



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS DEL PARQUE NATURAL REGIONAL
PÁRAMO DE SANTURBÁN**

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para
optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental

ISNARDO LÓPEZ OLIVEROS

Profesor Guía:

Eugenio Figueroa Benavides

Santiago, Chile 2020

Proyecto de Grado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental.

Profesor Guía

Nombre: Eugenio Figueroa

Nota:

Firma

Profesor Consejero/a

Nombre: Claudia Cerda

Nota:

Firma

Profesor Consejero/a

Nombre: Enrique Calfucura

Nota:

Firma

Santiago, Chile
2020

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Chile por darme la oportunidad de poder hacer parte de tan excelente claustro, y a sus profesores que entregaron sus conocimientos para entender la importancia del análisis multidisciplinario en abordar los temas ambientales.

A mi familia y pareja por su constante apoyo y motivación durante todo el tiempo para poder finalizar la investigación.

Al profesor guía Eugenio Figueroa por su disposición en orientar, colaborar y retroalimentar de forma constante la elaboración del documento.

A los profesores consejeros por su revisión y comentarios al contenido del documento.

A la parte administrativa y comité del magister por su ayuda en todas las gestiones requeridas.

A mis compañeros y compañeras que pudimos compartir diferentes instancias de diálogo y de colaboración.

Por todos aquellas personas que de una u otra forma estuvieron presentes con sus buenos deseos, y acompañándome en este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	13
3.1 ÁREAS PROTEGIDAS	13
3.1.1 Áreas protegidas y servicios ecosistémicos	16
3.1.2 Tipología de bienes y servicios ambientales	18
3.2 ECONOMÍA AMBIENTAL.....	23
3.2.1 Fallas del mercado.....	24
3.2.2 Teoría del consumidor.....	24
3.2.3 Excedente del consumidor	26
3.2.4 Disponibilidad a pagar.....	27
3.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	28
3.3.1 Métodos de valoración	29
3.3.2 Valor económico total - VET.....	35
3.3.3 Valoración económica de las áreas protegidas.....	38
4. MATERIALES Y MÉTODO	39
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	39
4.1.1 Contexto territorial regional santanderes.....	39
4.1.2 Entorno territorial “PNR Páramo de Santurbán”	42
4.1.3 Ecosistemas estratégicos.....	45
4.1.4 Amenazas a los ecosistemas naturales del área	53
4.2. METODO.....	55

4.2.1	Metodología para el objetivo 1. Identificar los bienes y servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas del parque natural regional Páramo de Santurbán.	55
4.2.2	Metodología para el objetivo 2. Seleccionar y aplicar la técnica de valoración más apropiada para los bienes y servicios identificados para determinar el VET.	57
4.2.3	MEtodología para el objetivo 3. estimar el valor económico del flujo anual de los bienes y servicios ambientales del parque natural regional Páramo de Santurbán.	63
5.	RESULTADOS.....	66
5.1	PROVISIÓN DE AGUA.....	67
5.1.1	Método de cálculo	69
5.1.2	resultados.....	73
5.2	DISPONIBILIDAD HÍDRICA	75
5.2.1	Método de cálculo	76
5.2.2	resultados.....	82
5.3	BIOPROSPECCION	84
5.3.1	Método de cálculo	86
5.3.2	resultados.....	88
5.4	RECREACIÓN - ECOTURISMO	88
5.4.1	Método de cálculo	89
5.4.2	Resultados	91
5.5	CONSERVACIÓN.....	93
5.5.1	Método de cálculo	93
5.5.2	Resultados	96
5.6	LEGADO.....	96
5.6.1	Método de cálculo	97
5.6.2	Resultados	98
5.7	PATRIMONIO CULTURAL	99
5.7.1	Método de cálculo	100

5.7.2	Resultados	101
5.8	CAPTURA DE CARBONO.....	102
5.8.1	Método de cálculo	103
5.8.2	Resultados	107
5.9	CONTROL DE EROSIÓN.....	108
5.9.1	Método de cálculo	109
5.9.2	Resultados	112
5.10	PURIFICACIÓN DE AGUA.....	113
5.10.1	Método de cálculo.....	114
5.10.2	Resultados.....	117
5.11	VALORACIÓN ECONÓMICA TOTAL	118
6.	DISCUSIÓN	122
6.1	ASPECTOS GENERALES	122
6.2	RELACIONADO CON LA VALORACIÓN ECONÓMICA.....	124
6.3	RELACIONADO CON EL ÁREA DE ESTUDIO	126
6.4	RELACIONADO CON LOS RESULTADOS	129
7.	CONCLUSIONES.....	133
	BIBLIOGRAFÍA.....	137

RESUMEN

El área protegida, Parque Natural Regional Páramo de Santurbán es reconocida por diversas autoridades ambientales del orden nacional, regional y local, como un territorio de importantes ecosistemas naturales estratégicos, con presencia de especies endémicas de la región altoandina, junto con ser proveedora de diversos bienes y servicios ambientales.

El objetivo de esta investigación fue identificar y valorar los servicios ecosistémicos que proporcionan los ecosistemas naturales dentro del territorio del área protegida. Para ello, se realizó un análisis y evaluación de las metodologías a fin de aplicar la más adecuada, con base en la información disponible, para la estimación del valor de los bienes y servicios ambientales considerados.

A partir de los resultados del presente estudio, considerando el tipo de servicios ecosistémicos, se estimó que aquellos catalogados de regulación son los más representativos con USD 11,4 millones (COP36,5 mil millones), seguidamente de los servicios de provisión con USD 5,9 millones (COP18,7 mil millones) y por último los servicios culturales USD 2,2 millones (COP 6,8 mil millones).

Las estimaciones obtenidas son consideradas un valor piso, que pueden ayudar a la toma de decisiones para la implementación de pago por servicios ambiental, proyectos en el área protegida y/o sostenibilidad del territorio y comunidades. Así mismo, se busca fortalecer el conocimiento sobre la importancia de este territorio, ser considerado en futuras evaluaciones a ser desarrolladas en el territorio, así como acciones a ser implementadas en la conservación sistémica del PNR.

Palabras clave: Áreas protegidas, Servicios ecosistémicos, Paramo de Santurbán.

1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de países, las áreas protegidas constituyen el instrumento más común para el manejo ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos y su biodiversidad, así como los bienes y servicios ambientales que estas prestan (Figuroa, 2010, 2015; Torres et al., 2019; WCPA, 1998). Así mismo, son importantes para el desarrollo social y económico; se estima que abastecen de agua potable a las 100 ciudades más grandes del mundo y a un tercio de la población mundial que se ubica aguas abajo. Además, son una estrategia efectiva para la mitigación del cambio climático y contribuyen a la reducción de la desertización y de los riesgos de transmisión de enfermedades infecciosas (Paredes, 2018).

Es por ello, que las áreas protegidas además de representar un medio para la conservación de los ecosistemas que soportan la vida humana, pueden considerarse como una institución económica y social que juega un papel clave en el mejoramiento de la calidad de vida y en la generación de ingresos económicos de las comunidades, por medio del aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales presentes en su territorio, utilizándolos directa o potencialmente (capital natural productivo), o a través del valor de no uso, o como capital (seguro) para las generaciones futuras (Carriazo et al, 2003; Figuroa, 2009).

No obstante, los bienes y servicios ambientales o también denominados, servicios ecosistémicos, ofertados por un área protegida no son del todo comprendidos y asimilados por la población y los tomadores de decisión, lo cual dificulta, entre otros aspectos, la provisión de los recursos económicos que requieren las áreas para su protección efectiva (MEA, 2005; WCPA, 1998). Las áreas protegidas, por el aporte que hacen en términos de servicios ecosistémicos

para el bienestar humano y su economía, más que un obstáculo para el desarrollo del país, deben ser vistas como la base natural que posibilita el mantenimiento de procesos productivos que demandan y dependen de esos servicios (Figueroa, 2015; UAESPNN, 2015).

En el contexto colombiano, las áreas protegidas son de gran importancia ya que son una de las estrategias de conservación de la biodiversidad in situ más desarrolladas, y con un amplio reconocimiento por el papel que cumplen en el marco del desarrollo territorial a diferentes escalas; especialmente, por la regulación y provisión de diferentes servicios ecosistémicos que sirven como sustento para diferentes actividades que mantienen y mejoran la calidad de vida de la población en general (Paredes, 2018).

Buscando apoyar la gestión de un área protegida, a nivel internacional y nacional se han realizado ejercicios de valorar económicamente los bienes y servicios que las áreas proveen; pudiendo obtener una aproximación del valor a precios de mercado de los bienes y servicios ambientales, posibilitando de esta manera implementar instrumentos económicos para la sostenibilidad financiera de estos.

En el contexto de la Economía Ambiental, podría definirse la valoración económica ambiental como todo intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo (Martínez, 1998). Por lo tanto, el objetivo primordial al hacer estudios de valoración económica de los servicios ecosistémicos, es encontrar una medida cuantitativa (generalmente monetaria) del valor económico generado por el flujo de bienes y servicios no mercadeables y también mercadeables, derivados de los recursos naturales; bajo ciertas condiciones, esta medida constituye una aproximación de los beneficios

que genera para la sociedad una asignación del recurso a un óptimo social o privado (Azqueta, 2002).

A través de la aplicación de diversas metodologías de valoración económica de los bienes y servicios para un área protegida, se busca capturar las preferencias sociales de preservar ciertos niveles de bienestar generados por los beneficios de su conservación y su uso sostenible, y revelar la disposición de la sociedad a pagar por ellos.

La valoración económica es importante por el papel que juega en la toma de decisiones concernientes al aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, ya que permite medir y comparar los distintos beneficios de tales servicios, y por ende puede servir de instrumento eficaz de facilitación y mejoramiento del uso racional, manejo y gestión de los servicios ambientales (Turner et al, 2003; WCPA, 1998). Además, provee información a los agentes económicos e instituciones sobre la dimensión del costo y/o la inversión frente a otros usos alternativos y a veces opuestos, en el uso de los recursos asociados a las áreas protegidas (*trade-offs* o escogencia entre diferentes costos de oportunidad) (Figueroa, 2010; de Groot et al, 2007; Navrud et al, 2001;;).

Así, la valoración económica es uno de los instrumentos que contribuyen a determinar el valor económico de los bienes y servicios ambientales, ya que permite hacer una “aproximación” de la disponibilidad a pagar de las personas. Valorar o evaluar algo es, en general, un ejercicio comparativo, ya que determinamos su valor con respecto a un punto de referencia conocido y significativo; por ello la ciencia económica hace exactamente esto cuando se valora un recurso natural o servicio ambiental (Bello et al, 2014; Lopez et al, 2018).

Una opción al realizar estudios de valoración económica es aprovechar el conjunto de investigaciones existentes y sus resultados obtenidos, siendo esa la base del método de la transferencia de beneficios. Este método en particular, es un instrumento desarrollado por los economistas ambientales, con el cual se puede estimar los beneficios provistos por el área protegida a un bajo costo y en un periodo de tiempo razonable. El método en cuestión consiste en la utilización del valor económico de un bien o servicio ambiental o ecosistémico estimado en un contexto determinado, para calcular el valor (los beneficios) de un bien similar en otro sitio de estudio, del cual se desconoce su valor (Rosenberger et al, 2003).

Complementariamente, debido a que algunos bienes y servicios ambientales pueden ser calculados a través de precios sombra del mercado, o métodos similares, se analizará y utilizará el método más adecuado para valorar los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas que componen el área protegida objeto de estudio en esta investigación.

La aplicación de las metodologías de valoración económica para los servicios ecosistémicos provee información útil que permite guiar las decisiones de manera de conseguir la mejor asignación posible de los recursos escasos disponibles.

En el área de estudio, los valores obtenidos constituyen una valiosa información para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios de preservar el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, al estimar valores pisos o bases, de los bienes y servicios ambientales que provee el área protegida. Estos valores son obtenidos agregando, en una matriz de valoración económica total (Figueroa y Pastén, 2014), los valores de los diferentes bienes y servicios ecosistémicos y ambientales producidos, a través de cada uno y todos los distintos ecosistemas presentes en el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Estimar el valor económico total de los bienes y servicios ambientales provistos anualmente por el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los bienes y servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.
- Seleccionar y aplicar la técnica de valoración más apropiada para los bienes y servicios identificados.
- Estimar el valor económico de los flujos anuales de los bienes y servicios ambientales identificados del PN Regional Páramo de Santurbán.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 ÁREAS PROTEGIDAS

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define las áreas naturales protegidas como una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, así como los recursos naturales y culturales asociados y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces (WCPA, 1998). Diversos autores¹, amplían su definición e incorporan la necesidad de conservar los servicios ecosistémicos que estas áreas proveen en el largo plazo. Así mismo, las áreas protegidas y los diferentes territorios conservados son espacios donde se expresan valores y prácticas culturales que promueven la vida y la paz contribuyendo al bien ser, bien estar y el buen vivir de la población (UAESPNN, 2015).

Debido a la importancia que poseen las áreas protegidas, la meta 11 Aichi del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2010-2020 instó a las partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica que para el año 2020, al menos el 17% de las áreas de aguas terrestres y continentales, y el 10% de las áreas costeras y marinas, especialmente las áreas de particular importancia para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas se conserven a través de sistemas de áreas protegidas (Secretaría, 2014).

Basado en los registros de la base de datos mundial² sobre áreas protegidas, administrado conjuntamente por el PNUMA-WCMC y la UICN, a julio de 2018,

¹ Bruner et al, 2001; Carriazo et al, 2003; Espinosa, 2013; Moran, 2000; OCDE, 2002; Pabon et al, 2008; Rincon, 2014; Russi et al, 2013; Turner et al, 2003.

² UNEP et al, 2018.

existen 238.563 áreas protegidas registradas en la WDPA³; la mayoría de las áreas están en tierra, y colectivamente protegen más de 20 millones de km², lo que equivale al 14,9% de la superficie terrestre de la tierra. Respecto a las áreas marinas protegidas, estas representan el 7,3% de los océanos del mundo, siendo importante su avance ya que la cobertura de las áreas marinas protegidas aumentó en casi el 300% en el último decenio.

Las áreas protegidas se caracterizan por ser un instrumento de la gestión de la biodiversidad y planificación ambiental, que tienen como objetivo principal preservar y conservar *in situ* la diversidad biológica y los recursos naturales representativos y únicos de un territorio; los cuales permiten la provisión de bienes y servicios ambientales que se generan por el adecuado funcionamiento de los ecosistemas y su biodiversidad, así como en la contribución del patrimonio cultural (Figuerola et al, 2008; PNUD, 2015). Estas áreas de protección, cumplen un rol fundamental, ya que, junto con desempeñar funciones ambientales indispensables para la vida, son parte activa e importante de los diferentes sectores de la economía (Carriazo et al, 2003.)

Un informe elaborado en conjunto con UNEP y otras organizaciones, señala que el número y la extensión de las áreas protegidas cambian continuamente a medida que las áreas se expanden, se agregan nuevas áreas y algunas áreas se eliminan. De hecho, algunos gobiernos no sólo designan nuevas áreas sino que a veces también reducen o eliminan la protección de algunas áreas previamente protegidas; y ocho de cada diez áreas claves para la biodiversidad, en todas partes del mundo, carecen de una protección completa, poseen una gestión o cuenta con el financiamiento adecuado. (UNEP et al, 2018).

El informe señala además, que ha habido progreso en la expansión de la cobertura de las áreas protegidas terrestres y marinas, con una cobertura

³ World Database on Protected Areas -WDPA.

terrestre que aumentó ligeramente del 14.7% en 2016 al 14.9% en 2018, y la cobertura marina aumentó más rápidamente del 10.2% al 16.8% en aguas nacionales.

Con los esfuerzos concertados de los gobiernos para implementar los compromisos nacionales, es probable que se alcancen los objetivos de cobertura terrestre y marina para el año 2020, aunque se necesitarán más áreas para una representación completa de áreas de particular importancia para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. Estos significativos avances en la conservación de la biodiversidad en áreas protegidas y conservadas proporcionan la base para lograr el conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas AICHI. En particular, los servicios ecosistémicos de las áreas protegidas del mundo sustentan las necesidades globales para abordar el cambio climático; proteger las fuentes de agua y los sistemas de producción de alimentos; aliviar el riesgo de desastres; y mantener la salud, el bienestar y el sustento de millones de personas (UNEP et al, 2018).

Colombia es uno de los países más ricos en términos de diversidad biológica, a nivel mundial, tanto por su extensión, como por su complejidad, la conservación efectiva de estas áreas representa un desafío enorme para el beneficio de la propia naturaleza, así como de las sociedades presentes y futuras (Paredes, 2018). A partir de la información registrada en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas⁴ manejado por la UAESPNN⁵ existen a julio del 2018; 1.250 áreas protegidas, las cuales alcanzan 31.382.900 hectáreas cerca del 15,16% del territorio nacional, siendo estas 18.565.719 hectáreas (16.26% de la superficie terrestre en el país), y 12.817.181 hectáreas (13.80% de la superficie

⁴ <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/registro-unico-nacional-de-areas-protegias/>

⁵ Unidad Administrativa Especial Del Sistema De Parques Nacionales Naturales.

marina de la nación), las cuales prestan diversos bienes y servicios ambientales importantes tanto para las comunidades locales, nacionales, y en algunos casos a nivel mundial.

A pesar de su importancia para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, esta se encuentra constantemente amenazada. El aumento de las actividades humanas y sus efectos sobre el medio ambiente, a través de la pérdida o modificación del hábitat, sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación, y la introducción de especies, ha llegado a constituirse en la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad y la provisión de bienes y servicios ambientales o ecosistémicos (MEA, 2005; OCDE, 2002; UNEP, 2018; WCPA, 1998).

Las áreas protegidas al ser generadoras de numerosos e importantes servicios ecosistémicos, los cuales pueden afectar el bienestar humano; han sido objeto para realizar diversos ejercicios y estudios que permitan obtener datos cualitativos y cuantitativos de los beneficios que ellas aportan, a través de la valoración económica (Barbier et al, 1997; Carriazo et al, 2003; CDMB, 2008; Figueroa, 2008 y 2010).

3.1.1 ÁREAS PROTEGIDAS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los bienes y servicios ambientales generados por los ecosistemas presentes dentro de un área protegida, pueden ser considerados el nexo entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, al ser entendidos como los beneficios que obtiene las personas de los ecosistemas para el desarrollo de todos los sectores de la sociedad (MEA, 2005); y que surgen a partir de las interacciones inter e intra específicas, y su relación con los ecosistemas (Celleri, 2009).

3.1.1.1 Bienes Ambientales

Se definen como aquellos productos derivados de la biodiversidad que el hombre utiliza, intercambia o vende; siendo los recursos tangibles que son utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final, y que se gastan y transforman en el proceso. Por ello, los bienes ambientales son todos aquellos elementos materiales que proporciona la naturaleza directamente y suplen las necesidades humanas por consumo directo o como insumo en los procesos productivos (Gomez et al, 2007; Huamani, 2003). Ejemplo de ello, los bosques naturales aportan elementos tangibles de uso colectivo o privado como madera, leña, material vegetal, agua y especies animales entre otros, los cuales por ser individualizables o privatizables se comercializan, definiendo su valor en el mercado.

3.1.1.2 Servicios Ambientales

Los servicios ambientales tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema (Naido et al, 2008; Stolk et al, 2006). Un ejemplo son los bosques que en su función contribuyen a la producción de oxígeno, así como al secuestro y almacenamiento de carbono, defensa de la biodiversidad, protección de cuencas hidrográficas, y belleza escénica, entre otros.

La mayoría de servicios ambientales, por sus características no se pueden individualizar ni privatizar, corresponden a usos colectivos, indirectos e involuntarios, los individuos dependen en gran manera de ellos en su supervivencia, no son transables en los mercados en contraste con la concepción económica, y con su uso no existe posibilidad de exclusión o conflicto de consumo, es decir su utilización por unos no afecta el consumo de los demás (Avella et al, 2010; Buitrago et al, 2010). Esta última condición, les otorga el

carácter de bienes públicos como bienes intangibles. Debido a sus características, los ecosistemas naturales, pueden brindar más de un bien o servicio a la vez (Costanza et al, 2014; Mojica, 2013).

A grandes rasgos, los bienes ambientales pueden ser entendidos como aquellos recursos tangibles que provee la naturaleza y muchos de los cuales el hombre utiliza para el desarrollo de sus actividades económicas o la obtención de beneficios de manera directa. Respecto a los servicios ambientales, estos son identificados principalmente como aquellos recursos intangibles y que también proveen bienestar, como los recursos de la naturaleza que realizan funciones ecosistémicas y proveen recursos estéticos y/o culturales (Figuroa 2010, 2015).

3.1.2 TIPOLOGÍA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés), es una de las iniciativas más notables que busca aproximar lenguajes y visiones en relación a la valoración económica, con el fin de producir una visión compartida común desde la economía ambiental y desde las ciencias naturales, así como la comprensión de los bienes y servicios ambientales que poseen los ecosistemas.

