse a cierta profundidad, sufriendo modificaciones, este proceso del agua freática se constituye en el tesoro del que dispone el hombre, en los pisos altitudinales inferiores.

El páramo de Chontales, al ser un sistema natural poco estudiado en Colombia, en su conjunto presenta un alto potencial de funciones de información, tales como estética, recreativa, artística y cultural, histórica y de ciencia y educación, en donde los componentes de su Estructura Ecológica Principal, cobran protagonismo y ofrecen oportunidades de desarrollo cognitivo, disfrute paisajístico, ecoturismo y demás servicios que deben tenerse en cuenta en la planificación del territorio.

El establecimiento de cultivos de papa en los páramos como una de los principales servicios ambientales que presta este tipo de ecosistemas, ha contribuido de manera importante en la alteración de los ciclos hidrológicos, la oferta natural de agua y la disminución de los recursos de la biodiversidad. El uso indiscriminado de los plaguicidas conocido como un ecosidio favorece la pérdida de innumerables costumbres campesinas en el uso de la tierra y de páramo de Chontales no es la excepción, por lo que es de vital importancia que los actores sociales, institucionales y el estado trabaje de manera conjunta en la formulación de estrategias que permitan la sostenibilidad de este territorio.

Como fuerzas motrices que ejercen presión sobre el ecosistema y por ende alteran su estado de salud, se han identificado en el páramo de Chontales, sistemas productivos de papa, ganadería, facilidades turísticas, suministro del recurso hídrico, viviendas campesinas, conversión

energética (energía eólica), minería y prospecciones biológicas; estas generan presiones como deforestación y remoción de coberturas vegetales, pérdida de biodiversidad, sobre pastoreo, tránsito frecuente de un gran volumen de personas y generación de nuevas fuentes de contaminación como residuos sólidos y vertimientos, captación de volúmenes importantes de agua de la quebrada Honda y cambios de uso del suelo, las cuales conllevan a importantes impactos ambientales como la pérdida de la cobertura vegetal nativa del sitio, además de la contaminación de los cuerpos hídricos, compactación de suelos que impide la infiltración del agua y como consecuencia de esto los acuíferos se secan y la disponibilidad de agua disminuye, además de comprometer el transporte de nutrientes. En su conjunto, estos impactos se pueden agrupar en el principal conflicto ambiental identificado en el territorio, la expansión de la frontera agropecuaria.

La propuesta de planificación para el Páramo de Chontales está dada por el entendimiento del sistema socioecológico, ya que este ecosistema es comprendido como un sistema complejo adaptativo de los seres humanos en la naturaleza, esto contribuye a reconocer los patrones o tendencias de posibles respuestas adaptativas en un tiempo futuro, así como la historia de la gestión territorial y ambiental, lo cual permite fortalecer la sostenibilidad del territorio a través de las medidas políticas, ecológicas y económicas.

Las estrategias de planificación son herramientas direccionadas a brindar solución a las problemáticas presentes y potenciales del páramo, a través de programas de educación ambiental, producción más limpia, gobernanza adaptativa y de mantenimiento de funcionalidad de los sistemas productivos presentes en el páramo de Chontales, además buscan fortalecer el sistema social, es decir actualizar los conocimientos en técnicas y medidas de adaptación para la comunidad campesina local y regional.

La matriz contempla los componentes, las variables y sus correspondientes indicadores, todos ellos relacionados con el funcionamiento ecológico, la resiliencia, la estructura ecológica y sus conexiones, en una valoración de acuerdo a su importancia se obtienen los valores de sensibilidad o fortaleza, interpretados en compensación

y mejoramiento de la situación, los componentes que resulten ser más sensibles serán el insumo para proponer el Plan de Manejo Ambiental según el caso.

De acuerdo a los impactos identificados en la Matriz de Sensibilidad se generan fichas de Manejo Ambiental, con el fin de tomar decisiones sobre posibles eventos generados por las actividades (variables) realizadas en el Páramo de Chontales sobre los ecosistemas estratégicos.

Respecto a los componentes graves como lo son el Suelo y Calidad del aire principalmente, se deben realizar fichas de Manejo Ambiental donde se tengan objetivos como promover prácticas para un buen uso de los Servicios Ecosistémicos y Ambientales en el páramo, además de prevenir y minimizar los impactos ambientales generados por las actividades de agricultura y ganadería y establecer acciones para el mejoramiento de la gestión de las actividades.

El estado de los componentes del territorio en ecosistemas de Alta Montaña Andina, se ve altamente afectado por la relación que posee con cada uno de los indicadores y su valoración realizada.

La solución institucional para la gobernabilidad del páramo de Chontales es el autogobierno bajo principios que permitan su diseño y ejecución.

El agua, el suelo y la biodiversidad constituyen los RUCs para el páramo de Chontales, y que deben ser administrados bajo una forma administrativa que sea inclusiva y fomente la participación de los actores involucrados con este ecosistema. Esta forma de administración de autogobierno debe tener como principios la gobernanza, la colectividad y la equidad.

La comunicación de los actores que buscan la conservación del páramo es indispensable para promover la cooperación y resolver conflictos.