Esta evaluación relaciona las funciones ecológicas, los procesos de los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y, la producción de bienes y servicios con el mercado de los ecosistemas (MEA, 2005).

Como se observa en la tabla 1, a fin de poder seguir un lineamiento adecuado, la MEA clasificó los bienes y servicios provistos por los ecosistemas en cuatro categorías de servicios (de Groot et al, 2002; Figuroa, 2008; Martínez, 2008; MADS, 2018; Theran, 2010).

Tabla 1: Clasificación de los bienes y servicios ambientales

Funciones ecosistémicas	Ejemplos de bienes o servicios ambientales	Categoría
Producción de alimentos	Frutos, raíces, pescados, hongos, algas, forraje.	Servicios ecosistémicos de Provisión: son productos que se obtienen de los ecosistemas
Provisión de agua	Agua Potable, agua para riego, agua como insumo industrial; mantención de la salud humana.	
Producción de materias primas	Pieles, cáñamo, fibras, plantas tintóreas.	
Producción de combustibles	Leña, turba.	
Recursos genéticos	Información genética de plantas y animales salvajes.	
Recursos medicinales	Plantas medicinales, biocidas.	
Recursos ornamentales	Plantas, musgos con atributos ornamentales.	
Regulación de gases atmosféricos	Regulación de la composición química de la atmósfera; mantención de la calidad del aire; captación de carbono; protección de la radiación UV.	Servicios ecosistémicos de Regulación: son aquellos que se obtienen como su nombre lo dice, de la regulación de los procesos de los ecosistemas
Regulación climática	Regulación de la temperatura global; Protección y mitigación contra inundaciones y sequías.	
Regulación de disturbios ambientales	Capacidad de los ecosistemas a responder ante fluctuaciones ambientales.	
Regulación de los ciclos hidrológicos	Almacenamiento, circulación y descarga a cuerpos de agua; transporte de nutrientes; filtro de contaminación.	
Formación de suelos	Mantención de la calidad del suelo; acumulación de materia orgánica; meteorización de rocas.	
Regulación de la erosión: Control de la erosión y retención de sedimentos	Control de la pérdida de suelo.	
Regulación de nutrientes	Almacenaje y reciclaje de nutrientes; procesamiento de nutrientes; mantención de ecosistemas productivos.	

Funciones ecosistémicas	Ejemplos de bienes o servicios ambientales	Categoría
Tratamiento de desechos	Remoción del exceso de nutrientes y compuestos contaminantes; filtro de partículas contaminantes.	
Polinización	Provisión de polinizadores para la reproducción de especies; rol de la biota en el movimiento de gameto; polinización de la flora nativa.	
Control biológico	Control de plagas; regulación de la dinámica trófica.	
Hábitat	Provisión de una diversidad de hábitat para movimiento y reproducción de especies residentes y migratorias.	
Recreación y ecoturismo	Variedad de paisajes con oportunidades para el desarrollo de actividades recreacionales; variedad de paisajes con oportunidades para el desarrollo ecoturismo y realización de deportes.	Servicios: ecosistémicos culturales: se definen como aquellos beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas
Calidad escénica	Oportunidad para la satisfacción del espíritu a través de los atributos del paisaje.	
Inspiración cultural y artística	Fuente de información de los primeros pueblos indígenas; variedad de lugares con valor cultural y artístico.	
Inspiración espiritual e histórica	Variedad de atributos naturales con valor espiritual e histórico; variedad de atributos para fines religiosos; legado para futuras generaciones.	
Ciencia y educación	Oportunidad para realizar estudios científicos.	
Formación del suelo Fotosíntesis Producción primaria Ciclaje de nutrientes Ciclaje del agua	Servicios de base: son aquellos necesarios para la producción de los demás servicios propios de los ecosistemas	

Fuente: Adaptado de Figueroa, 2010; de Groot, 2002; IAVH, 2002; MEA, 2005.

3.1.2.1 Servicios de Provisión.

Los servicios de provisión o *valores de uso directo*, son entendidos como aquellos consumidos directamente por la gente, estos incluyen los productos o bienes tangibles que se obtienen de los ecosistemas y que en su mayoría presentan un mercado estructurado. Ejemplo de estos bienes son; alimentos, agua, combustible, fibras, materias primas, recursos genéticos, entre otros.

3.1.2.2 Servicios de Regulación.

Son aquellos que relacionados con los procesos ecosistémicos y con su aporte a la regulación del sistema natural. Ejemplo de ellos son la regulación climática, la purificación del agua, la polinización, la regulación de enfermedades, el control biológico, entre otros.

3.1.2.3 Servicios Culturales.

Corresponden a servicios no materiales que el hombre obtiene de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y el disfrute estético. Los servicios culturales están muy ligados a los valores humanos, su identidad y su comportamiento.

3.1.2.4 Servicios de Base (o Soporte).

Incluye a los servicios necesarios para el funcionamiento de los ecosistemas y la adecuada producción de servicios. Su efecto sobre el bienestar de las personas y la sociedad se manifiesta en el largo plazo a través del impacto en la provisión de otros bienes y servicios ambientales. Debido a su naturaleza estos tienden a ser transversales a los otros tres, ya que facilitan la existencia de ellos. Ejemplos de este tipo de servicio, son la regulación climática y la regulación hídrica.

En la figura 1, se puede observar la relación existente de los servicios ecosistémicos que son aprovechados por las personas según su preferencia de uso y necesidad; es por ello que los ecosistemas y los bienes y servicios que

prestan, tienen un valor para las sociedades humanas, porque las personas obtienen un bienestar a partir de su uso, ya sea directa o indirectamente (MEA, 2005).

Figura 1. Relación servicios ecosistémicos y bienestar humano



Fuente: Adaptado de MEA, 2005.

Los servicios ecosistémicos mencionados suelen estar presentes en los territorios de las áreas protegidas, sin embargo debido a diversos factores⁶, en la gran mayoría de los casos, solo es posible valorar algunos de ellos.

⁶ Limitada información, falta de recursos, factor tiempo, variedad de ecosistemas, conflicto de intereses, desconocimiento de sinergias entre los servicios ecosistémicos, costo económico, discrepancia entre escalas, entre otros.

Lo expuesto, permite entender la necesidad en obtener una aproximación del valor que puedan tener los bienes y servicios ambientales dentro de un área protegida, generando una línea de la economía, denominada economía ambiental, la cual busca calcular una expresión cuantitativa del valor de estos bienes y servicios, permitiendo tener elementos para la toma de decisiones adecuadas en la gestión ambiental (Celleri, 2009; Gomez et al, 2007; MAVDT, 2003).

3.2 ECONOMÍA AMBIENTAL

La Economía Ambiental o Economía de los Recursos Naturales (Azqueta, 2002; MAVDT, 2003; OCDE, 2002;) considera que los problemas ambientales surgen de lo que se es conocido como fallas de mercado. Es decir, situaciones en las que el mercado no funciona como un asignador óptimo de recursos; por ello la presencia de estas fallas y la ausencia de mercados para los bienes y servicios ambientales que otorgan los ecosistemas, generan un vacío de información que ha de completarse de alguna forma (Moran et al, 2000; Russi et al, 2013).

Buscando subsanar estos vacíos de información, la economía ambiental hace uso de herramientas como los denominados métodos de valoración económica del medio ambiente, que permitan mitigar o corregir tales desvíos, apoyado en investigaciones a través de estimaciones de valoración directa o indirecta en términos monetarios, de los cambios operados en la calidad de algún bien o servicio ambiental (Stolk et al, 2006; WCPA, 1998).

Para comprender la base conceptual de la economía ambiental, esta posee algunos aspectos centrales asociados a la valoración económica de los bienes y servicios ambientales.

3.2.1 FALLAS DEL MERCADO

Es una situación que se produce cuando el mercado no es capaz de asignar los recursos de forma eficiente, representando una inhabilidad de los mercados de reflejar todos los costos o los beneficios sociales de un bien o servicio ambiental, repercutiendo en la mayoría de los casos, de la falta de un mercado definido en el cual pueda establecerse un precio (MADS, 2018). Asimismo, debido a la ausencia de derechos de propiedad claramente definidos sobre dichos bienes y servicios, se pueden producir distorsiones en la información que tienen los individuos, repercutiendo en la dificultad de asignar los recursos que permita valorar correctamente este tipo de bienes (Barbier et al, 1997; Cardenas et al, 2013).

Entonces, dada la ausencia de información acerca de los beneficios que proveen los servicios ecosistémicos, sus precios de mercado generalmente subvalorarán estos bienes y servicios, distorsionando su asignación. En efecto, dicha subvaloración llevará a asignar los recursos naturales a usos no óptimos, generando pérdidas en el bienestar económico de la sociedad. Ante estas fallas, la valoración económica busca mitigar los efectos negativos proporcionando un valor mínimo o base, que permita a los agentes económicos tomar una decisión más adecuada (Azqueta, 2002).

3.2.2 TEORÍA DEL CONSUMIDOR

El proceso de valoración económica del ambiente se da a través de la medición y cuantificación de la calidad ambiental. Los cambios que se presentan en los niveles de la calidad del ambiente o de los recursos naturales, generan cambios en el bienestar de los individuos o consumidores; sin embargo, el consumidor desconoce el valor de su utilidad, lo único que puede hacer es identificar si se siente mejor o peor después del cambio ocurrido en la calidad ambiental. Por tanto, el consumidor sabe cuál nivel de utilidad es superior y cual inferior,

producto del deterioro o mejora en la calidad ambiental, aunque no sepa el valor de cada uno de estos niveles de utilidad (MAVDT, 2003).

Es posible plantear dichos cambios en la utilidad mediante un ejercicio de maximización condicionada de la utilidad, o de minimización del gasto. En este sentido, el problema de la elección óptima por parte del consumidor puede plantearse, en términos generales, como:

$$\text{Max } U(X) \text{ s.a: } Q - P'X = 0$$

Siendo U la utilidad de la persona en cuestión, Q su ingreso, X ($X = X_1, \dots, X_n$) y P ($P = P_1, \dots, P_n$) los vectores de bienes y precios respectivamente (P' es por tanto el vector transpuesto). Las condiciones de primer orden que satisfacen el problema planteado, y que ha de satisfacer la persona para maximizar su utilidad, son las siguientes:

$$\frac{\delta U(\bar{X})}{\delta X_i} - \mu P_i = 0 \quad i \in (1..n)$$

$$Q - \bar{P}' X = 0$$

Nos encontramos pues, ante un problema de maximización condicionada, que una vez resueltas estas condiciones, permiten obtener sus curvas de demanda normales, o Marshallianas:

$$X_i = X_i(\bar{P}, Q)$$

Esta indica que la cantidad consumida de un bien cualquiera perteneciente al conjunto X depende de su precio, del precio de los demás bienes, y de su ingreso. Por consiguiente, ante la mejora en la calidad, de por ejemplo un parque nacional que proporciona servicios con fines recreativos, por estar sujetos a un programa de protección, conservación y recreación, suponemos que la persona experimenta un aumento en su bienestar (WCPA, 1998; MADS, 2018).

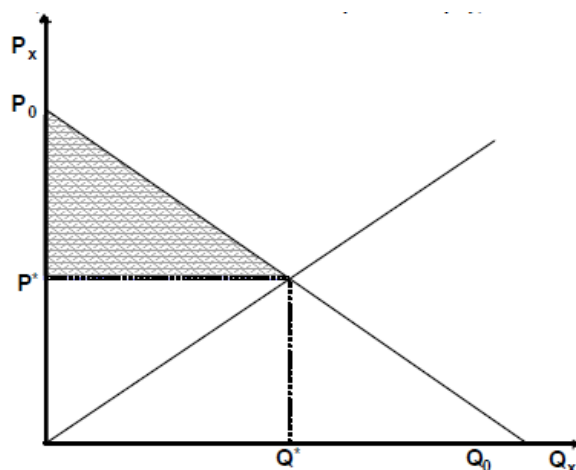
El intento por encontrar este valor no es sencillo, pero el análisis económico ofrece alternativas para cuantificar estos cambios en el bienestar personal, a través de lo que se denomina Excedente del Consumidor.

3.2.3 EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

Con el fin de tomar decisiones con respecto a la asignación de los recursos, se necesita estimar el beneficio económico neto en términos del consumo de un bien o servicio, que está representado por la diferencia entre la disponibilidad a pagar del individuo y lo que efectivamente paga (Azqueta, 2002; Cardenas et al, 2013); este beneficio se denomina el excedente del consumidor.

Como se observa en la figura 2, el excedente del consumidor es el área que queda entre la curva de demanda de una persona por un bien cualquiera (su disposición a pagar por él), y la línea del precio del mismo; es la diferencia, en términos intuitivos, entre lo que la persona estaría dispuesta a pagar por cada cantidad consumida de un bien, como máximo, y lo que realmente paga. Podría, en efecto, utilizarse el excedente neto del consumidor para medir el cambio producido en el bienestar de las personas (Colombia, 2012a).

Figura 2. Excedente del consumidor



Es importante tener en cuenta que entre mayor es el excedente del consumidor, mayor es el nivel de bienestar que está obteniendo el consumidor, pues efectivamente está pagando menos de lo que estaría dispuesto a pagar por el bien (de Groot, 2007). Gráficamente se puede ver como el área achurada

por debajo de la curva de demanda de un bien, y por encima del precio de mercado de dicho bien.

3.2.4 DISPONIBILIDAD A PAGAR

El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que una persona está dispuesta a pagar por él, pero muchas veces, no tenemos que pagar por los productos y servicios provenientes de un ecosistema. Sin embargo, cuando un recurso ambiental nos proporciona bienes y servicios sin costo alguno, lo que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es, nuestra disposición a pagar por ellos, independientemente de si realmente pagamos un precio o no (Martínez, 2008; Rincón et al, 2014).

De acuerdo a la teoría económica, es posible concebir una función que permita evaluar el bienestar total que un individuo deriva del consumo de los bienes y servicios, a través de la disponibilidad a pagar-DAP por un cambio en el estado de este recurso natural, ya sea en la cantidad o calidad del mismo. La DAP suele ser presentada con la siguiente función:

$$DAP = e(P, q_0, U_0) - e(P, q_1, U_0);$$

donde

P = representa el vector de precios de los bienes ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) de la economía consumidos por el individuo,

q_0 = representa el estado inicial del recurso,

q_1 = representa el estado final del recurso,

U_0 = representa el nivel de utilidad inicial.

Debido a que el nivel de utilidad inicial de un individuo no se puede observar, es necesario retomar que este nivel utilidad se obtiene a partir de la decisión de

consumo del individuo, de una canasta factible dados los precios del mercado, P , su ingreso inicial, I_0 , y el estado inicial del recurso, q_0 , es decir:

$$U_0 = v(P, q_0, I_0)$$

Si el gasto mínimo inicial se denomina como:

$$I_0 = e(P, q_0, U_0)$$

Entonces, la ecuación de DAP, se puede expresar en términos de parámetros observables como;

$$DAP = I_0 - e[P, q_1, v(P, q_0, I_0)]$$

Esta última expresión de la DAP, permite establecer una relación entre un bien mercadeable y el recurso natural, para poder estimar su disponibilidad a pagar por un cambio en el estado del recurso, puesto que la decisión que toma un individuo cuando se enfrenta a disyuntivas, muestra lo que un individuo está dispuesto a renunciar por obtener acceso al recurso natural (Azqueta, 2002).

Podemos entender, entonces que la disponibilidad a pagar representa la cantidad de dinero (medida en bienes, servicios o unidades monetarias), que un individuo está dispuesto a entregar, por un bien o servicio ambiental para incrementar su nivel de bienestar o impedir una pérdida del mismo, o bien, la cantidad de dinero que esta dispuesto a aceptar por un cambio en la calidad de vida producto del deterioro ambiental (Figuroa, 2010), o lo que una persona está dispuesta a renunciar para obtener una mejora en un bien o servicio particular (MEA, 2005).

3.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

Podría definirse la valoración económica ambiental como todo intento de asignar valores cuantitativos a los servicios ecosistémicos proporcionados por los recursos naturales, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo (Barbier et al, 1997).

El objetivo primordial al hacer estudios de valoración económica de bienes y servicios ambientales, es encontrar una medida monetaria del valor económico generado por el flujo de bienes y servicios no mercadeables o no, derivados de los recursos naturales. Esta medida constituye una aproximación de los beneficios que genera para la sociedad una asignación del recurso a un óptimo social o privado (MAVDT, 2003). Lo anterior permite entender por qué la valoración económica del medio ambiente es un instrumento que sustenta las estrategias de conservación de los ecosistemas, al poder obtener el valor económico sobre los recursos y su relevancia para desarrollo de las comunidades (Rincon et al, 2014).

Es de interés acotar que dentro de las posibilidades que ofrece la economía ambiental para valorar el medio ambiente, se presentan diversos métodos y técnicas de valoración que permiten calcular el valor económico total de los servicios ecosistémicos. Estos métodos buscan estimar el valor del flujo de beneficios que percibe la sociedad por los servicios ecosistémicos, que se derivan de las funciones que presta el ecosistema, como por ejemplo, la conservación de la biodiversidad, la regulación del clima y la disponibilidad de recursos hídricos, entre otros.

3.3.1 MÉTODOS DE VALORACIÓN

Existen varios métodos desarrollados para poder valorar los recursos naturales, la aplicación de estos depende del tipo de bien que se quiera valorar y la información disponible que haya al respecto.

Considerando lo expuesto por diversos autores⁷, en la tabla 2, se describen los principales métodos de valoración económica ambiental, así como sus fortalezas y limitaciones para su implementación.

Tabla 2. Principales técnicas de valoración económica de los bienes y servicios del medio ambiente.

Método	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
1. Técnicas que utilizan valores de mercado			
Precios de Mercado/ bienes sustitutos	Es el resultado de la interacción entre consumidores y productores en relación con la oferta y la demanda de los recursos naturales que se transan en los mercados; en donde el precio se convierte en un indicador de la escasez del bien.	Los datos de los precios son fáciles de obtener y reflejan una verdadera disponibilidad a pagar, cuando los bienes y servicios se intercambian en el mercado. El valor se estima a partir del precio en los mercados comerciales (ley de la oferta y la demanda). El valor puede ser calculado a partir del precio de mercado de bienes similares o el valor de la mejor alternativa o sustituto.	Existen fallas de mercado como externalidades que pueden afectar el reflejo de la escasez de los bienes y servicios de los precios de mercado. Adicionalmente, existen distorsiones en los mercados como impuestos o subsidios que impiden que los precios sean el reflejo verdadero de la escasez del recurso.
Costos de oportunidad	Se basa en el supuesto de que los costos de usar recursos que no poseen precio o no son transados en el mercado, pueden ser estimados a través de la cuantificación de los ingresos potenciales de estos usos del suelo (actividades productivas	En vez de valorar directamente los beneficios del medio ambiente, se estima los ingresos dejados de ganar por preservarlos. El costo de oportunidad es considerado como el costo de preservación. Es acertado valorar los	Los costos de oportunidad se basa en la idea de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precios en el mercado o no son comercializados, pueden ser estimados usando el ingreso

⁷ Azqueta, 2002; Barbier et al, 1997; Cardenas et al, 2013; Colombia, 2012a; de Groot et al, 2002; Figueroa, 2010; Gomez et al, 2007; MADVT, 2003; Naido et al, 2008; Rincon et al, 2014.

Método	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
	<p>alternativas) para la toma de decisiones.</p> <p>El costo de oportunidad es de gran utilidad en el caso de los BSA como bienes públicos, al establecer su valor a partir del cálculo del sacrificio que hace tanto el sector oficial como privado para garantizar su oferta natural</p>	BSA por medio del cálculo del costo de oportunidad, al reportar este lo que deja de percibir quien tiene el dominio sobre el ecosistema, como expresión del sacrificio que asegura su disponibilidad.	perdido por no usar el recurso en otros usos como variable.
Valores sombra	Determina el valor sombra de un ecosistema como el agregado de los valores sombra de cada uno de los recursos, en el punto de producción óptimo.	Refleja la escasez del mismo, y el sacrificio que es necesario realizar en la producción de otros bienes para generar una unidad adicional de bien ambiental. Los precios sombra son indicadores del valor del bien ambiental.	Calcular en términos monetarios o referido al coste de producción de los recursos, dado una serie de supuestos respecto a la relación del valor sombra con el coste de producción de los recursos
Función de Producción	Valora los recursos biológicos como insumos de la función de producción a través de la observación de la cantidad y calidad de los recursos asociados a la biodiversidad. La función de producción es una representación formal de la relación entre el recurso natural y la función de producción de un bien de mercado.	El método de la función de producción tiene la ventaja de que permite capturar mejor el funcionamiento y la dinámica del ecosistema, y por tanto se puede utilizar para valorar servicios múltiples. La oferta del factor ambiental no depende directamente del comportamiento del productor; el productor debe adaptarse a las diferentes variaciones de la oferta del insumo ambiental.	<p>Identificación del papel del de la biodiversidad como insumo en la función de producción (causa – efectos).</p> <p>Los efectos de este insumo pueden recaer de manera indirecta tanto en los consumidores como en otros productores lo que complica la estimación matemática en el momento de definir la función de producción.</p>
Costo de Viaje	Esta metodología reconoce que para visitar	Provee información sobre el valor	Se necesitan fuertes supuestos sobre el

Método	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
	algunos sitios de alta importancia ambiental, los consumidores van a incurrir en costos (tiempo y dinero). Estos costos pueden ser una aproximación a la disponibilidad a pagar que tendrían los consumidores por el valor paisajístico y recreacional que tienen estos sitios.	económico de oportunidades de recreación, las cuales son medibles con valores de mercado, a través de la suma de costos de transporte y otros gastos de viaje. Por ejemplo, la demanda de visitas al área (parque), lo que permite valorar indirectamente el valor de un área de recreación pública o privada.	comportamiento de los consumidores. Esta metodología es muy sensible a las técnicas estadísticas utilizadas. Es muy fácil obtener una sobreestimación, porque es posible que el sitio en sí mismo no sea el único motivo por el cual se viaja a la zona.
2. Mercados hipotéticos			
Precios Hedónicos	Se basa en determinar los precios implícitos con respecto a ciertas características que determinan su valor. Por ejemplo el valor de una casa está determinado por factores tales como calidad del entorno, vecindario, ubicación, tamaño y construcción entre otras.	Esta metodología podría facilitar la valoración de los bienes y servicios de la biodiversidad en términos de su impacto en el precio de la tierra, siempre y cuando el papel de la biodiversidad sea bien conocido. La utilidad del consumidor es una función de las cantidades de todos los bienes consumidos y también de los niveles de los atributos o características con que cuentan estos bienes.	Esta metodología presenta algunos inconvenientes cuando el papel del medio natural no es percibido por los consumidores en el precio de la tierra. Por otro lado, por lo general el mercado de la tierra tiene distorsiones y fragmentaciones. Esta metodología es únicamente aplicable al mercado de la tierra y al mercado del trabajo.
Valoración Contingente	Esta metodología se basa principalmente en la construcción de mercados hipotéticos para revelar la disponibilidad a pagar de	A través de esta metodología permite estimar los valores de uso y no uso de los bienes y servicios	No necesariamente la disponibilidad a pagar se traduce en un pago real.

Método	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
	<p>los consumidores por un bien o servicios ambientales. Por lo tanto, a través de encuestas se busca revelar las preferencias de los individuos por un bien o servicios. Las preguntas están orientadas hacia la disponibilidad a pagar o disponibilidad a aceptar en términos monetarios que tendrían los individuos por cambios en la calidad de los bienes y servicios ambientales.</p>	<p>ambientales. En este método se pregunta directamente a la gente cuánto está dispuesta a pagar por servicios ambientales concretos</p>	<p>Los individuos tienen que reflejar su disponibilidad a pagar por los bienes y servicios de la biodiversidad en un indicador monetario. En las técnicas aplicadas en la entrevista se puede introducir varias posibles fuentes de sesgo. También es incierto si la gente en realidad está dispuesta a pagar la suma indicada en la entrevista.</p>
<p>Valoración Conjunta</p>	<p>Esta metodología presenta el bien o servicio ambiental como un bien compuesto por varios atributos.</p> <p>De acuerdo con el esquema en el que se presenten los atributos de dicho bien ambiental los individuos revelan sus preferencias concediendo un puntaje a las alternativas presentadas donde los niveles de bienestar cambian en función de los atributos que componen dicho bien. El costo del disfrute hace parte del paquete de atributos.</p>	<p>La ventaja fundamental es que los individuos presentan sus preferencias por una opción sin que se traduzca en un indicador monetario. Sus preferencias están dadas a través de un puntaje de acuerdo con un escenario hipotético conocido por ellos que refleja su mayor o menor aceptación por el beneficio percibido.</p>	<p>No necesariamente la disponibilidad a pagar se traduce en un pago real.</p> <p>Puede presentar un sesgo en la información o resultados obtenidos</p>
<p>Método del costo del daño evitado, del costo de</p>	<p>Se centra en poder estimar aquellos valores de uso indirecto asociados a: protección costera, erosión evitada, control de la contaminación,</p>	<p>Se puede estimar el costo de la remoción del contaminante orgánico o de cualquier otro contaminante a partir del costo de la</p>	<p>Se presume que el costo del daño evitado o de los sustitutos es comparable al beneficio original. Pero muchas circunstancias externas</p>

Método	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
reemplazo o del costo del sustituto	retención del agua, entre otros.	construcción y el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua (costo del sustituto). El valor del control de las inundaciones se puede estimar a partir del daño que podría causar la inundación (costo del daño evitado).	pueden hacer cambiar el valor del beneficio original esperado y, en consecuencia, la aplicación de este método puede dar lugar a subestimaciones o sobreestimaciones.
Método de la transferencia de beneficios	El valor económico se estima transfiriendo las estimaciones de valores existentes hechas en estudios ya completados en otra localidad o contexto	Las cifras derivadas de la transferencia de beneficios constituyen una primera aproximación, valiosa para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios de preservar un área. Se utiliza a menudo cuando es muy costoso realizar una nueva valoración económica cabal de un sitio concreto	Sólo puede ser tan exacta como el estudio inicial. La extrapolación es únicamente válida entre sitios con las mismas características básicas.

Fuente: Adaptado de diversos actores.

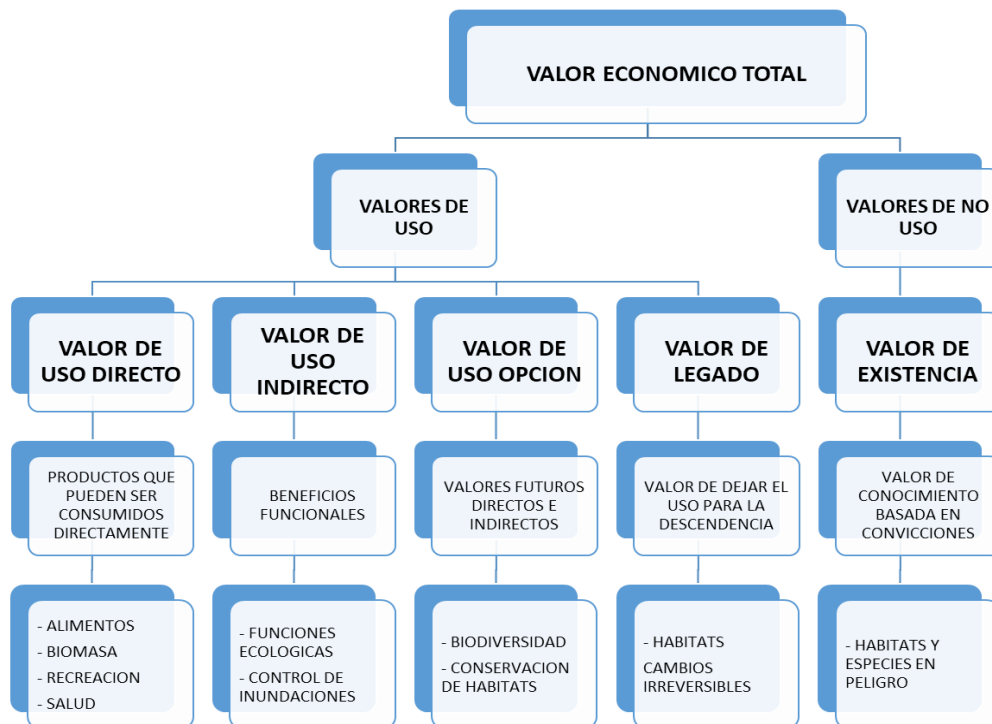
Utilizando los diversos métodos de valoración es posible estimar el valor económico del flujo de un bien o servicio ambiental provisto por un área natural, como un área protegida o de conservación, entendiendo las limitantes existentes de información para llevar a cabo la valoración. Si, además, se calcula el valor económico del flujo anual de cada uno y todos los bienes y servicios que provee un área protegida, es posible, sumándolos todos ellos, obtener el Valor Económico Total (VET) de la provisión de bienes y servicios que el área hace en un año.

3.3.2 VALOR ECONÓMICO TOTAL - VET

El VET refleja el agregado de los valores obtenidos de estimar los bienes y servicios ambientales provistos por los ecosistemas, a través del uso de las metodologías existentes, considerando que existe la limitante de información para poder calcular todos y cada uno de ellos (Bateman et al, 2006); por ello, generalmente el VET refleja sólo una parte de los bienes y servicios ambientales para cada ejercicio de valoración en particular (MADS, 2018).

La Figura 3 muestra la categorización más común usada en la desagregación del valor económico total en sus diferentes posibles componentes. Esta clasificación se presenta en función de cómo se relacionan con el medio ambiente.

Figura 3. Categorías de valor económico



Fuente: Adaptado de diferentes autores.

Respecto a un área protegida, para una mejor comprensión en la estimación, el valor económico se aborda por medio del flujo anual de los bienes y servicios que provee ese territorio (Carriazo et al, 2003), y al sumarlos se obtiene el Valor Económico Total (VET) de la provisión de bienes y servicios que el área hace en un año.

3.3.2.1. Valores de Uso

Se refieren al valor de los servicios del ecosistema que son empleados por las personas con fines de consumo y de producción, y/o dan soporte a las actividades económicas e inclusive al desarrollo de la vida misma del hombre; este valor de uso puede ser directo ó indirecto. En términos generales, el valor de uso puede definirse como el valor determinado por la disponibilidad a pagar que exhiben los individuos por efectivamente utilizar los bienes y servicios generados por medio ambiente (MADVVT, 2003).

a) Valores De Uso Directo

El valor de uso directo corresponde al valor otorgado por la utilización directa de sus productos y servicios. Existen dos usos directos; extractivos que implican el consumo del bien (madera); y los no extractivos, cuando el disfrute de tales servicios no trae aparejada una reducción en la disponibilidad de los mismos, como la recreación y el ecoturismo. El valor de los beneficios obtenidos puede ser medido, ya que las cantidades de producto generado o consumido son tangibles, y usualmente existen precios de mercado asociados al bien o servicio ambiental (maderas, frutos, etc.), por el contrario, en el caso del uso directo no extractivo los beneficios obtenidos no son tan fáciles de valorar (Figueroa, 2010).

b) Valores De Uso Indirecto

Corresponde al valor otorgado a las funciones ambientales reguladoras como por ejemplo la regulación del clima, el reciclaje de nutrientes, la formación del suelo;

que cumplen el medio ambiente y sus ecosistemas, y que contribuyen al sustento de las actividades humanas y naturales (Theran, 2010). Sin embargo, estos usos y su importancia no tienden a comercializarse, y al no estar asociados con las actividades económicas, dificulta su medición y generalmente no son tenidos en cuenta en las decisiones concernientes al manejo de los recursos ambientales.

c) Valor De Opción

Puede definirse como el valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro y no emplearlo hoy. Este valor de opción se refiere al bienestar que experimentan las personas por el hecho de tener la oportunidad de utilizar en el futuro los bienes y servicios ambientales de un ecosistema, ya sea por parte de las generaciones presentes o de las generaciones futuras (MAVDT, 2003). Un ejemplo claro es la desaparición de un área protegida ya que esta supone una pérdida de bienestar, mientras que la preservación de ella o su mejora, lo eleva.

d) Valor De Legado

Surge de que las personas le asignan valor a la conservación de un bien ambiental para que sea utilizado por un tercero, por ejemplo, las generaciones venideras. El valor de legado es particularmente alto en las poblaciones que usan actualmente un recurso ambiental, pues aspiran a transmitir a las generaciones venideras, tanto el bien como la cultura asociada a su utilización (Barbier, 1997). Debido al enfoque otorgado, a veces el valor de legado no es considerado como parte del valor de existencia, sino que como parte del valor de uso, porque, en realidad, corresponde a un uso vicario (por parte de un tercero).

3.3.2.2 Valores de No Uso

Se refiere al valor que las personas le otorgan a la simple existencia de un bien o servicio ambiental (valor otorgado a un área protegida por el simple hecho que

este espacio natural exista), aún si no esperan hacer uso del mismo de forma directa o indirecta a lo largo de todas sus vidas (MAVDT, 2003).

a) Valor De Existencia

Este se define como el valor representado por la disponibilidad a pagar de los no usuarios por la preservación del medio ambiente, caso en el cual, el pago realizado por los no usuarios no se encuentra relacionado con el valor actual o el valor futuro del recurso natural y/o ambiental, sino que responden simplemente a un motivo altruista. Este valor de existencia puede también ser entendido como un valor intrínseco al recurso, que por sí mismo hace que sea más importante y beneficioso para la sociedad preservarlo que transformarlo o degradarlo (MADS, 2018).

3.3.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

El valor que los individuos conceden a los servicios ecosistémicos dentro de un área protegida están influenciados por factores culturales (conciencia ambiental), por las condiciones socioeconómicas (nivel de dependencia de estos recursos para la generación de ingresos), por factores institucionales (formas de apropiación de los recursos, carácter de bien público y/o privado de los bienes ambientales), por el nivel de información relacionado con el bien ambiental, así como la familiaridad o experiencia adquirida en cuanto a su relación con el bien o servicio ambiental (Carriazo et al, 2003; Figueroa, 2010; Pabon et al, 2008).

El proceso de valoración económica para un área protegida incluye dos pasos fundamentales; la identificación de los bienes y servicios ambientales existentes, y, la estimación de su valor económico total (WCPA, 1998). Esta estimación se realiza generalmente en unidades monetarias, puesto que las distintas unidades monetarias (pesos, dólares, euros, etc.) son unidades de medida comprendidas por todas las personas.

El valorar los diversos bienes y servicios ambientales que se derivan de las áreas protegidas, puede ayudar a establecer con mayor precisión las retribuciones mínimas requeridas para garantizar su mantenimiento, así como definir los esquemas institucionales más adecuados que permitan la gestión y planificación sostenible de estos territorios (UAESPNN, 2015).

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

Se describe brevemente el entorno del área protegida del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, así como de los tres principales ecosistemas allí presentes: páramo, bosques altoandinos y humedal; siendo estos la base para abordar la estimación de los servicios ecosistémicos identificados.

4.1.1 CONTEXTO TERRITORIAL REGIONAL SANTANDERES

El área de estudio se encuentra localizada dentro de la denominada “Unidad Biogeográfica de Santurbán”, siendo un territorio definido de forma conjunta por diversas autoridades del orden nacional y regional⁸, con una alta relevancia ambiental en la cual se identifican ecosistemas de especial importancia estratégica en el marco de un proceso de planificación ecoregional para el nororiente de Colombia (CDMB-CORPONOR, 2002).

La Unidad Biogeográfica Santurbán posee una superficie total estimada de 174.642 hectáreas delimitada entre los 2.500 metros sobre el nivel del mar y los

⁸ Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales – UAESPNN, y, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS de carácter nacional. CDMB y CORPONOR, como autoridades ambientales regionales.

4.300 metros en su cota de mayor altura. Alrededor de 62% del terreno se encuentran en el territorio de Norte de Santander y un 38% dentro del territorio del departamento de Santander. Estas zonas paramunas constituyen las áreas de recarga hídrica y estrella fluviales que drenan hacia las Cuencas del Magdalena, Catatumbo y Arauca, estas dos últimas cuencas de carácter binacional con la República de Venezuela (CDMB, 2007). (Ver tabla 3 y mapa 1).

Tabla 3. Territorio de la Unidad Biogeográfica Santurbán

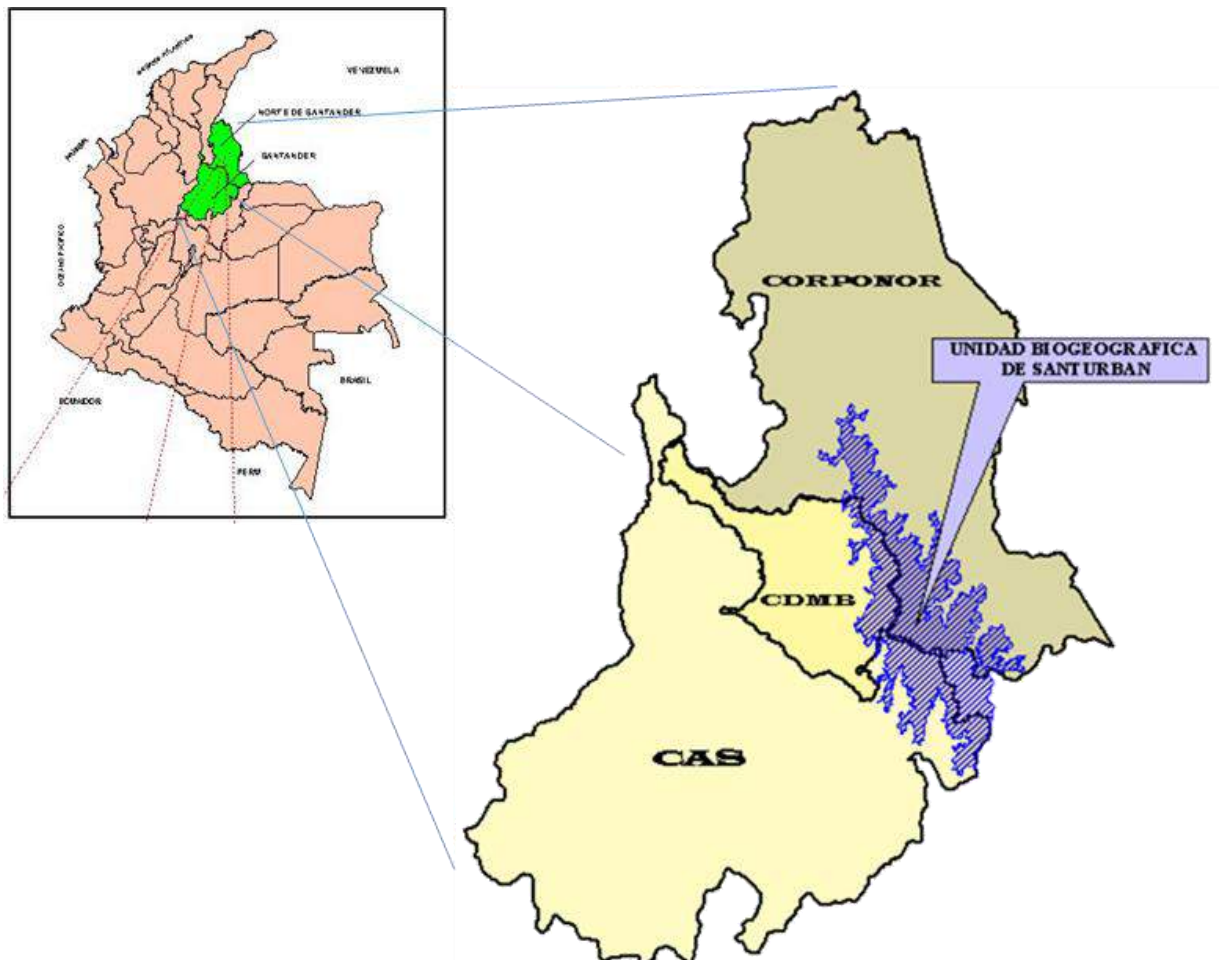
Departamento - Municipio	Área (Hectáreas)	%	Jurisdicción Autoridad ambiental
NORTE DE SANTANDER Silos, Mutiscua, Cucutilla, Arboledas, Cáchira, Salazar de las Palmas, Villa Caro, Cágota, Abrego, Pamplonita, Chitaga	108.472	62.1%	CORPONOR
SANTANDER Tona, Vetas, California, Surata, Charta, El Playón, Piedecuesta, Guaca, Santa Barbara, Matanza	66.170	37.9%	CDMB - CAS
Total Unidad Biogeográfica Santurbán	174.642	100.0%	

Fuente: CDMB, 2007.

Esta unidad biogeográfica, comprende territorios de alta montaña (páramos, subpáramos y bosques altoandinos) compartidos entre los departamentos de Santander y Norte de Santander (CDMB, 2007). De su posición geográfica se derivan algunas singularidades, entre otras, el hecho de constituirse en una importante región del Nororiente Colombiano, caracterizada por la presencia de ecosistemas estratégicos que proveen bienes y servicios ambientales; como por ejemplo, ecoturismo, biodiversidad, control de la erosión, y reservas hídricas de especial relevancia desde el punto de vista económico y social, pues constituyen

en fuente de abastecimiento de agua para los acueductos de las áreas metropolitanas de Bucaramanga y Cúcuta, y de cerca de veinte (20) centros urbanos o municipios menores de los departamentos de Santander y Norte de Santander (CDMB-CORPONOR, 2002).

Mapa 1: Contexto regional Santanderes.



Fuente: CDMB, 2007.