Bibliografía

- [1] Consejo Municipal de Sotaquirá, «Plan de Desarrollo de Sotaquirá - Boyacá,» Consejo Municipal de Sotaquirá, Sotaquirá, 2012.
- [2] A. Avellaneda, Alteración del páramo de Chontales en Boyacá por ganadería extensiva y aplicación de

- plaguicidas en papa, Colombia: Congreso Mundial de Páramos Tomo II, 2002.
- [3] H. García, «Plan de Desarrollo del Municipio de Sotaquirá,» Alcaldía Municipal, Sotaquirá, 2012.
- [4] L. Vidal, servicios ecosistémicos: bases conceptuales como insumo para la estructuración del plan de investigación del Sinap, Bogotá: Fundación Natura, 2010.
- [5] Van der Hammen, Thomas, «La conservación de la Biodiversidad: Hacia una estructura ecológica de soporte de la Nación Colombiana,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.
- [6] E. A. Nabinger, Servicios Ecosistémicos de las praderas naturales: ¿Es posible mejorarlos con más productividad?, D. d. P. F. e. Agrometeorología, Ed., Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Sul., 2009, p. 31.
- [7] J. D. Mendoza, El cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá., Boyacá: CORPOICA, 1997.
- [8] [IDEAM, GUÍA PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN COLOMBIA, Bogota, 2010.
- [9] R. Groot, Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making, Holanda: Wolters-Noordhoff BV, 1992.
- [10] S. Thrush y P. Dayton, «what can ecology contribute to ecosystem-based management ?,» vol. 2, n° 419, p. 41, 2010.
- [11] E. Guhl, Los páramos circundantes de la Sábana de Bogotá, Bogotá: Jardín Botánico Jose Celestino Mutis, 1982
- [12] Grupo de trabajo de páramos , Estado y Gestión de los Páramos de Colombia, Colombia: Unidad de Parques Nacionales Naturales, 2002.
- [13] L. E. Mora Osejo, El ciclo climático circadiano, los cambios intempestivos del clima durante el fotoperiodo y las respuestas adaptadas de las plantas del páramo, Bogotá: Congreso Mundial de Páramos , 2002.
- [14] Procuraduría General de la Nación, Situación de los Páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático, Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público , 2008.
- [15] R. Hofstede, Los páramos andinos: su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas. un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos, Colombia: Congreso mundial de páramos tomo II, 2001.
- [16] J. C. Cárdenas, Sistemas Naturales y Sistemas Sociales: Hacia la Construcción de lo Público, lo Colectivo, lo Ambiental., Bogotá: Universidad Javeriana, 2002.
- [17] FAO, ¿Por qué intervenir en ordenación de las cuencas hidrográficas?, Roma, 2009.
- [18] Instituto Von Humboldt, «Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos,» Bogotá, 2014.
- [19] L. Ortiz y M. Reyes, Páramos en Colombia: un ecosistema vulnerable, Universidad Sergio Arboleda, 2009.
- [20] D. P. Balanza, «Visiones sobre la Territorialidad y e Desarrollo Rural,» La Paz, 2001.
- [21] E. Ostrom, «El Gobierno de los bienes comunes,» Fondo de cultura económica y CRIM, Méxicio, 2000.

Los Autores



Alejandra Cifuentes Guerrero

Ingeniera Ambiental, con experiencia en la dirección de proyectos en temas de cambio climático y desarrollo sostenible, así como en la gestión de recursos ante cooperantes internacionales. Ha participado como delegada y observadora en la Conferencia sobre Cambio Climático de la Convención Marco de Naciones Unidas; las reuniones del Consejo Económico y Social (ECOSOC) y sesiones de trabajo con organismos internacionales como la Coalición del Clima y el Aire Limpio (CCAC). Forma parte del programa Jóvenes por los ODS de Naciones Unidas, en donde ha liderado procesos de localización de la Agenda 2030.



Diana Gabriela Contreras

Ingeniera Ambiental, mi formación académica y laboral se ha enfocado en el área de la educación ambiental, al trabajar con una de las autoridades ambientales del país tuve la oportunidad de impartir y aplicar herramientas de gestión ambiental en diferentes actores sociales del territorio de acuerdo a sus contextos locales. Por otra parte, mi experiencia ha tenido una amplia influencia en lo relacionado con los sistemas de gestión integrados, al ser auditor interno desarrollé un enfoque sistemático y disciplinado que me ha permitido evaluar de manera rigurosa los procesos al interior de las organizaciones.



Libardo Fernández Almanza

Ingeniero Ambiental, especialista en planeación y manejo integral de los recursos naturales de la Universidad Militar Nueva Granada, con habilidad en el análisis profundo de los problemas ambientales, al interior y exterior de las organizaciones, que contribuya a la formulación de soluciones innovadoras, económicamente viables, respetuosas con el medio natural y socialmente inclusivas; estructuradas en el marco del Desarrollo Sostenible, a partir de la comprensión de las particularidades del sistema en donde se genera la problemática a tratar.



Natalia Medina Rodríguez

Especialista en gerencia de proyectos y profesional en ingeniería ambiental, experiencia en el sector público, en proyecto de inversión “mejoramiento de los niveles de inclusión de la población recicladora de oficio a nivel nacional”, en el marco del decreto 596 del mvct y la resolución 276. experiencia en la creación de manuales de sistemas de gestión integral de acuerdo con las iso 9001:2008, iso 9001:2015, iso 14001:2015 y ohsas 18001:2007.



Nelson Alejandro Ubaque Mozo

Ingeniero ambiental especialista en Gerencia de Recursos Naturales, confundador e ingeniero de proyectos de la FCS Fundación Colombia Sostenible con intereses por aprender y aportar en temas de planificación y ordenamiento territorial, sistemas de información geográfica y la gestión de proyectos en pro del mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades alrededor del país, en temas como agua, saneamiento, manejo de suelos y actividades productivas con perfil agropecuario. Así mismo, afinidad por la ciencia y la investigación y en aras de aprender muchas cosas en el área ambiental.