Dentro de la unidad se presentan diversas áreas protegidas y de importancia ambiental, entre las cuales se destacan el Parque Natural Regional Sisavita (12.248 hectáreas en Norte de Santander), el Parque Natural Regional Santurbán - Salazar de las Palmas (19.088 hectáreas en Norte de Santander), el Parque

Natural Regional Santurbán-Arboledas (21.878 hectáreas en Norte de Santander), el Parque Natural Regional Santurbán Mutiscua-Pamplona (9.389 hectáreas en Norte de Santander), el DMI Páramo de Berlín (44.273 hectáreas compartidos entre Santander y Norte de Santander) y el Complejo Lagunario del Norte con un total de 40 lagunas; así como el área de estudio, Parque Natural Regional Páramo de Santurbán (11.700 hectáreas en Santander) (IAVH,2014).

4.1.2 ENTORNO TERRITORIAL “PNR PÁRAMO DE SANTURBÁN”

El territorio del parque natural regional Páramo de Santurbán está bajo jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible CDMB, la cual es la encargada por ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por el desarrollo sostenible dentro de su territorio. Además, tienen como objeto, la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99 de 1993).

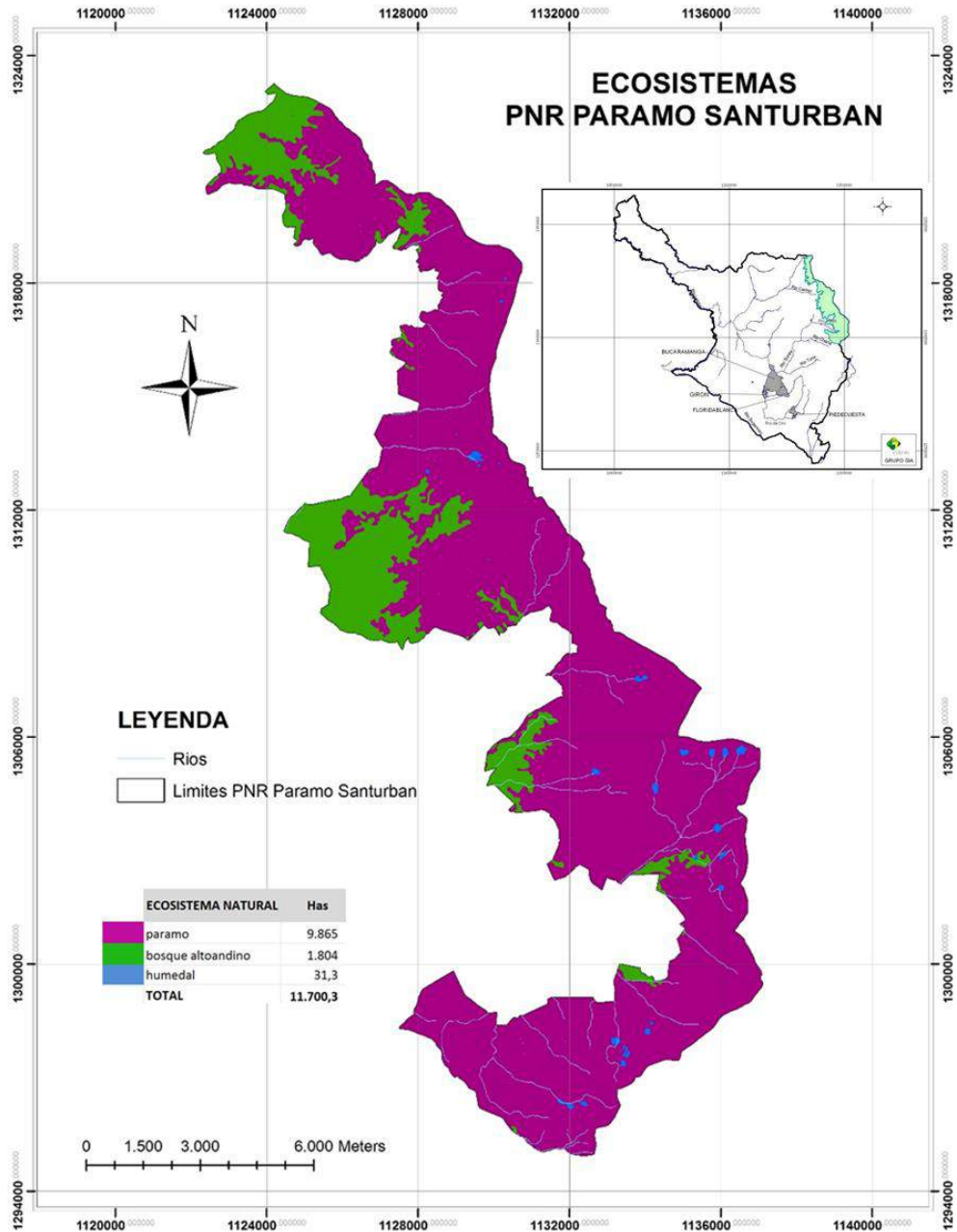
Al igual que toda la unidad biogeográfica a la cual hace parte, los estudios realizados para la zona de estudio, indican la necesidad de conservar y proteger a perpetuidad este territorio mediante su declaración como área protegida, permitiendo establecer una categoría de manejo apropiada en el marco de la normatividad vigente.

Por ello que el 16 de enero del 2013, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB por medio de acto administrativo⁹ declaró el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán con una extensión de

⁹ Acuerdo de Consejo Directivo CDMB No 1236 de enero de 2013.

11.700 hectáreas ubicadas en los municipios de Surata, California y Vetás. (Ver mapa 2).

Mapa 2: Parque Natural Regional Páramo de Santurbán



Fuente: Adaptado de SIG Autoridad ambiental CDMB

El Parque Natural Regional Páramo de Santurbán es un territorio de connotada importancia biológica y ecosistémica, es ampliamente reconocido por su papel en la provisión de bienes y servicios ambientales de gran valor para la conservación de fauna y flora endémica, así como por albergar una muestra representativa de la biota regional (Biocolombia-CDMB, 2009). En efecto, a su interior se identifican porciones significativas de páramos húmedos y selvas andinas, en donde hasta la fecha se han registrado más de 450 especies de plantas vasculares y helechos, 17 especies de reptiles, 17 de anfibios, 201 de aves y 58 de mamíferos, varias de ellas endémicas o bajo amenaza para su conservación (CDMB et al, 2008).

Lo expuesto, permite entender que debido a la importancia ecosistémica que posee esta área protegida, la inexistencia de estudios de valoración económica específica para el parque natural regional Páramo de Santurbán que considere los tres principales ecosistemas allí presentes, el ser un territorio bajo la jurisdicción directa de una sola autoridad ambiental regional, la necesidad de ser gestionado por un plan de manejo bajo responsabilidad de la CDMB, además de ser un posible insumo en la toma de decisiones locales para el apalancamiento de recursos económicos en este territorio; sean argumentos para llevar a cabo una valoración de los bienes y servicios ambientales de este territorio en específico, y no al conjunto de la unidad biogeográfica de Santurbán.

A fin de poder entender la relevancia que tienen los 3 ecosistemas estratégicos identificados que hacen parte del parque natural regional, y son la base para la estimación en la valoración económica ambiental, se expondrá brevemente las características más significativas de cada uno de ellos.

4.1.3 ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Los ecosistemas estratégicos son definidos como aquellas áreas dentro de un territorio que, debido a su composición biológica, características físicas, estructurales y procesos ecológicos, proveen bienes y servicios ambientales imprescindibles e insustituibles para el desarrollo sostenible y armónico de la sociedad (Colombia, 2012a); siendo el páramo, los bosques altoandinos, y humedales, considerados entre los principales ecosistemas a proteger en territorio colombiano (IAVH, 2014).

4.1.3.1 Páramo

Los ecosistemas de páramo se consideran únicos, lo anterior se evidencia ya que en todo el continente, sólo Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Costa Rica cuentan con páramos tropicales ubicados, casi todos en la cordillera de los Andes, salvo los de la Sierra Nevada de Santa Marta y los de Costa Rica (Hofstece et al, 2003).

Los páramos son los ecosistemas naturales de mayor altitud e irradiación solar del planeta, tienen la flora más rica de los ecosistemas de montaña que existen, además presenta una fisionomía muy propia y una notable diversidad de especies, muy superior a la de otras cordilleras (CDMB et al, 2008).

El ecosistema de páramo en Colombia, es un sistema natural complejo y variado de alta montaña y se encuentra en el ascenso altitudinal de los Andes Colombianos, a partir de los 3.000 msnm hasta el límite inferior de los glaciares. (IAVH, 2016).

Se caracteriza por ser un ecosistema frío y húmedo que presenta durante el día cambios de temperatura y nubosidad muy grandes y bruscas, pasando rápidamente de períodos de calor a otros de frío; la temperatura media es de 10,2°C con oscilación entre 3,1°C y 17,3°C. La humedad atmosférica relacionada con la temperatura presenta también oscilaciones; el promedio es 85% pero puede presentar valores muy bajos. La evaporación es de 80,1mm mensuales en

promedio y las precipitaciones pueden oscilar entre 130mm hasta 3.000mm (CDMB, 2017).

La vegetación predominante en los páramos son las plantas del genero *Espeletia*, guardarocíos, plantas vasculares de helechos con predominio del genero Asteraceae Poaceae, macollas de pajonal y gran variedad de familias de musgos (*Leucomiaceae*, *Dicranaceae*, *Orthotrichaceae*, *Bartramyaceae*, entre otras plantas (CDMB, 2007).

Así mismo, los suelos de los ecosistemas de páramo, tienen un bajo nivel de resiliencia por lo que son considerados muy frágiles; es por ello que estos suelos son susceptibles a la pérdida de materiales por erosión (especialmente en vertientes no estables o desestabilizadas por el hombre) y, poseen una gran adición de materiales orgánicos (Calderón, 2014).

Sus suelos presentan una alta capacidad de regulación hídrica y de almacenamiento de agua, siendo producto de la combinación de su alta porosidad y alta permeabilidad (infiltración). Los páramos se caracterizan por actuar como “*esponjas hídricas*” en el proceso de recarga, debido a las características hidromórficas de las turberas formadas en las depresiones del terreno, la presencia de cinturones de condensación en los matorrales y en el completo tapizado del suelo por briofitas que forman un colchón de varios centímetros (Biocolombia-CDMB, 2009).

Esto, hace que el bioma de páramo, en unión con los bosques altoandinos del piso inferior, constituyan los mejores reservorios de aguas y zonas de captación de aguas para los centros urbanos; así mismo, son llamados también refugios ecológicos que albergan una muestra representativa de población vegetal y animal de clima frío (Colombia, 2012a). Es decir, el páramo funciona como corredor biológico para muchas especies, específicamente aves y mamíferos, las

cuales acuden allí para alimentarse o lo utilizan como área de transición hacia otras zonas de vida (CDMB et al, 2008).

Además de la vegetación que los caracteriza, los páramos poseen condiciones climáticas de suelos y de altitud que los diferencian, y hacen de ellos ecosistemas que presenta un conjunto de condiciones ambientales singulares, como por ejemplo poseer una alta riqueza en flora, fauna y microbiota y ofrece paisajes andinos potenciales para el turismo ecológico, por ello se destaca el servicio de recreación que está muy relacionado a la belleza escénica de estos ecosistemas (IAVH et al, 2015).

Otra característica de los páramos es su aporte a la captura de CO² (dióxido de carbono) a través de la necromasa que se encuentra en las plantas y almacenan materias orgánicas y nutrientes; ya que debido a que este ecosistema retiene un alto contenido de carbono en sus suelos debido a sus bajas tasas de mineralización (Yepes et al, 2011).



Foto. Vegetación natural de páramo



Foto: Panorámica del ecosistema páramo

Fuente: Fotos propias visita al área de estudio.

En el departamento de Santander los páramos alcanzan una extensión de 69.259 hectáreas, ubicado sobre áreas límites con el departamento de Boyacá y Norte de Santander que se encuentran repartidos en los municipios de Suratá,

California, Vetas, Charta, Tona, Floridablanca y Piedecuesta (Biocolombia-CDMB, 2009). Desde el punto de vista sociocultural, los páramos juegan un papel importante respecto a la relación hombre - naturaleza, como lugar sagrado y de gran riqueza cultural (Hofstece et al, 2003).

Actualmente, el ecosistema de páramo aparece amenazado tanto por las actividades humanas insostenibles (agricultura, ganadería y minería) que se llevan a cabo directamente en su entorno, como por aquellas que lo afectan de manera indirecta como el cambio climático (Calderón, 2014). Así mismo, los suelos de los ecosistemas de páramo, tienen un bajo nivel de resiliencia por lo que son considerados muy frágiles; es por ello que estos suelos son susceptibles a la pérdida de materiales por erosión (especialmente en vertientes no estables o desestabilizadas por el hombre) y, poseen una gran adición de materiales orgánicos (CDMB et al, 2008).

4.1.3.2 Bosques

Los bosques están bajo severas amenazas en muchos lugares del mundo. En promedio, 15 millones de hectáreas de bosque al año se perdieron o deforestarán durante la década de los noventa a nivel mundial. En Colombia, los bosques andinos enfrentan hoy un grave problema de transformación y degradación al estar sometidos principalmente a la tala excesiva para el establecimiento de áreas de cultivo y ganadería, trayendo consigo la modificación de los patrones microclimáticos y biológicos de especies sensibles a los cambios estructurales del paisaje (CDMB, 2017). Esta pérdida de los bosques ha estado acompañada por la pérdida de los valiosos servicios que ellos proveen y de la biodiversidad que contienen. En muchos casos, las causas de la deforestación pueden ser muchas y complejas; la existencia de fallas de mercado desempeña un papel importante, dado que los servicios ecosistémicos provistos por los bosques

tienen características de bienes públicos caracterizados por externalidades y no cuentan con mercados formales (Calderón, 2014; CDMB, 2008).

Los ecosistemas boscosos además de proporcionar servicios de provisión, soporte y regulación como el mantenimiento del ciclo hidrológico, la producción de madera y productos derivados del bosque, entre otros, desempeñan una importante función como sumidero de CO² (CDMB, 2008). Los bosques son sistemas complejos que pueden contribuir a la mitigación del cambio climático pues almacenan carbono en la vegetación y en el suelo e intercambian carbono con la atmósfera a través del proceso fotosintético y la respiración; en este proceso, el carbono atmosférico secuestrado nuevamente se expresa en términos de biomasa constituyendo follaje, ramas, raíces, troncos, flores y frutos (Pérez et al, 2010).

Dentro del territorio del PNR Páramo de Santurbán, la principal especie de flora está asociada a los robledales dominados por *Quercus humboldtii*, siendo uno de los ecosistemas más singulares de los bosques andinos de Colombia, y se encuentran distribuidos en 18 departamentos entre los 750 y los 3.200 m de altitud, lo cual les confiere alta importancia desde el punto de vista biológico y socioeconómico (Biocolombia-CDMB, 2009).

Los bosques de roble de Colombia se definen como aquellas formaciones vegetales dominadas por individuos de la especie *Quercus humboldtii*; los cuales tienen una alta importancia para la conservación de la diversidad biológica, ya que ofrecen una variedad de hábitats esenciales para muchas especies de flora y fauna (Avella et al, 2010). Las condiciones de humedad y sombra generadas por las densas copas de estos bosques permiten la presencia de un gran número de especies de briofitos, líquenes, bromelias, orquídeas y helechos (CDMB-CORPORNOR, 2002).

Al interior de los robledales existe una rica biodiversidad de flora que supera las 550 especies de plantas vasculares, entre las cuales sobresalen familias como *Melastomataceae*, *Rubiaceae*, *Clusiaceae*, *Lauraceae*, *Orchidaceae*; además esta gran diversidad de plantas que se encuentran en los bosques de roble mantiene una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos (Avella et al, 2010).



Foto. Panorámicas bosque alto andino.

Fuente: Fotos propias visita al área de estudio.

Lo expuesto anteriormente explica por qué los bosques altoandinos son considerados como ecosistemas estratégicos a nivel nacional e internacional por los servicios ecosistémicos¹⁰ que proveen, dados sus altos niveles de biodiversidad y endemismo, su alta capacidad de almacenamiento de carbono y los procesos de regulación hídrica, siendo abastecedores para grandes centros urbanos y sectores productivos (IDEAM, et al; 2018).

Es relevante señalar que, los ecosistemas de bosques altoandinos, junto con los páramos de Colombia enfrentan fuertes presiones producto de la interacción de los efectos del cambio climático y la transformación del uso de la tierra, en

¹⁰ Biodiversidad, la regulación hídrica, la fertilización de los suelos, la captura de carbono, la belleza paisajística, la obtención de madera, alimentos, hábitat de animales, suministro de agua, entre otros.

escenarios políticos dinámicos que incluyen la reestructuración de las dinámicas socio-ambientales producto de la globalización y el post-conflicto (Llambí, et al; 2019).

4.1.3.3 Humedales

La Convención de Ramsar define los humedales como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (de Groot et al, 2007).

Se caracterizan por un cuerpo de agua permanente o estacional de baja profundidad donde la franja que los rodea está sujeta a inundaciones periódicas. Su flora y fauna, así como todo su funcionamiento ecológico, están adaptados a las fluctuaciones periódicas del nivel de las aguas. Es importante señalar que los valores de un humedal en particular dependen de la naturaleza y características de sus funciones y procesos (CDMB, 2007; CDMB, 2017).

Por la alta capacidad de absorción de agua, hasta la saturación, los humedales retienen agua durante la temporada lluviosa, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca. Además, son trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los acuíferos; surten agua a riachos y manantiales; mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora (Adhikari et al, 2009).

Los humedales altoandinos tienen una diversidad biológica singular, muchas especies de plantas y animales que los habitan no se encuentran en otro lugar y en ellos se congregan temporalmente varias especies de aves migratorias, siendo en algunos casos el ecosistema de humedal refugio y sitio de reproducción de fauna amenazada, además están considerados entre los

sistemas biológicamente más productivos, y diversos de la biomasa terrestre (Adhikari et al, 2009; Cárdenas et al, 2011).

Los humedales ofrecen múltiples beneficios adicionales de importante valor social y económico y, por consiguiente, pueden contribuir a satisfacer un amplio espectro de necesidades y objetivos. Son consideradas una de las zonas más ricas en biodiversidad del planeta y constituyen el hábitat fundamental de numerosas especies, se constituyen en una infraestructura natural además de ofrecer calidad y cantidad de agua, tienen un valor incalculable como apoyo a la mitigación del cambio climático y la adaptación a él, a la salud y los medios de subsistencia, al desarrollo local y a la erradicación de la pobreza (Mitsch et al, 2000; OCDE, 2002).

Entre los diversos servicios ecosistémicos que proveen se encuentran,; la protección contra inundaciones, secuestro de carbono, abatimiento de nitrógeno, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes purificación del agua, hábitat y sitio de reproducción para muchas especies, así como el disfrute y la recreación para el descanso y el turismo; así como una serie de beneficios culturales, entre ellos conocimientos (científicos y tradicionales), recreación y turismo, y formación de valores culturales, incluidos la identidad y los valores espirituales (Barbier et al, 1997; Cardenas et al, 2013; Mitsch et al, 2000).

La Base de Datos sobre los Sitios Ramsar y la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) determinaron entre las principales amenazas relacionadas a los ecosistemas de humedal, siendo las más comunes: el crecimiento poblacional y urbanización, el drenaje de agua para para la agricultura, la deforestación de cuencas hidrográficas, la contaminación, el sobrepastoreo, entre otras.



Foto. Espejo de agua de humedal



Foto: Conjunto de humedales en el PNR

Fuente: Fotos propias visita al área de estudio.

Lo anterior permite entender porqué los humedales han jugado un papel primordial en el desarrollo de las sociedades en diversas zonas del mundo desde tiempos inmemoriales. Los humedales son importantes para la gente debido a una gran variedad de razones desde el sostenimiento de la vida y la provisión de agua hasta la herencia cultural. El suministro continuo de estos servicios depende de la integridad y la salud del humedal y sus recursos. (Gren, 1995; MEA, 2005).

4.1.4 AMENAZAS A LOS ECOSISTEMAS NATURALES DEL ÁREA

Los procesos de transformación de los ecosistemas naturales, producto de las actividades antrópicas han generado la destrucción de páramos y nieves perpetuas, la reducción de fuentes hídricas y propagación de incendios debido a las prácticas de agricultura y de ganadería; actividades desarrolladas paralelamente a la minería (CDMB, 2002; CDMB, 2017). Lo anterior ha repercutido en la disminución de la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos con invaluable costos sociales y económicos como son la pérdida de capacidad de regulación del clima regional y local, la contaminación de los recursos hídricos, la purificación del aire y del agua, el incremento de los riesgos de ocurrencia de desastres naturales y pestes, la regulación de flujos hídricos, la absorción de carbono, una pérdida de hábitats a la biodiversidad propia de la

región y alteraciones en los límites naturales de los ecosistemas (CDMB et al, 2008; IAVH, 2015; IDEAM, 2019).

En este contexto de afectación sobre el ecosistema de humedal, se entiende la necesidad de reducir la presión sobre los servicios y ecosistemas afectados, y en mantener las condiciones capaces de proveer niveles adecuados de los servicios ecosistémicos ahí presentes (IAVH, 2015; MEA, 2005).

Diversos autores¹¹ han identificado las principales amenazas dentro del territorio del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

4.1.4.1 Deforestación.

Esta actividad se realiza de manera recurrente aunque no en gran escala, sin que la autoridad ambiental tenga un registro de la madera que se obtiene debido a que se hace de manera ilícita. Se utiliza con fines de comercialización, para apoyo de actividades agrícolas, leña para uso doméstico o ampliación de la frontera agropecuaria. Este problema se evidencia con mayor preocupación en las zonas planas ya que debido a las características del terreno, existe una dificultad de accesibilidad por las pendientes presentes. La tala excesiva y quema de las coberturas boscosas también se presenta en el lugar, causado por malas prácticas agrícolas y ganaderas e incluso asociado con problemas de uso y tenencia de tierra.

4.1.4.2 Ampliación de la frontera agropecuaria.

Existen áreas predominantemente de bosques que dieron paso a actividades agrícolas y de pastoreo a baja escala; sin embargo, debido a las limitaciones socioeconómicas de la población local la actividad agrícola es de subsistencia y la actividad pecuaria es de pastoreo extensivo.

¹¹ CDMB, 2007; CDMB, 2017; Fedesarrollo, 2013; GIDROT, 2011; IAVH, 2016; Rincón, 2014.

4.1.4.3 Fragmentación de hábitat.

Los bosques en su mayoría se encuentran conformando parches que pueden llegar a ser más o menos continuos en la parte alta del cerro, y en algunos casos continúan formando bosques riparios en una franja estrecha a cada lado de las quebradas. Las vías de comunicación y carreteables también influyen en el aspecto del bosque.

4.1.4.4 Conflicto de Uso del suelo.

Los conflictos surgen a partir de la implementación de actividades económicas donde no deberían realizarse por la fragilidad y lenta capacidad del complejo paramuno de regenerarse.

4.1.4.5 Minería.

La presencia de importantes yacimientos de oro y plata, y una cultura asociada a la actividad extractiva minera dentro del territorio del parqueha generado un proceso paulatino de deterioro de los ecosistemas en los últimos años, alterando la capacidad de los ecosistemas naturales de proveer servicios ecosistémicos, afectando negativamente el bienestar de las poblaciones asentadas en esta zona.

4.2. METODO

La metodología se definió de manera específica para cada objetivo específico planteado, y aquí se describe cada uno de ellos.

4.2.1 METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO 1. IDENTIFICAR LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES PROPORCIONADOS POR LOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NATURAL REGIONAL PÁRAMO DE SANTURBÁN.

Esta metodología consideró dos etapas.

4.2.1.1 Caracterización del área de estudio.

En la primera etapa se considero información secundaria existente sobre el parque natural regional y el contexto territorial donde este se encuentra localizado. Para ello, se revisaron diferentes informes y estudios realizados por las autoridades ambientales regionales sobre el estado del medio ambiente, así como de los tres ecosistemas estratégicos presentes dentro del área protegida. Así mismo, a partir de la base de información geográfica de los estudios, se logró delimitar los ecosistemas, logrando precisar el tamaño de estos.

4.2.1.2 Bienes y servicios ambientales presentes en el área de estudio.

Para identificar los bienes y servicios ambientales se analizaron diversos estudios e investigaciones nacionales e internacionales de valoración económica para los ecosistemas de páramo, bosque altoandino y humedales, permitiendo establecer los servicios ecosistémicos más frecuentes asociados a estos ecosistemas, así como de las áreas protegidas localizadas en la zona andina de Colombia.

Debido a las particularidades del territorio donde se encuentra el área protegida, y los resultados de la información secundaria revisada, se determinaron diez bienes y servicios ambientales¹² para los cuales fue posible contar con referencias adecuadas, y calcular su valor ecoomico en los tres ecosistemas.

Considerando el estudio de Figueroa (2010), se utilizó la clasificación realizada por dicho estudio de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas, la cual sigue la ruta iniciada por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA), pero avanza más decididamente en la dirección de unificar las visiones biológico-ecológicas y económico-sociales en un marco conceptual común. Para ello, parte de las categorías propuestas por la MEA, e incorpora otras categorías utilizadas en el estudio de de Groot et al, en el año 2002, titulado 'A typology for the

¹² Cinco servicios ecosistémicos de provisión, dos culturales y tres de regulación.

classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services’.

4.2.2 METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO 2. SELECCIONAR Y APLICAR LA TÉCNICA DE VALORACIÓN MÁS APROPIADA PARA LOS BIENES Y SERVICIOS IDENTIFICADOS PARA DETERMINAR EL VET.

Debido a la naturaleza de los bienes y servicios ambientales identificados dentro del área de estudio, se evaluó la técnica de valoración económica a emplear para cada servicio ecosistémico, la que puede corresponder a una propia para bienes con mercado o una para bienes que carecen de mercado explícito (Figuroa 2010).

Se definieron dos enfoques en la aplicación de la técnica de valoración económica que permitiera dar respuesta de mejor manera a la valoración de cada uno de los bienes y servicios ambientales.

El primer enfoque buscó determinar, a través de un análisis detallado y extensivo de la literatura existente, alguna metodología de valoración ya utilizada y reportada en la literatura, y que utilizando información primaria hubiese estimado el valor de los servicios ecosistémicos de interés. Debido a la variedad de técnicas que existen en las metodologías de valoración, se aplicó aquella para la cual fue posible obtener información pertinente, considerando el bien y servicio ambiental a estimar, y la rigurosidad establecida por ella.

El segundo enfoque corresponde al método de transferencia de beneficios, que consiste en tomar valores consignados en la literatura, estimados para uno o más casos de estudio, y aplicarlos al caso específico que interesa valorar (también llamado caso o sitio de política) (Figuroa, 2010). Se aplica este método debido a la limitación de recursos y tiempo para aquellos bienes y servicios que no fue posible valorar directamente, o no se contaba con información primaria.

Igualmente, este método permite contrastar los resultados obtenidos de aplicar la valoración de los bienes y servicios con el primer enfoque, con los resultados de los estudios secundarios.

Debido a que este método de valoración fue el más empleado, se describe las principales características relacionadas con la metodología de transferencia de beneficios aplicada al parque natural regional Páramo de Santurbán.

4.2.2.1 Método de Transferencia de Beneficios

Este método se emplea para estimar los valores de los bienes y servicios ambientales transfiriendo la información disponible de estudios realizados anteriormente en otra localización y/o contexto - denominado sitio de estudio –.

Parte del supuesto que el valor económico de un bien o servicio ambiental puede ser inferido cuantitativamente a partir de los resultados de otros estudios realizados; por ello el método ha despertado un interés creciente y la literatura sobre el mismo se ha expandido en los últimos años, como por ejemplo en las investigaciones realizadas por Bello et al, 2014; Buitrago et al, 2010; Capital, 2011; Carriazo et al, 2003; Castro, 2011; Costanza et al, 2014; Figueroa, 2010; Figueroa y Pastén, 2011; Navrud et al, 2001; Osorio, 2006; Rosenberg et al, 2006. Sin embargo, el método de transferencia de beneficios puede ser solamente tan preciso como lo sea el estudio original (Brouwer, 2000; Rosenberger et al, 2003).

Este método es ideal para los casos en los que se evalúan ecosistemas homogéneos y con dinámicas espacio-temporales similares, no se cuenta con muchos recursos, ni tiempo adecuado para generar información robusta, además de permitir comparar resultados entre diversos estudios (Bergstrom et al, 2006; Rosenberger et al, 2003). Las cifras derivadas de la transferencia de beneficios

constituyen una aproximación valiosa para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios o costos de poder adoptar una política o programa.

a) Etapas consideradas para la implementación de la transferencia de beneficios¹³

La validez de los estudios de transferencia de beneficios se basa en la calidad del conjunto de estudios existentes y en la similitud entre el sitio de estudio y el sitio de intervención. Para la valoración de bienes y servicios ambientales a través del método de transferencia de beneficios, se adaptaron los pasos propuestos en el protocolo desarrollarlo por Bello et al, 2014; Carriazo, 2003; Capital Natural, 2011; y Ruiz, 2014, así como las recomendaciones establecidos por Figueroa, 2010.

- i. Elección del sitio de política / Contexto de la política o del área de intervención.

Para definir el contexto se debe conocer las características biofísicas teniendo en cuenta los siguientes aspectos; ubicación geográfica en el contexto nacional, rangos altitudinales nacionales u oficiales, coberturas vegetales naturales y antrópicas. Con la ayuda de herramientas de información geográfica se espacializo el tamaño en hectáreas de los ecosistemas presentes en el área de estudio. Se seleccionó a los Andes colombianos como el sitio de la política, debido a que los ecosistemas incorporados para la valoración económica se encuentran dentro de la región de los Andes, y presentan características fisicobioticas y socioeconómicas similares.

¹³ Bello et al, 2014; Bergstrom, 2006; Brouwer, 2000; Capital, 2011; Carriazo, 2003; Eigenbrod, 2010; Figueroa, 2009; MADS, 2018, Navrud, 2001; Osorio, 2006; Rincon, 2014; Rosenberger, 2003; Rosenberger, 2006; Ruiz, 2014.

ii. Identificar el servicio objeto de la valoración.

El segundo paso requiere la identificación del servicio a evaluar y caracterizar la naturaleza del incremento o reducción de oferta ambiental (p. ej. provisión de agua). Para ello se identificaron los principales bienes y servicios asociados a los ecosistemas de páramo, bosque altoandino y humedales; así como de las áreas protegidas de alta montaña para Colombia.

iii. Recopilación de estudios.

Ello significa identificar estudios que valoran bienes y servicios ambientales similares a aquellos del sitio de intervención. Se realizó una extensa revisión de bibliografía de estudios de valoración económica adelantados para los ecosistemas de los Andes colombianos, por medio de búsquedas en bases de datos en línea, de universidades, ONGs y autoridades ambientales; considerando que estos estudios posean la rigurosidad metodológica y procesos de evaluación por pares. En esta revisión, se incluyeron estudios de otros países andinos que presentaran los tres ecosistemas estratégicos, por considerarse que aportan información de referencia importante para la valoración de los bienes y servicios ambientales al área protegida. No se consideraron aquellos documentos que no reportaran los métodos de valoración empleados, no presentaran la forma de determinar el valor, y solo presentaran los resultados sin abordar el contexto de la zona de estudio.

iv. Aplicación de criterios de selección.

Una vez realizada la revisión bibliográfica se propone seleccionar los estudios que cumplan los criterios de selección propuestos por la literatura.

- *Consistencia en las condiciones biofísicas y socio-ambientales:* Los estudios que se consideren deben provenir de áreas de estudio que se encuentren dentro del área de política (Andes colombianos), o de ecosistemas

comparables (Andes de Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela). Para realizar la transferencia de beneficios se deben agrupar los estudios por ecosistema; para esto se puede hacer la homologación de los ecosistemas al mapa de ecosistemas Andinos de Colombia del IAvH (Capital, 2011; Cardenas et al, 2013; Carriazo, 2003).

- *Consistencia de los bienes y servicios ambientales evaluados:* Se debe valorar aproximadamente el mismo bien o servicio para que sean compatibles. Sin embargo, definir esto a veces resulta complicado por las características del bien y/o servicio. Para agrupar este tipo de información se propone usar la lógica lancasteriana de la utilidad, la cual expresa que si un bien o servicio Q1, y un bien o servicio Q2, proveen aproximadamente el mismo servicio a una persona o población, entonces se pueden combinar, y así entonces, se considera que tienen consistencia.
- *Consistencia temporal:* Para poder hacer la transferencia de beneficios los valores deben tener consistencia temporal, ya que la percepción de valor de los servicios ecosistémicos cambia según el estado y la evolución de los mismos, de acuerdo con el cambio en las condiciones sociales. Controlar este sesgo es muy complicado, pero se pueden homogenizar los valores al valor correspondiente en el tiempo presente y al mismo tipo de moneda (pesos colombianos de 2019). Para esto, los estudios considerados en la investigación, deben reportar el año y la moneda en los cuales fueron realizados.
- *Consistencia espacial:* Los valores deben estar determinados para la misma área espacial (m², has, acres, etc.). Para lograr esto, los estudios deben reportar el tamaño del área para la cual fueron realizados, con el fin de poder homogenizar los valores a una medida de área estándar que permitan su comparación. Se estableció homogenizar todas las áreas a la unidad “hectáreas-has”, ya que esta unidad es comparable a nivel internacional.
- *Consistencia en el tipo de medida:* Los estudios seleccionados deben haberse desarrollado a partir de métodos de valoración económica que sean

válidos y con soporte en literatura avalada. Además, las medidas deben ser comparables entre ellas.

v. Codificación de las variables

Después del análisis y evaluación de los parámetros definidos anteriormente se determinó qué estudio, de los encontrados en la revisión bibliográfica se debe utilizar para llevar a cabo la transferencia de beneficios, con el fin de aplicar los resultados de los estudios existentes. Es necesario que la naturaleza de los recursos o servicios evaluados en el sitio de estudio sean comparables con los recursos o servicios del sitio de intervención.

vi. Llevar a cabo la transferencia de beneficios

Considerando y realizando el proceso requerido para definir los estudios y resultados para realizar la transferencia de beneficios, se considera dos tipos de transferencia de los valores: únicos y medios.

- *Transferencia de valor único:* Es la aplicación directa del valor de una investigación original a un sitio de la política o de intervención. Se aplicó este procedimiento cuando existía un solo estudio o resultado en el conjunto de investigaciones revisadas.
- *Transferencia de medida de tendencia central:* Aproxima los beneficios del sitio de intervención con base en el promedio de los valores obtenidos de los diferentes estudios para evitar el sesgo posible al usar solo un resultado.

b) Supuestos para la transferencia de beneficios.

- Las características del recurso o servicio valorado y de la población que lo valora deben ser similares en el sitio de estudio y el sitio de intervención.
- El tamaño del mercado, es decir la población beneficiada por la existencia del recurso, debe ser similar en el sitio de estudio y en el sitio de intervención.

- Todos los modelos son simplificaciones del mundo real, por lo que no captan la complejidad e interrelaciones existentes.
- Los ecosistemas analizados son lugares reconocidos a nivel nacional por su importancia por sus endemismos biológicos, su importancia cultural, la sostenibilidad de las comunidades (oferta hídrica, etc.), y su belleza escénica.
- La asignación de los derechos de propiedad del recurso ambiental en el sitio de estudio y el sitio de intervención debe ser igual con el propósito de utilizar la misma medida de bienestar (p. ej. disponibilidad a aceptar o disponibilidad a pagar).
- Los métodos cuando son aplicados de manera técnicamente rigurosa, proveen una aproximación robusta a la valoración económica de los servicios ecosistémicos, sin embargo tienen un sesgo social debido a que suponen que los mercados libres y competitivos equilibran el beneficio social.

4.2.3 METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO 3. ESTIMAR EL VALOR ECONÓMICO DEL FLUJO ANUAL DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL PARQUE NATURAL REGIONAL PÁRAMO DE SANTURBÁN.

La metodología empleada fue la Matriz de Cálculo del Valor Económico Total (MCVET) propuesta y utilizada en por Figueroa y Pastén (2009, 2014) y Figueroa (2010).

La MCVET se emplea para valorar económicamente los servicios ecosistémicos provistos por un área natural, y consiste en un arreglo de filas conteniendo los diversos ecosistemas incluidos en el área protegida, y columnas para los distintos servicios ecosistémicos posibles de ser provistos por el área, ordenados por las categorías de servicios de regulación, servicios de provisión y servicios culturales.

El arreglo de la MCVET permite, agregando a través de las columnas (de los distintos ecosistemas presentes en un área determinada) o de las filas (a través de los distintos bienes y servicios ecosistémicos presentes en el área valorada), calcular el valor económico de los servicios ecosistémicos provistos en toda el área natural estudiada, para cada servicio ecosistémico, por tipo o categoría de servicio ecosistémico, por ecosistema, por categoría de ecosistemas, y, finalmente, permite calcular el valor económico total (VET) del área protegida en estudio.

Esta matriz como herramienta de cálculo del VET integra tres aspectos centrales del marco conceptual:

- la tipificación de los bienes y servicios ambientales, que finalmente determinan el bienestar de las personas, en tres categorías explícitas de 'servicios ecosistémicos' (servicios de regulación, servicios de provisión y servicios culturales) que siguen la nomenclatura propuesta por la MEA (2005);
- la homologación de las tres categorías de 'servicios ecosistémicos' de la MEA con las tres categorías de componentes del valor (valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de existencia) que emplea la ciencia económica;
- la sistematización del cálculo del valor económico de los servicios ecosistémicos de las APs por tipo de ecosistema presentes en ellas, como lo proponen Costanza et al (1997).

Figuerola (2010) señala que en los estudios de valoración económica para las áreas protegidas, normalmente es posible calcular solamente una proporción relativamente baja de las celdas de la MCVET, debido a faltas de información, imposibilidad presupuestaria para generar información primaria o realizar estudios específicos, escasa disponibilidad de tiempo y/o inexistencia de estudios previos adecuados para utilizar transferencia de beneficios. Esto implica que normalmente el VET estimado para el área protegida que se valora constituye un

'piso', por encima del cual se encuentra el verdadero valor económico de la contribución que posee un área protegida (Bateman et al, 2006; Figueroa, 2010; Figueroa et al, 2009; Turner, 2003).

Debido a lo anterior, la MCVET presenta sólo aquellos bienes y servicios ambientales para los cuales, fue posible encontrar información o realizar la estimación de valoración, para los tres ecosistemas estratégicos presentes en el parque natural regional Páramo de Santurbán.

4.2.3.1 Ajustes por inflación

Debido a las fluctuaciones de los precios en el tiempo, el dinero varía su poder adquisitivo, su valor puede aumentar o disminuir en función de la inflación, que es el aumento generalizado de precios. Por lo tanto, los valores obtenidos a través del método de transferencia de beneficios, estimados y/o publicados en años anteriores, serán actualizados por la inflación de manera de captar el cambio en el poder adquisitivo ocurrido entre el momento de la estimación/publicación y el momento en que fueron transferidos y usados en este estudio (Figueroa, 2010).

Para actualizar un valor estimado en un año anterior al año 2019, se requiere actualizar por inflación (Índice de Precios al Consumidor). Este valor está dado por la fórmula:

$$(IPCa * Xt) + Xt,$$

Donde:

IPACa = a la Inflación acumulada, expresada en porcentaje, desde el año t al primer semestre 2019.

Xt = es el valor a transferir del bien o servicio ambiental en el año t.

5. RESULTADOS

Este apartado presenta los resultados en la estimación del valor económico anual de los bienes y servicios ambientales provistos por los tres ecosistemas identificados dentro del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

Se identificaron 10 bienes y servicios ambientales provistos por estos tres ecosistemas del Parque, para los cuales fue posible encontrar información pertinente y suficiente para llevar a cabo la estimación del valor económico de cada uno de ellos con la rigurosidad metodológica requerida.

Los diez bienes y servicios ambientales valorados presentan una considerable heterogeneidad, ya que algunos son considerados como de uso y otros de no uso, además tienden a ser los más frecuentemente valorados en los ejercicios de valoración económica para un área protegida.

Los bienes y servicios ambientales incorporados en la estimación son:

- Provisión de agua
- Disponibilidad hídrica
- Bioprospección
- Recreación–Ecoturismo
- Conservación
- Legado
- Patrimonio cultural
- Purificación de agua
- Captura carbono
- Control de la erosión

5.1 PROVISIÓN DE AGUA

Este servicio ambiental se genera desde un contexto biofísico cuando las coberturas vegetales en interacción con el suelo almacenan agua en periodos lluviosos, y después liberan gradualmente en las épocas secas o de estiaje, ocasionando con esta función ecológica un equilibrio natural entre los caudales del ciclo invernal con los caudales de verano (Nieto et al, 2015). La provisión anual de agua en el área en estudio está determinada en gran medida por los procesos de infiltración que retienen los flujos anuales de las precipitaciones de agua en la zona, los cuales dependen de las condiciones físicas de los suelos que definen cuánto de esas aguas lluvias se infiltren y almacenen en el área y cuántas escurran al mar (aguas de escorrentía) (CDMB, 2009).

A mayor capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, mayor será el caudal en épocas de verano, y más extenso será el tiempo que la corriente mantenga agua antes de secarse. Así mismo, la capacidad para regular también tiene incidencia en el control de los caudales de crecida, porque antes de saturarse totalmente, la absorción de las coberturas vegetales e infiltración del suelo permeable coadyuva a evitar que durante lluvias torrenciales las aguas superficiales formen torrentes e inundaciones¹⁴, fenómenos que impactan el bienestar humano de manera negativa debido a que su ocurrencia afecta (por lo menos a nivel rural) el ingreso, la salud y la vivienda (Cárdenas, 2011; MADS 2018).

¹⁴ Según Herwartz et al. (2019), las inundaciones junto con las sequías y los ciclones constituyen los desastres naturales más numerosos y afectan a más personas que cualquier otro tipo de desastres naturales. Entre 1999 y 2018, estos tres tipos de desastres hidrometeorológicos representaron más de 90% de todos los desastres naturales registrados, y afectaron a más de 4 millones de personas, causando más de 500.000 muertes y daños económicos por USD 2,2 billones.

Debido a las características de los suelos de alta montaña¹⁵, la remoción de la cobertura vegetal boscosa disminuye la capacidad que tiene el suelo de infiltración, generando un incremento en la escorrentía durante los períodos lluviosos, lo cual afecta negativamente las posibilidades de almacenamiento de agua (Turner et al, 2003). La conversión de las coberturas naturales como el bosque y bofedales, a pasto u otros usos puede reducir drásticamente la capacidad de infiltración del suelo, dado que el volumen de recarga al subsuelo se favorece para aquellas áreas de la cuenca con mayor cobertura boscosa (Barrantes, 2011). Igualmente, Barrantes menciona que, en un escenario de infiltración bajo tres tipos de cobertura: bosques, pastos y sin cobertura vegetal (suelo “desnudo”), el bosque tiene una eficiencia promedio de 68.92% en la infiltración en relación con el pasto y el suelo desnudo, los cuales presentan 24.75% y 6.33% de eficiencia, respectivamente.

Respecto a los suelos de páramo, estos al ser del tipo andosoles, tienen una estructura porosa que facilita la infiltración y una extraordinaria capacidad de retener el agua; el contenido de agua en el suelo saturado sobrepasa el 80% (en comparación con los suelos minerales de cuencas medias y bajas que registran valores entre 30 y 40%) (Celleri, 2009).

En el área protegida en estudio, los ecosistemas allí presentes son vitales para el servicio ambiental hídrico de provisión de agua, tanto en lo referente al volumen anual producido como en la regulación de caudales, dado que existe una precipitación continua y niebla permanente en ellos a lo largo del año que produce una baja evapotranspiración y una alta humedad que se traducen en una saturación permanente de los suelos (CDMB, 2014).

¹⁵ Suelos con contenidos de materia orgánica que permiten que tengan una alta retención de agua la cual conforma el servicio ambiental, generando un valor de uso indirecto ya que provee el beneficio indirecto de regular caudales, y almacenar agua y convertirla en provisión en la época seca (Stolk et al., 2006).

Lo anterior permite entender por qué las características de los suelos en estos tipos de ecosistemas contribuyen con los servicios ecosistémicos relacionados con el recurso hídrico, como por ejemplo de provisión de agua en el área (cantidad anual de agua disponible en el área), y de regulación de esa agua disponible a través de flujos hídricos distribuidos durante el año, y que, a su vez, son muy importantes en otros dos aspectos durante la época seca, y también para evitar excesivos caudales picos en períodos intensos de precipitación (Castro, 2011).

Considerando lo expuesto, se realizó la estimación del valor del servicio ecosistémico a través del método de estimación denominado “costo del daño evitado”, el cual es usado para valorar los servicios indirectos que tiene los ecosistemas, dado que su función de regulación generalmente no es apreciada hasta que se pierde.

5.1.1 MÉTODO DE CÁLCULO

Los suelos presentes dentro del parque natural regional actúan como un gran reservorio natural que regula los flujos del ciclo hidrológico reduciendo las consecuencias negativas de las variaciones (Buitrago et al, 2010; CDMB, 2010).

Las áreas protegidas permiten asegurar que los ecosistemas que se encuentran dentro de sus límites, al no poderse intervenir, conservan su rol de reservorio de agua y su capacidad reguladora. De esta manera, la no existencia de un área protegida, arriesgaría estas funciones por parte de los suelos en dichos ecosistemas y, en el límite, habría que construir embalses para reemplazarlas (Figueroa, 2010). Por lo tanto, es entendible suponer que la máxima capacidad de regulación y retención de agua brindada por estos suelos, puede compararse con la capacidad total que tendría una represa. Dado lo anterior, el servicio de almacenamiento de agua o provisión de agua, puede ser estimado considerando

los costos que se incurriría en la construcción de una represa (Céleri, 2009; de Groot et al, 2007; Figueroa, 2008).

5.1.1.1 Tasa de infiltración por ecosistema

Los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (POMCA) del territorio del área protegida, y que son elaborados por la autoridad ambiental regional, proporcionan la información relacionada con la tasa de infiltración real en la zona de interés, medida en m³/has.

Debido a la extensión del área protegida, en ella se encuentran tres microcuencas¹⁶, por ello se estimó el promedio de infiltración que tiene cada microcuenca a partir del total de m³ de agua al año que produce la microcuenca, y posteriormente se multiplica por la cantidad de hectáreas que tiene la microcuenca dentro del parque natural regional.

El territorio de una microcuenca puede no ser todo homogéneo respecto a su capacidad de infiltración, ya que puede depender de factores climatológicos, estado y composición del suelo, isotermas de absorción e isoyetas propios, entre otros parámetros. Sin embargo, para la estimación realizada aquí se supone una capacidad de infiltración homogénea debido a que la zona en cuestión corresponde a biomas andinos cuyas características y parámetros presentan niveles de uniformidad bastantes similares, así como su estado de conservación muy parejos (IDEAM, 2019; IAVH, 2015; Pabon et al, 2008; Rivera et al, 2011).

Los POMCA's calculan la capacidad de infiltración potencial que tienen los suelos, así como un coeficiente de infiltración, el cual permite precisar la capacidad real que tienen los suelos de almacenar el agua. Un aspecto relevante

¹⁶ Subcuenca Cáchira sur, Microcuenca del río Vetás, y Subcuenca Río Surata.

a señalar observado para las tres microcuencas, es que los POMCAS¹⁷ definieron el mismo coeficiente de infiltración, apoyando el supuesto de homogeneidad territorial.

En la tabla 4, se pueden observar los valores obtenidos y calculados con base en la información de los POMCAS.

Tabla 4. Capacidad de infiltración suelo

Nombre microcuenca	Capacidad de infiltración						
	POMCA					PNR Páramo de Santurbán	
	Total Infiltración Potencial Total*	Total microcuenca	Promedio por microcuenca	Coficiente infiltración**	Absorción Real del suelo	Microcuenca dentro PNR	Promedio PNR***
unidad	m3/año	hectáreas	m3/has/año		m3/has/año	hectáreas	m3/año/has
Cachiri alto	81.708.949	14.056	5.813	0,627	3.645	2.421	8.822.491
Vetas	102.054.192	15.551	6.563	0,627	4.115	2.560	10.534.312
Surata Alto	91.413.835	13.603	6.720	0,627	4.214	6.720	28.313.271
total						11.700	47.670.074

* Corresponde a la infiltración posible que puede ser realizada por los suelos.

** Corresponde a la capacidad real de absorción del suelo considerando las características físicas, geológicas y ubicación de los mismos (MADS 2014)

*** Corresponde al volumen de agua estimado que se infiltra y mantiene los suelos en la microcuenca.

Fuente: POMCA's

Como se observa en la Tabla 4, dentro de los ecosistemas presentes en el área protegida existe una infiltración real promedio de retención de agua de los suelos para cada microcuenca distribuida así: Cachiri alto 3.645 m³/has al año; Surata alto 4.115 m³/has al año, y el rio Vetas con el mayor promedio con cerca de 4.214

¹⁷ CDMB, 2009; CDMB, 2010a; CDMB, 2010b.

m³/has al año; principalmente porque esta última microcuenca se encuentra ubicada en el ecosistema de Páramo el cual tiene mayor capacidad de absorción.

5.1.1.2 Costo de una represa/embalse

Para estimar el costo de una infraestructura de embalse que aporte servicios de almacenamiento de agua¹⁸ similares a los que naturalmente proveen los ecosistemas del Parque para el abastecimiento de agua a grandes urbes pobladas, con ubicación en la región andina y territorios intervenidos para su emplazamiento fue necesario determinar los principales parámetros a considerar en el análisis y evaluación de unas eventuales licitaciones nacionales relacionadas a la construcción de represas o embalses en la región andina.

Se estableció entonces que el embalse Bucaramanga reúne las características¹⁹ que se consideran atingentes como proxy al servicio ecosistémico de provisión de agua. El embalse Bucaramanga, está ubicado en territorio de alta montaña en el departamento de Santander y su construcción obedece a mantener la demanda creciente del Área Metropolitana de Bucaramanga-AMB por el recurso hídrico, siendo esta la razón central de considerar el costo de esta infraestructura. El embalse fue terminado en el año 2016 y tiene una vida útil estimada de 50 años.

Con base en el costo asociado de la construcción de este embalse y los metros cúbicos (m³) de agua estimados que alberga, se pudo establecer un costo promedio de inversión para proveer agua almacenada de COP²⁰ 17.640/m³ (USD²¹ 5,5/m³) (ver Tabla 5).

¹⁸ Siendo esta una de las principales razones por la que fue declarado el área protegida del PNR Páramo de Santurbán.

¹⁹ Particularidades del territorio similares a la zona de estudio, el objetivo de la construcción de la represa y localización en el departamento de Santander.

²⁰ COP: abreviación de pesos colombianos.

²¹ USD: abreviación de dolares americanos.

Tabla 5. Costo construcción embalse

Localización	Costo construcción represa/embalse (COP)	m3 almacenados de agua	Valor promedio COP/m ³	Valor USD/m ³ *
Santander - Embalse Bucaramanga	317.517.000.000	18.000.000	17.640	5,5

*Promedio dólar primer semestre año 2019, Banco de la Republica.

Fuente: estimaciones propias.

5.1.1.3 Fórmula de estimación Valor Provisión de agua

La estimación del valor de provisión de agua se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{provisión de agua}) = (\partial p * P) * C + (\partial b * B) * C + (\partial h * H) * C$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental hídrico de almacenamiento o provisión de agua.

∂p = Es la tasa de infiltración real (m³agua/año) del suelo por hectárea de páramo

P = Hectáreas del ecosistema Páramo dentro la zona de estudio

∂b = Es la tasa de infiltración real (m³agua/año) del suelo por hectárea de bosque

B = Hectáreas del ecosistema Bosque dentro la zona de estudio

∂h = Es la tasa de infiltración real (m³agua/año) del suelo por hectárea de humedal

H = Hectáreas del ecosistema Humedal dentro la zona de estudio

C = Es el costo promedio (\$/m³) de construir una represa en la zona de estudio

5.1.2 RESULTADOS

Con base en los datos estimados de infiltración real, el costo promedio por metros cúbicos del embalse y las hectáreas por cada ecosistema, se obtuvo que el servicio de provisión de agua proporcionado por los ecosistemas tendría un valor de aproximadamente COP 841 mil millones, cerca de USD 265 millones, al no tener que realizarse la construcción del embalse con capacidad de cerca de 47 millones de metros cúbicos de agua al año (volumen equivalente a la infiltración procurada por los ecosistemas en sus suelos (ver Tabla 6).

Tabla 6. Valor Provisión de agua por ecosistema

Microcuenca	Ecosistema natural	Hectáreas	Infiltración Real* (m3/año)	Costo Embalse (COP/m3)	Valor Provisión De Agua (COP)
Cachiri alto	Páramo	1.891	6.892.165	17.640	121.576.637.884
	Bosque altoandino	529	1.928.776	17.640	34.023.287.153
	Humedal	1	1.822	17.640	32.146.959
Surata alto	Páramo	1.597	6.569.711	17.640	115.888.599.106
	Bosque altoandino	960	3.951.775	17.640	69.708.653.976
	Humedal	3	12.604	17.640	222.327.347
Vetas	Páramo	6.378	26.873.024	17.640	474.035.661.463
	Bosque altoandino	314	1.323.500	17.640	23.346.322.940
	Humedal	28	116.661	17.640	2.057.874.116
Total**		11.700	47.670.037		840.891.510.943

* La obtención de la infiltración real, se obtiene de multiplicar las hectáreas del ecosistema por el valor de absorción real del suelo de cada cuenca de la tabla 4.

**los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones y decimales.

Fuente: estimaciones propias.

Debido a que es necesario estimar el valor anualizado de la inversión, este se obtiene al dividir el costo total de la inversión del embalse por su vida útil²², obteniéndose una aproximación del valor anual del servicio ecosistémico de almacenamiento/provisión de agua.

En la Tabla 7, se observa que anualmente este servicio ecosistémico generaría unos beneficios anuales de COP 16.818 millones, aproximadamente unos USD 5,3 millones.

Según las estimaciones obtenidas, el ecosistema de páramo con 9.865 hectáreas representa el 84,6% del valor relacionado con el servicio ecosistémico de Provisión de agua, con COP 14.230 millones; cerca de USD 4,4 millones.

²² 50 años de vida útil.

Tabla 7. Valor Provisión de agua en pesos y dolares.

ECOSISTEMA	VALOR ANUAL ALMACENAMIENTO / PROVISIÓN DE AGUA	
	COP	USD*
Páramo	14.230.017.969	4.462.219
Bosque altoandino	2.541.565.281	796.979
Humedal	46.246.968	14.502
Total**	16.817.830.219	5.273.700

*TRM del dólar promedio para el primer semestre 2019

** Los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones y decimales.

Fuente: estimaciones propias.

5.2 DISPONIBILIDAD HÍDRICA

Como se mencionó anteriormente, los ecosistemas de alta montaña son vitales para el servicio ambiental hídrico, tanto en lo referente a volumen anual producido como en la regulación de caudales, dado que existe una precipitación continua y niebla permanente en ellos a lo largo del año que produce una baja evapotranspiración y una alta humedad que se traducen en una saturación permanente de los suelos (Bello et al, 2014).

Una parte del agua proveniente del ciclo hidrológico se utiliza para el mantenimiento de los mismos ecosistemas, por lo que se deposita en hojas, troncos, tallos y cuerpos de individuos; otra porción regresa a la atmósfera; otra penetra al subsuelo para recarga de acuíferos; lo restante se dispone en ríos, riachuelos y lagos, dando posibilidades para ser utilizado por el ser humano en sus diversas actividades y finalmente drena hacia el océano; siendo este último el servicio ambiental a valorar para la disponibilidad del agua (Correa, 2005).

Ante el impacto de la lluvia en el suelo, la cobertura natural de los ecosistemas presentes en el parque natural, cumplen una función reguladora, pues presenta un área de cobertura foliar muy elevada (en comparación con cualquier otra cobertura) que evita que las gotas impacten directamente al suelo, lo que a su vez evita la compactación y erosión (láminas y en masa) del suelo por estas, disminuyendo además la velocidad de llegada de agua al suelo, a lo que hay que sumar el colchón que forma la materia orgánica que este aporta (Huamani, 2003).

El servicio ecosistémico de disponibilidad de agua, busca estimar la cantidad de recurso hídrico que, debido a las características del ecosistema, esté disponible para aprovechamiento y uso por parte de las personas. Dicha función es considerada como un valor de uso directo, pues el agua disponible es utilizada en diversas actividades como lo son consumo, riego, abrevaderos, entre otras (Nieto, 2015).

5.2.1 MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo usado se realiza a partir del Valor de Productividad Hídrica²³ basado en el costo de oportunidad propuesto por Barrantes, 2011, que se ajusta al contexto colombiano. Este método permite valorar económicamente el servicio ambiental en función de los flujos anuales del recurso hídrico, el cual está determinado por la calidad del ecosistema y su tamaño; a mayor tamaño y mejor conservación, mayor es la producción de flujo del servicio hídrico, la oferta hídrica disponible y la disponibilidad a pagar-DAP por el uso del recurso.

La información usada para determinar el rendimiento hídrico de las microcuencas presentes en el PNR Páramo de Santurbán son obtenidos de los planes de

²³ Se clasifica dentro de los métodos de evaluación monetaria con un enfoque de no demanda (“pricing techniques”), es decir de estimación de precios, en base a observaciones de precios de mercado.

ordenamiento y manejo de cuencas, los cuales estiman la oferta hídrica disponible que puede ser aprovechada para consumo humano.

Este es uno de los primeros intentos por cuantificar este bien ambiental para el cual no existe mercado, a través de esta metodología, considerando que pocos países en el mundo cuentan con estos tipos de ecosistemas de alta montaña.

5.2.1.1 Tasa por uso del agua

Debido a la importancia que tiene este bien ambiental, en Colombia se cuenta con una aproximación de la disponibilidad a pagar que tendrían los usuarios a través del cobro de una tasa por uso del agua, siendo creada por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Decreto Ley 2811 de 1974, artículo 159.

Así mismo, la Ley 812 de 2003 determina que estos recursos se destinen hacia la protección y recuperación del recurso hídrico de acuerdo al respectivo Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca-POMCA.

La tasa por uso del agua es calculada por cada Autoridad Ambiental Regional con jurisdicción del territorio, siendo en este caso la CDMB²⁴, y es cobrada directamente por el acueducto en la respectiva factura/boleta mensual del servicio de agua a todo usuario. Para el año 2019, el monto establecido por la autoridad ambiental a ser cobrado por la tasa ambiental fue de COP 5,51 m³ de agua/mes, es decir USD 0.002 m³/mes.

Esta tasa tiene un doble carácter; por un lado, es un instrumento de gestión para el logro de objetivos ambientales relacionados con la conservación y uso eficiente del agua; por otro lado, es una fuente de recursos financieros para inversiones ambientales que garanticen la renovabilidad del recurso.

²⁴ La Autoridad Ambiental Regional con jurisdicción dentro área protegida le corresponde a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB.

5.2.1.2 Oferta Hídrica Disponible.

Para poder calcular este parámetro es necesaria información cuantitativa referente a los componentes del ciclo hidrológico, con el fin de conocer la oferta total en el área de estudio. Es decir, se parte de la cuantificación volumétrica de agua llovida y la evapotranspiración, lo que permite conocer la oferta disponible que se descompondrá en volumen de agua de escorrentía superficial y volumen de recarga acuífera (Barrantes, 2011).

La productividad del servicio hídrico está determinada por la cantidad de agua captada anualmente que tiene los ecosistemas; por ello para conocer dicho volumen de agua disponible captado se utiliza el balance hídrico disponible de la superficie que ocupa dicha cobertura (CDMB, 2014).

La red hidrológica dentro del parque natural regional está conformada por tres corrientes tributarias delimitadas en su ordenamiento y manejo por las microcuencas Cachiri alto, Vetas y Surata. Por ello, se revisaron los Planes de Ordenamiento Ambiental, y, Planes de ordenamiento y manejo de cuencas, los cuales calculan la oferta hídrica²⁵ que se genera en estas microcuencas.

Es necesario señalar dos aspectos relacionado con la oferta hídrica de las microcuencas presentes dentro del área protegida. Primero, a fin a evitar el deterioro y desaparición del recurso hídrico, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM, junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definieron, en el año 2004, que el 25% de la oferta hídrica calculada que tuviera cualquier río, cuenca o microcuenca debía

²⁵ La estimación de la oferta total hídrica de las microcuencas dentro del Parque Natural Regional se realizó en los planes de cuencas considerando las siguientes variables; Volumen de precipitación, Área de cada microcuenca, Evapotranspiración real, Escorrentía superficial, Coeficiente de Infiltración, y Recarga por infiltración.

ser descontada a fin de ser destinado a caudal ecológico²⁶, permitiendo mantener un mínimo de caudal en el tiempo. El restante 75% es considerado como oferta hídrica disponible, siendo esta la proporción del recurso hídrico aprovechable para su uso.

Segundo, el POMCA Rio Surata, establece que se debe descontar adicionalmente un 25% por calidad al recurso hídrico, debido a que se presentan problemas de calidad de agua por contaminación para las microcuencas Surata alto y Vetas, quedando el 50% como oferta hídrica disponible.

Como se observa en la Tabla 8, la microcuenca Vetas es la que presenta el mayor tamaño con 15.551 hectáreas de extensión, la cual produce anualmente cerca de 71 millones de m³ de agua.

Tabla 8. Características de las microcuencas.

Nombre microcuenca	Tamaño Microcuenca hectáreas	Total oferta hídrica m ³ /año	Oferta hídrica disponible		
			Total m ³ /año	m ³ /ha/año	m ³ /ha/mes
Cachiri alto*	14.056	36.202.190	27.151.643	1.931,7	161,0
Surata Alto**	13.603	66.184.603	33.092.302	2.432,7	202,7
Vetas**	15.551	70.742.186	35.371.093	2.274,5	189,5

* Oferta hídrica estimada con el 75%

** Oferta hídrica estimada con el 50%

Fuente: Estimaciones a partir de información plasmada en los POMCAS

Considerando lo establecido en el año 2004 por el MADS, IDEAM y el POMCA Rio Surata, se descuenta el 50% de ese caudal a fin de obtener la oferta hídrica disponible para ser aprovechada, generando que esta microcuenca produce 35 millones de metros cúbicos del recurso hídrico al año en todo su territorio, unos

²⁶ El agua reservada para preservar valores ecológicos, los hábitats naturales que cobijan riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como purificación de aguas, amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos, los parques naturales y la diversidad de paisajes.

2.274 m³/año por hectárea. Para el río Cachiri, al total de oferta hídrica de la microcuenca solamente se descuenta el 25% relacionado con el caudal ecológico, resultando una oferta hídrica disponible de 161m³/mes por hectárea.

5.2.1.3 Disponibilidad hídrica en el parque natural regional.

La estimación de la proporción de la microcuenca dentro del territorio del parque natural regional, así como de los ecosistemas dentro de ella, se realizó a partir de información obtenida por la Subdirección de Planificación y Ordenamiento Integral del Territorio de la autoridad ambiental regional CDMB. El territorio para cada ecosistema se realizó mediante el uso del programa ARGIS, así como la información digital de los mapas y coberturas dentro del territorio del PNR.

En la tabla 9, se observa que 2.421 hectáreas de las 14.056 hectáreas que posee la microcuenca Cachiri alto, están dentro del territorio del parque natural regional. Así mismo, la microcuenca Surata alto presenta 2.560 hectáreas y la microcuenca Vetas 6.720 hectáreas, conformando de esa forma las 11.700 hectáreas del área protegida.

Tabla 9. Oferta Hídrica Disponible subcuencas

Microcuenca	Hectáreas	m3/ha/mes	m ³ /ha/año	m3/año
Cachiri alto	2.420,6	161,0	1.931,7	4.675.882
Surata Alto	2.560,1	202,7	2.432,7	6.228.009
Vetas	6.719,6	189,5	2.274,5	15.283.897
Total	11.700,3			26.187.788

Fuente: POMCAS - Sistema de información geográfica estudios del PNR.

Se estimó que se producen cerca de 26 millones de metros cúbicos (m³) como oferta hídrica disponible dentro área protegida (a partir de la extrapolación de la información de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, y el sistema de información geográfica de la autoridad ambiental regional). A fin de poder facilitar

la estimación del servicio de disponibilidad hídrica se supuso una producción homogénea de la oferta hídrica para cada ecosistema. Este supuesto surge debido a que los estudios de los POMCAS no realizan una diferenciación específica respecto a la producción de cada ecosistema y su aporte en la oferta hídrica.

En la Tabla 10 se presenta las hectáreas correspondientes de cada ecosistema dentro del territorio de las microcuencas del área protegida; y la oferta hídrica disponible promedio por hectárea al mes del recurso ambiental.

Tabla 10. Oferta hidrica PNR

Micro cuenca	ECOSISTEMA DENTRO DE LA MICROCUENCA			OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE PNR PÁRAMO DE SANTURBAN	
	Ecosistema estratégico	Oferta Hídrica Disponible (m3/has/mes)	Hectáreas	Volumen Oferta (m3/mes)	Oferta hídrica disponible (m3/año)
Cachiri alto	Páramo	160,97	1.891,0	304.392,1	3.652.705
	Bosque altoandino	160,97	529,2	85.184,3	1.022.211
	Humedal	160,97	0,5	80,5	966
Surata alto	Páramo	202,73	1.596,6	323.681,0	3.884.172
	Bosque altoandino	202,73	960,4	194.698,8	2.336.385
	Humedal	202,73	3,1	621,0	7.452
Vetas	Páramo	189,54	6.377,8	1.208.873,0	14.506.476
	Bosque altoandino	189,54	314,1	59.537,2	714.446
	Humedal	189,54	27,7	5.247,9	62.975
TOTAL			11.700,3	2.182.316	26.187.788

Fuente. POMCAS

Se pudo estimar que el ecosistema de Páramo produce 22.043.353 m³ de agua al año, el Bosque altoandino 4.073.043 m³/año, y el Humedal 71.393 m³/año; generando por el territorio que comprende el parque natural regional Páramo de Santurbán aproximadamente 26 millones de m³ de agua/año.

5.2.1.4 Fórmula de estimación Valor Disponibilidad hídrica

La estimación del valor de disponibilidad hídrica se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{disponibilidad hídrica}) = TA * M * HE_p * OH_p + TA * M * HE_h * OH_h + TA * M * HE_b * OH_b$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental disponibilidad hídrica

TA = Valor cobrado mensual de la tasa ambiental (\$/m³)

M = Cantidad de meses en un año

HE_p = Cantidad de hectáreas del ecosistema páramo

OH_p = Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema páramo al mes.

HE_h = Cantidad de hectáreas del ecosistema humedal

OH_h = Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema humedal al mes.

HE_b = Cantidad de hectáreas del ecosistema bosque

OH_b = Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema bosque al mes.

5.2.2 RESULTADOS

A partir de la información obtenida, se estimó que la disponibilidad hídrica anual en el parque natural regional es aproximadamente 26 millones de metros cúbicos, por lo cual se valoró en COP 144.294.712, cerca de USD 45.248 al año; al ser aplicada la tasa ambiental mensual.

Lo anterior, permite entender la relevancia de estos ecosistemas en el abastecimiento de agua para los diferentes usos por parte de las comunidades a las cuales surten los cauces de las microcuencas localizadas dentro del parque natural regional (ver Tabla 11).

Tabla 11. Valor Disponibilidad hidrica por ecosistema

Cuenca	Ecosistema	Oferta hídrica disponible (m3/mes)	Tasa ambiental (COP/mes)	Meses /Año	VALORACIÓN DISPONIBILIDAD HÍDRICA ANUAL*	
					COP	USD**
Cachiri alto	Páramo	304.392,1	5,51	12	20.126.404	6.311,2
	Bosque altoandino	85.184,3	5,51	12	5.632.385	2.224,3
	Humedal	80,5	5,51	12	5.322	\$2,1
Surata alto	Páramo	323.681,0	5,51	12	21.401.787	6.711,1
	Bosque altoandino	194.698,8	5,51	12	12.873.482	3.774,3
	Humedal	621,0	5,51	12	41.058	\$12,0
Vetas	Páramo	1.208.873,0	5,51	12	79.930.683	25.064,5
	Bosque altoandino	59.537,2	5,51	12	3.936.597	1.234,4
	Humedal	5.247,9	5,51	12	346.993	108,8
TOTAL		2.182.316			144.294.712	45.247,6

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

**TRM del dólar para el primer semestre 2019

Fuente: estimaciones propias.

El valor obtenido para el servicio ambiental, presenta montos inferiores a las estimaciones realizadas en el año 2013, por Conservación internacional y Fedesarrollo, los cuales, aplicando la metodología de transferencia de beneficios y disponibilidad a pagar, respectivamente, valoraron el territorio de los andes colombianos para este servicio ecosistémico. Al extrapolar las estimaciones de dichos estudios al territorio del parque natural regional, se obtuvo valores anuales de COP 223.102.133 y COP 295.036.876, respectivamente.

Existen diversas razones que permiten explicar la diferencia de los valores obtenidos por estos estudios, y, la estimación a través de la tasa por uso, siendo entre ellas, las siguientes; los estudios usaron metodologías indirectas de valoración, se consideraron en las encuestas a personas de los centros urbanos

que son receptoras del recurso hídrico, y centros poblacionales diferentes con mayor disponibilidad a pagar social mayor, como son el caso de Bogotá o Medellín; los estudios no abordaron la particularidad del territorio del área protegida, sino consideraron en general el ecosistema de páramo, y en algunos casos a la región andina.

Tabla 12. Valor Disponibilidad hidrica (pesos y dolares)

ECOSISTEMA	VALOR ANUAL DISPONIBILIDAD HIDRICA	
	COP	USD*
Páramo	121.458.874	38.086,8
Bosque altoandino	22.442.464	7.037,5
Humedal	393.374	123,4
Total	144.294.712	45.247,6

*TRM del dólar para el primer semestre 2019
Fuente: Estimaciones propias.

5.3 BIOPROSPECCION

Como lo explica Myers (1997), las plantas terrestres son sobrevivientes de una larguísima historia de vidas azarosas que, durante millones de años de su evolución, han debido enfrentar las amenazas ambientales provenientes de temperaturas muy bajas o muy altas, de exceso de agua o de sequías, de hambrientos comedores de plantas, y de arrolladores incendios. Así, la flora posee una gran riqueza de muy diversos compuestos biológicos con enormes potenciales para la humanidad; a través de la medicina, la farmacéutica, la bromatología, la industria y la ciencia en general.

La bioprospección se encuentra representada como un valor de opción contenida dentro de lo que se concibe como valor de uso, esto hace referencia al valor que

puede tener el recurso biológico o genético al cabo de un determinado tiempo (Artuso, 2002). Este servicio ambiental se entiende como la búsqueda sistemática de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que poseen un valor económico potencial y que podría encontrarse en la riqueza biológica de Colombia (Melgarejo et al, 2002b).

Colombia, con diversidad de ecosistemas y microclimas determinados por su posición en el trópico y su orografía andina, favorecen no sólo la presencia de especies endémicas sino de especies con alta diversidad genética de gran valor potencial. Por otra parte, se cuenta con ambientes extremos como el de páramo, por no citar otros, en donde es altamente probable que exista material biológico y genético con usos potenciales, que pueden ser descubiertos y utilizados de manera sostenible (Melgarejo et al, 2002b).

Melgarejo et al (2002a) consideran a Colombia como un país muy atractivo por parte de las industrias farmacéuticas para emprender prácticas de bioprospección, debido a su gran riqueza de biodiversidad en fuentes de compuestos químicos y biológicos novedosos con gran potencial para comercialización; pero infortunadamente con muy pocos estudios realizados que contribuyan a cuantificar todo ese potencial.

Actualmente el uso de la información genética asociada a las áreas protegidas tiene un potencial económico muy apreciable principalmente para la industria farmacéutica. La presencia de ecosistemas en su estado natural permite desarrollar investigaciones que podrían generar a la sociedad beneficios tanto económicos como sociales (Artuso, 2002).

El parque natural regional Páramo de Santurbán posee una vasta biodiversidad, siendo un importante reservorio de información genética, cuya mayor parte es ignorada por parte de las poblaciones y personas.

Servicios farmacéuticos

La suposición de que el potencial farmacéutico de la biodiversidad es un motivo para conservarla se basa en dos ideas. (Artuso, 2002; Carriazo, 2003):

- La primera es que los países desarrollados obtienen enormes beneficios sociales a partir de la bioprospección, razón por la cual dichos países podrían diseñar instrumentos económicos para transferir recursos a las naciones en desarrollo, a fin de proteger la biodiversidad para futuras actividades relacionadas con la investigación.
- La segunda idea es que los derechos intelectuales y los acuerdos contractuales permitirán la obtención de una porción sustancial de los beneficios obtenidos de los fármacos, con lo cual se podrían financiar las actividades de conservación y contribuir a un desarrollo sustentable. Sin embargo, para que esas negociaciones cumplan con su objetivo de conservación y desarrollo, es necesario prestar más atención al desarrollo de recursos humanos, la innovación tecnológica y el manejo de la propiedad intelectual.

5.3.1 MÉTODO DE CÁLCULO

La estimación del valor de los ecosistemas relacionado con la bioprospección en el área protegida se realiza a través de la transferencia de beneficios de los resultados obtenidos por el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico – CEDE de la Universidad de los Andes, los cuales consideran las estimaciones de Simpson y Craft (1996) y Simpson (1997). Para ello, realizaron una estimación del valor social de la bioprospección, identificando este uso de la diversidad biológica como el principal motivo para la conservación de zonas biodiversa, como son las áreas protegidas.

Las estimaciones suponen que²⁷:

- 1) El número de especies de plantas en un área es determinado por la teoría de la biogeografía de una isla, y
- 2) El número total de especies endémicas de toda la taxa es proporcional al número de especies de plantas.

Los valores transferidos por Carriazo et al. (2003) para Colombia corresponden a dos zonas identificadas como hotspots²⁸, por lo que estos valores deben ser interpretados como estimaciones conservadoras del valor del servicio de bioprospección. El estudio estimó, a través de la metodología de disponibilidad a pagar de las farmacéuticas por la preservación de una hectárea con altos niveles de concentración en biodiversidad (hotspot), y su importancia para el servicio ambiental de bioprospección, un valor por hectárea para la región andina y sus ecosistemas del orden de COP 2.700/hectárea, cerca USD 0.85/por hectárea.

5.3.1.1 **Formula para estimación Bioprospección**

La estimación del valor del servicio ambiental se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{bioprospección}) = HE_p * B + HE_h * B + HE_b * B$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Bioprospección

HE_p = Cantidad de hectáreas (has) del ecosistema páramo

HE_h = Cantidad de hectáreas del ecosistema humedal

HE_b = Cantidad de hectáreas del ecosistema bosque

B = Valor del CEDE para el servicio ambiental (usd/has)

²⁷ Simpson, Sedjo y Reid 1996, citado en Carriazo et al 2003.

²⁸ Un hotspot de biodiversidad es una región biogeográfica que es tanto un reservorio significativo de biodiversidad y que además, está amenazado. El término se refiere específicamente a 25 áreas del mundo que han perdido a lo menos 70% de su habitat original.

5.3.2 RESULTADOS

A partir de las hectáreas presentes para cada ecosistema, se pudo estimar que el servicio ecosistémico de bioprospección, se valoró aproximadamente en COP 31,6 millones, cerca de USD 9.941 al año (ver Tabla 13).

Tabla 13. Valor Bioprospección (pesos y dolares)

ECOSISTEMA	HECTÁREAS	Valor Bioprospección (COP/has)	VALOR ANUAL BIOPROSPECCIÓN*	
			COP	USD**
Páramo	9.865	2.700	26.636.937	8.352,8
Bosque Alto andino	1.804	2.700	4.870.033	1.527,2
Humedal	31,3	2.700	84.377	26,5
TOTAL	11.700	2.700	31.591.346	9.906,5

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

**TRM del dólar para el primer semestre 2019

Fuente: estimaciones propias.

5.4 RECREACIÓN - ECOTURISMO

Las áreas protegidas son reconocidas cada vez más como lugares importantes para promover la salud física y mental de la población, así como proveedoras de servicios recreativos importantes (Figuroa, 2008 y 2010; Newsome et al, 2002; Mantilla, 2014). Según La Organización Mundial del Turismo, el desarrollo sostenible debe atender las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y al mismo tiempo protege y fomenta las oportunidades para el futuro. Así visto, el turismo, se concibe como una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que puedan satisfacerse las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando al mismo tiempo la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la

vida, especialmente en las zonas de protección y/o conservación declaradas como áreas protegidas (Rosenberg, 2000).

Los principales usos y/o actividades de los turistas asociados al servicio de ecoturismo o recreación, son caminatas, observación de flora y fauna, disfrute de belleza escénica, esparcimiento y recreación al aire libre (Villamizar, 2012). Lo anterior induce a que diversos sectores de la población desarrollen una disposición a pagar para la conservación del ecosistema que están visitando, a fin de que se mantenga en las mismas o mejore sus condiciones en el futuro.

5.4.1 MÉTODO DE CÁLCULO

La valoración del ecoturismo se realizó con base en los resultados de la Disponibilidad a pagar/DAP promedio obtenido de diversas investigaciones realizadas al ecosistema de páramo y bosque alto andino principalmente en estudios de caso para el departamento de Santander. Los estudios aplicaron la metodología de costos de viaje, siendo la calidad de la información y similitud del territorio los criterios para escoger las investigaciones.

Dado que no hay información desagregada del número de usuarios por actividad recreativa, sólo es posible estimar los beneficios totales para la actividad de recreación en forma general para el territorio del área protegida, y posteriormente determinar la proporción para cada uno de los tres ecosistemas estratégicos presentes.

5.4.1.1 El método del Costo de Viaje

Es un método de valoración ambiental que se caracteriza por no tener un mercado definido donde sea posible obtener información sobre precios y cantidades demandadas, por lo tanto, la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados (Villamizar et al, 2012).

Este método estima el valor de un lugar usado para actividades recreativas, a partir del supuesto de que el costo asociado al viaje para visitar un determinado lugar es cuando al menos el valor mínimo que las personas le asignan al servicio de recreación; es decir, el dinero y el tiempo que los individuos usan para viajar a una zona natural, son aproximaciones (valores piso) para medir el valor de su experiencia en ecoturismo (Mantilla et al, 2014).

De esta manera, el valor del servicio de recreación prestado por el lugar en cuestión es reflejado en la cantidad de individuos que concurren al sitio multiplicada por la DAP promedio de ellos. Esta DAP promedio corresponde a los costos directos (pasajes, bencina, alimentación, pago de entradas, tiempo, otros) promedio en que incurren las personas por visitar el área protegida.

El modelo asume que solo existe un parque natural y el usuario visita el parque natural para disfrutar sus oportunidades recreativas; por ello la demanda por los servicios provistos por el parque natural se puede derivar, de manera indirecta, observando las visitas al área protegida (Figuroa, 2008; MADS, 2018).

5.4.1.2 DAP por recreación

Según cálculos realizados por Fedesarrollo (2013), el costo de viaje asociado por persona es de COP 159.708 (USD 50).

Así mismo, diversos estudios estimaron la DAP a partir del cobro de la entrada por visitar los ecosistemas de alta montaña, siendo principalmente tres²⁹ las investigaciones que abordaban el territorio del área protegida o localizaciones cercanas a él. Debido a que cada uno de los estudios presenta variables y estimaciones sólidas, se determinó usar el valor promedio de la DAP por persona

²⁹ Fedesarrollo 2013 (COP 26.709), Mantilla et al, 2014 (COP 17.370), Villamizar 2012 (COP 22.200). Los valores fueron ajustados al año 2019.

a partir de los resultados de tres estudios, obteniéndose un costo de entrada por persona de COP 22.100 (USD 7/persona).

El número de las visitas posibles al área protegida se obtuvo de lo definido por el proyecto en el año 2014, “Estudio de alternativas para el desarrollo del ecoturismo en el Parque Natural Regional Santurbán”, el cual estimó en 6.742 visitantes anuales al área protegida.

5.4.1.3 Formula de estimación Recreación/Ecoturismo

La estimación del valor del servicio ambiental se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{recreación}) = DAP_v * Q_v + C_v * Q_v$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Recreación

DAP_v = Es la disponibilidad a pagar de cada visitante por entrar al parque.

C_v = Costos de viaje promedio asociados a transporte, alojamiento, comida que incurre un visitante por visitar al parque.

Q_v = Es la cantidad de visitantes esperados al año que visiten el área protegida.

5.4.2 RESULTADOS

Considerando los resultados de los estudios a través de la transferencia de beneficios, y aplicando la metodología del costo de viaje, para el servicio de Recreación/Ecoturismo se obtuvo una valoración de COP 1.226 millones (USD 384.368), relacionado en los potenciales ingresos generados por la disponibilidad a pagar por la entrada al parque y los gastos necesarios que debe incurrir cada visitante para visitar el parque natural regional. Ver tabla 14.

Tabla 14. Estimacion valor Ecoturismo

COSTO DE VIAJE			VALORACIÓN ECOTURISMO /RECREACIÓN	
Ítem	Gasto estimado por persona	Visitas al Anuales Estimadas		
	COP	Personas/año	COP	USD
Costo incurridos para visitar el PNR	159.708	6.742	1.076.754.518	337.646,4
DAP por entrar al PNR	22.100	6.742	148.995.916	46.721,8
Total	181.808	6.742	1.225.750.434	384.368,3

Es importante señalar que este valor está representado para la totalidad del parque natural regional, ya que los posibles visitantes no dividen las zonas a conocer, sino aprecian es el conjunto de los diversos ecosistemas, las características y naturaleza que posee el área protegida durante su visita. Por lo que, para estimar el aporte correspondiente de cada ecosistema, y su respectiva valoración, el monto total por ingresos estimados para el servicio ecosistémico es dividido por la proporción del tamaño³⁰ del ecosistema en el parque natural regional Páramo de Santurbán. Ver Tabla 15.

Tabla 15. Valor Recreacion-Ecoturismo (pesos y dolares)

ECOSISTEMA	VALOR ANUAL ECOTURISMO -RECREACION*	
	COP	USD**
Páramo	1.033.518.366	324.088,5
Bosque altoandino	188.958.226	59.253,1
Humedal	3.273.843	1.026,6
Total	1.225.750.434	384.368,3

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

**TRM del dólar para el primer semestre 2019.

Fuente: estimaciones propias.

³⁰ El ecosistema de páramo representa el 84,3% del área, Bosque el 15,4%, y Humedal el 0,3%.

5.5 CONSERVACIÓN

Las áreas protegidas están ampliamente reconocidas como la piedra angular de la conservación de la biodiversidad. Un estudio sobre la efectividad de los parques en la protección de la biodiversidad tropical, demostró que el 97% de las áreas protegidas evaluadas estaban ecológicamente en mucho mejor condición que las tierras aledañas, con relación a la deforestación de más del 80% de los parques sufrieron menos tala ilegal y quema (Bruner et al, 2001).

Así mismo, la conservación de un ecosistema permite estar asociado indistintamente al servicio de refugio o hábitat, el cual es entendido como la provisión de espacios para vivir que proveen los territorios naturales, en especial las áreas protegidas, a las plantas y animales, permitiendo la diversidad biológica y genética (Barbier et al, 1997). Asimismo, esta función provee de lugares de apareamiento y crianza para especies que forman parte de la cadena alimenticia del ecosistema, lo que es de utilidad para fines comerciales y para la subsistencia de muchas otras especies (Gómez et al, 2007).

La conservación de la biodiversidad constituye un importante factor en un área protegida ya que incorpora diferentes razones de tipo cultural, éticos, estéticos, social, económico, espiritual y ambiental para mantener en su estado natural la flora y fauna allí presentes (Espinosa, 2013).

5.5.1 MÉTODO DE CÁLCULO

Dentro de la teoría económica se han planteado diferentes metodologías para valorar la conservación de la biodiversidad, siendo estas aproximaciones en la mayoría de los casos basadas en valores de Disponibilidad a Pagar por parte de diferentes agentes de la economía por la conservación de áreas naturales en

donde se reconoce los principales aspectos de la biodiversidad (MAVDT, 2003; Rincón et al, 2014).

Debido a la falencia de investigaciones y resultados específicos para los ecosistemas presentes en el parque natural regional Páramo de Santurbán, es posible abordar la valoración del servicio ecosistémico de Conservación dentro del área protegida, a partir de la disponibilidad a pagar por parte del Estado para mantener la conservación la flora y fauna a través de la aplicación del Certificado de Incentivo Forestal para la Conservación (CIF conservación). Considerando el objetivo de este incentivo, se puede entender que este es el costo de oportunidad que paga la autoridad ambiental a los propietarios de los predios localizados en el parque natural regional, a fin de que no haga uso de la flora y fauna allí presente, sino que conserve en su estado natural los ecosistemas.

Por ende, la estimación del valor para el servicio de conservación de la biodiversidad se realiza a partir del enfoque de costo de oportunidad, la disponibilidad a pagar de la autoridad ambiental por conservar la flora y fauna de los ecosistemas (López et al, 2018; WCPA, 1998). Este costo de oportunidad, permite valorar la rentabilidad de la mejor alternativa desde el punto de vista económico que tienen los propietarios de los predios, ante la imposibilidad de hacer uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de un área protegida, como es el parque natural regional.

5.5.1.1 CIF de conservación

El Certificado de Incentivo Forestal para la Conservación fue reglamentado mediante el decreto 900 de 1997³¹, y es un instrumento que compensa a los propietarios de un área por los costos directos e indirectos en que incurre por

³¹ COLOMBIA. Ministerio de Medio Ambiente. 1997. Decreto 900: Por el cual se reglamenta el certificado de incentivo forestal para conservación, abril 1997. 7p.

conservar en su predio, ecosistemas naturales boscosos poco o nada intervenidos. En su artículo 7, el CIF establece que el valor base del certificado forestal de conservación será de 7 salarios mínimos mensuales vigentes por hectárea de bosque y podrá ser ajustado por la autoridad ambiental competente, de acuerdo con los factores establecidos en el artículo 11 del decreto para obtener el valor total del incentivo.

El monto del incentivo (USD 170/ha/año) que establecía el decreto, generó una demanda significativa de recursos, al tener este incentivo un monto muy alto con respecto a los valores pagados por incentivos similares en América Latina, que oscilaban entre USD 10 y 30/hectáreas/año (López et al, 2018).

Debido a la potestad de calcular y ajustar el valor del CIF de conservación, la autoridad ambiental regional CDMB a través la Resolución 0937 de 2010, estableció el pago de un monto anual³² de COP 27.825/ha (USD 16/has) para el CIF de Conservación, el cual al ser actualizado por inflación se estima que el CIF a precios año 2019 sería de COP 38.234.

5.5.1.2 Formula de estimación Conservación

La estimación del valor del servicio ambiental de conservación se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{conservación}) = CIF * Hp + CIF * Hh + CIF * Hb$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Conservación

CIF = Monto anual del CIF de conservación

Hp = Hectáreas del ecosistema de páramo

Hh = Hectáreas del ecosistema de humedal

Hb = Hectáreas del ecosistema de bosque

³² Valores a precios del año 2010.

5.5.2 RESULTADOS

Con base en la aplicación del monto actualizado del valor correspondiente del certificado por hectárea a los diferentes ecosistemas presentes en el área protegida; se estimó que el servicio ecosistémico de Conservación tiene un valor de COP 447.354.789, aproximadamente USD140.281 (ver Tabla 16).

Es importante señalar que el monto del servicio de Conservación representa el valor que los dueños de los predios localizados dentro del área protegida percibirían a cambio de no realizar ningún tipo de actividad dentro de los predios; excluyendo aquellas actividades permitidas dentro de un parque natural, como, por ejemplo, el ecoturismo.

Tabla 16. Valor Conservacion (pesos y dolares)

Ecosistema	Hectáreas	CIF Conservación 2019	VALOR ANUAL CONSERVACIÓN *	
			COP	USD
Páramo	9.865	38.234	377.197.003	118.280,7
Bosque Alto andino	1.804	38.234	68.962.951	21.625,3
Humedal	31	38.234	1.194.835	374,7
TOTAL	11.700		447.354.789	140.280,6

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.
Fuente: estimaciones propias

5.6 LEGADO

El valor de legado es aquel que se le asigna a la biodiversidad considerando que, para las generaciones futuras, la diversidad biológica puede representar un valor de uso (Martínez, 2008). Este servicio fue nombrado por primera vez por Krutilla en 1967, quien determinó que las personas se interesan por los recursos naturales, tales como parques naturales, debido al hecho de que las futuras generaciones puedan hacer uso de los bienes y servicios que allí se presentan;

es decir existe un deseo de las personas por preservar un recurso natural para sus descendientes (Osorio, 2006). En este caso, las personas están dispuestas a pagar por la protección del área protegida (en nuestro caso específico) porque esperan que sus hijos o nietos puedan disfrutar de los servicios directos (agua, recreación, biodiversidad) que esta zona provee (Fedesarrollo, 2013).

Con base en lo anterior, puede entenderse que existe tres principales razones que motivan la importancia del valor de legado de los ecosistemas presentes en el área protegida: la primera está relacionada con las opciones de preservar los recursos para el uso futuro; la segunda, con la posibilidad de legar los recursos naturales a las generaciones venideras y; tercera, como una actitud altruista hacia el uso que otras personas hagan del recurso determinado (Capital, 2011). Debido a la falta de un mercado específico que pueda establecer la disponibilidad a pagar de las personas por conservar los recursos naturales para futuras generaciones, se desarrolló la metodología conocida como Valoración Contingente (VC). Este método consiste en la creación un mercado hipotético, a través de la realización de encuestas, que preguntan por la disposición a pagar de las personas por la conservación de un recurso natural (Fedesarrollo, 2013).

A través del análisis de diversos estudios realizados en Colombia, y en específico para la zona del parque natural regional o territorios similares, se identificaron tres³³ investigaciones, las cuales calcularon el valor económico de este servicio ambiental a través de la disponibilidad a pagar.

5.6.1 MÉTODO DE CÁLCULO

La estimación del servicio de Legado se realizó a través de la metodología de transferencia de beneficios de los resultados de los estudios mencionados anteriormente.

³³ Bello et al, 2014; Capital, 2011 y Martínez, 2008.

Para los ecosistemas de páramo y bosque en el parque natural regional la estimación del valor de Legado, se realizó a partir de los resultados del estudio de Bello (2014) y Capital Natural (2011). Los estudios abordaron la valoración económica de los servicios ecosistémicos en los Andes colombianos, arrojando un valor de legado de COP 544.290 (USD171.3) a precios del año 2019.

Respecto al ecosistema de humedal, se consideró el estudio de Martínez (2008), el cual obtuvo un valor de COP 371.371 (USD 116,9).

5.6.1.1 Formula de estimación Valor Legado

La estimación del valor del servicio ambiental se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{legado}) = HEp * Vc + HEh * Vm + HEb * Vc$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Legado

HEp= Cantidad de hectáreas (has) del ecosistema páramo

HEh= Cantidad de hectáreas del ecosistema humedal

HEb= Cantidad de hectáreas del ecosistema bosque

Vc = Valor del servicio ambiental, estudio Conservación internacional

Vm = Valor del servicio ambiental, estudio de Martínez.

5.6.2 RESULTADOS

Usando la metodología de transferencia de beneficios y considerando los resultados de la disponibilidad a pagar de los tres estudios, se pudo establecer que el servicio ambiental de Legado tiene un valor anual aproximado de COP 6.363 millones, cerca de USD 2 millones. (Ver tabla 17).

Tabla 17. Valor Legado (pesos y dolares)

Ecosistema	Hectáreas	DAP* COP	VALOR ANUAL LEGADO **	
			COP	USD***
Páramo	9.865	544.290	5.369.640.879	1.683.800,8
Bosque Alto andino	1.804	544.290	981.731.768	307.849,4
Humedal	31	371.371	11.605.464	3.639,2
TOTAL	11.700		6.362.978.110	1.995.289,5

*Valores actualizados a 2019

**los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

***TRM dólar promedio primer semestre 2019, Banco de la Republica

Fuente: estimaciones propias

Legado es uno de los servicios más valorados, en relación a la estimación de los ecosistemas presentes dentro del parque natural regional Páramo de Santurbán, entendiéndose que las personas consideran en gran medida los ecosistemas presentes dentro del área protegida para que las generaciones futuras puedan hacer uso y disfrute de este territorio.

5.7 PATRIMONIO CULTURAL

Los ecosistemas de alta montaña pueden ser importantes a nivel local o regional desde el punto de vista religioso, histórico, arqueológico, o cultural. Las personas que no utilizan los ecosistemas directamente pueden darle un valor determinado debido a que poseen características esenciales o un significado especial para ellas, por ello, se puede llegar a conservar un determinado ecosistema o área protegida debido al valor cultural y patrimonial que las personas le otorgan (deGroot, 2002).

Igualmente, la naturaleza provee sentidos de identidad a muchos pueblos, los cuales son asociados a características ambientales, incluyendo aspectos de los

ecosistemas. Asimismo, muchas sociedades le asignan un alto valor a la conservación de paisajes o especies con un valor histórico o cultural (Figueroa, 2010).

Lo anterior permite entender que existan diversos estudios que buscan valorar características históricas, espaciales, estéticas y culturales del paisaje, obteniendo estimaciones de disponibilidad a pagar, aplicando diversas metodologías y enfoques, permitiendo entender porque este servicio del orden más sociocultural es considerado importante por las comunidades (Ruiz, 2014).

A través del análisis de diversos estudios realizados en la región andina, se definieron tres³⁴ estudios, los cuáles a través de la estimación de la disponibilidad a pagar, calculan el valor económico del servicio ambiental de Patrimonio cultural. Cada estudio en particular se enfocaba en estimar el valor de uno o dos ecosistemas de forma específica.

5.7.1 MÉTODO DE CÁLCULO

El cálculo del servicio de patrimonio cultural se realizó mediante la aplicación del método de transferencia de beneficios, a los resultados de los estudios e investigaciones que aplicaron la metodología de valoración contingente. Las investigaciones partieron con la creación un mercado hipotético, a través de la realización de encuestas que preguntan por la disposición a pagar de las personas, por el valor asociado al bien y servicio ambiental de cultura y espiritualidad representado en los ecosistemas del área protegida.

Debido a que los estudios contemplados para la transferencia de beneficios donde fueron obtenidos los valores son realizados en diferentes años, se efectuó la respectiva corrección por inflación a fin de actualizar los montos al año 2019.

³⁴ Capital, 2011; Correa, 2005; Martinez, 2008.

5.7.1.1 Formula de estimación Patrimonio cultural

La estimación del valor del servicio ambiental se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{patrimonio cultural}) = HEp \cdot Vc + HEh \cdot Vm + HEb \cdot Vc$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental patrimonio cultural

HEp= Cantidad de hectáreas (has) del ecosistema páramo

HEh= Cantidad de hectáreas del ecosistema humedal

HEb= Cantidad de hectáreas del ecosistema bosque

Vc = Valor del servicio ambiental, estudio Capital (2011).

Vm = Valor del servicio ambiental, estudio de Martínez (2008).

5.7.2 RESULTADOS

Como se observa en la tabla 18, las personas presentaron una mayor DAP por el ecosistema de humedal, con COP 245.527/ha (USD 77,3/ha), seguido del ecosistema de páramo con COP 43.088 (USD 13), y en menor medida con el bosque con COP 10.910 (USD 3,4).

Tabla 18. Valor Patrimonio cultural (pesos y dolares)

Ecosistema	Hectáreas	DAP***** COP	VALOR ANUAL PATRIMONIO CULTURAL*****	
			COP	USD
Páramo*	9.865	43.088	425.076.576	133.294,6
Bosque Alto andino **	1.804	10.910	19.678.004	6.170,6
Humedal***	31	245.527	7.672.791	2.406,0
TOTAL	11.700		452.427.371	141.871,2

* Bello, 2014. **Correa, 2005. *** Martínez, 2008.

**** la suma total de los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones en los decimales

***** valores ajustados al año 2019.

Fuente: estimaciones propias.

El valor total del servicio ambiental Patrimonio cultural para los tres ecosistemas dentro del parque natural regional se estimó en COP 452.427.371 (USD 142.362), el cual representa un monto significativo que fortalecería la toma de decisiones que buscan la conservación del área protegida, y su relevancia dentro del contexto cultural de las personas.

La diferencia marcada en las disposiciones a pagar puede ser explicada debido a la importancia cultural que tienen las lagunas y cuerpos de agua de alta montaña para las personas, ya que estas suelen ser asociadas a leyendas y mitos, siendo un aspecto relevante en la vida y de relación con el ecosistema.

5.8 CAPTURA DE CARBONO

A nivel global las emisiones alcanzaron un récord de 33.143 millones de toneladas de CO² en 2018 y, en concreto, en Colombia estas llegaron a 74.954 kilotoneladas para el año 2017. En promedio, de acuerdo con un informe del Ministerio de Ambiente, cada colombiano emite cuatro toneladas de carbono al año; esta cifra es similar a las emisiones que anualmente captura una hectárea de bosque mayor a 20 años, es por ello que la meta trazada por el gobierno colombiano es intentar reducir hasta en 20% las emisiones de gases efecto invernadero para 2030 (Cigüenza, 2019).

La captura de carbono es un servicio ambiental que ofrecen los ecosistemas cuando fijan el carbono proveniente de las actividades productivas que se realizan tanto dentro como fuera del país. Este servicio es una forma alternativa de disminuir la contaminación atmosférica originada por la presencia de gases con efecto invernadero; de lo contrario, habría que hacerlo desarrollando la tecnología adecuada para tal fin (García, 2003).

Los suelos con alta materia orgánica, como los ecosistemas de alta montaña, dada sus fisiológicas facilitan el almacenar carbono y evita la emisión de CO² a la atmósfera el cual constituye el principal GEI. El evitar la emisión de CO² contribuye a la regulación de gases y mitigar el agravamiento del cambio climático (Mojica, 2013).

El servicio de captura de carbono tiene múltiples beneficiarios a nivel global, siendo representados por entidades nacionales o proyectos que buscan la protección del servicio ambiental con la finalidad de promover su inclusión en mecanismos de mitigación del cambio climático. Es por ello que los beneficiarios del servicio son actores en un nivel mucho más global y que no necesariamente habitan o tienen conexión directa con los ecosistemas de las áreas de estudio (Phillips et al, 2011).

5.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO

Para estimar la valoración de este servicio ambiental, se utiliza el método del costo del daño evitado³⁵ a nivel global por la mitigación del cambio climático. Este costo consiste en determinar el valor del beneficio social global que origina mitigar el cambio climático, pues el hacerlo evita probables daños a futuro asociados a mayores riesgos naturales climáticos. Este valor ha sido determinado en la literatura en base a modelos de equilibrio que capturan este costo social del carbono (Castro, 2011; Figueroa, 2010; Jenkins et al, 2010; Yepes et al, 2011).

5.8.1.1 Almacenamiento de carbono – Ecosistema de Páramo

Los páramos, además de ser considerados ecosistemas estratégicos por su oferta de servicios ambientales, poseen un importante contenido de carbono

³⁵ Puede interpretarse también como un asunto de costo-beneficio, ya que algunos estudios comparativos muestran las diferencias en costos de disminuir esta contaminación por la fijación en los ecosistemas versus la aplicación de tecnologías que lograra la captura de carbono.

acumulado que no solo está presente en la biomasa epigea sino en los cojines de materia orgánica del suelo, debido a las bajas tasas de descomposición en éstos ecosistemas (Mojica, 2013; Yepes et al, 2011).

El pajonal de páramo tiene alrededor de un máximo 40 toneladas por hectárea de materia seca en su vegetación, o sea, al quemar la vegetación se liberan 20 toneladas de carbono elemental. Un buen número de páramos son turberas minerales que acumulan hasta en un metro y medio de sus negros suelos, las cenizas de erupciones volcánicas continuas (GIDROT, 2012).

Tres investigaciones³⁶ sobre el servicio de almacenamiento de carbono en los ecosistemas de páramos, determinaron que los suelos de estos ecosistemas permiten la captura de entre 125,4 y 159 toneladas de CO² por hectárea. El estudio realizado específicamente para el Páramo de Santurbán por Fedesarrollo (2013), determinó que este ecosistema permite la captura de 131,7 toneladas de CO²/has; siendo este el dato de referencia a usar para el cálculo del servicio ambiental.

5.8.1.2 Almacenamiento de carbono – Ecosistema de Bosque altoandino

En ausencia de grandes alteraciones, los bosques recién plantados o en regeneración seguirán absorbiendo carbono durante 20 a 50 años, o más aún, una vez establecidos, dependiendo de las especies y de las condiciones del lugar (CDMB, 2017).

Este tipo de ecosistema presenta importantes investigaciones e iniciativas³⁷ relacionadas con determinar la cantidad de almacenamiento de GEI en los bosques altos andinos, los cuales calcularon un mínimo de 263,37 toneladas CO²/has y un máximo de 354,1 toneladas CO²/has capturado.

³⁶ Fedesarrollo, 2013; García, 2003; Mojica, 2013.

³⁷ Espinosa, 2013; Pérez, 2010; Yepes et al, 2011.

Debido a la existencia de un estudio realizado por la autoridad ambiental regional CDMB con jurisdicción en el territorio del parque natural regional Páramo de Santurbán, se determinó que la capacidad de almacenamiento de carbono que poseen los bosques alto andinos son de aproximadamente 300,1 toneladas CO₂ capturado/hectáreas, sea la medida más atingente a considerar.

5.8.1.3 Almacenamiento de carbono – Ecosistema de Humedal

Algunos tipos de humedales acumulan grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica sin descomponer. Las turberas, por ejemplo, almacenan entre 16-24% del carbono total presente en los suelos pese a que ocupan únicamente 3-4% de la superficie terrestre a nivel global (MEA, 2005). Debido al incremento de dióxido de carbono en la atmósfera y el consecuente calentamiento global, las turberas juegan un papel primordial en la mitigación del cambio climático global, es por ello que la destrucción de los humedales y de las turberas en particular, contribuye de manera significativa al calentamiento global (Russi et al, 2013; Stolk, 2006).

A la fecha no existe en el país información relacionada con el cálculo del servicio de almacenamiento de carbono en los humedales altoandinos. Sin embargo, se utiliza un antecedente provisto por Castro (2011) de un proyecto realizado en Ecuador. Dicha investigación determinó que este ecosistema permite la captura aproximada de 109,5 toneladas CO₂/ha; siendo este el valor a usar en el método de cálculo del servicio ambiental para el parque natural regional.

5.8.1.4 Precio tonelada CO₂ capturado

Como parte de la estrategia para abordar los compromisos climáticos de reducción de emisiones en el marco del Acuerdo de París, Colombia implementó en 2016 el Impuesto Nacional al Carbono como parte de una reforma tributaria estructural en el país. Este impuesto busca desincentivar el uso de combustibles

fósiles, los cuales generan emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Además, el impuesto constituye una herramienta regulatoria para alcanzar las metas planteadas en la Contribución Nacionalmente Determinada de Colombia (Colombia, 2017).

Es por ello, que la Ley de Reforma Tributaria 1819 de diciembre de 2016 en el artículo 221, estableció el impuesto al carbono, esta ley y la posterior resolución expedida por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales en el año 2019, determino un valor del impuesto al carbono de COP 16.442 (USD 5,15), siendo este el monto considerado para estimar la valoración del servicio ambiental de captura de carbono.

5.8.1.5 Formula de estimación Valor Captura de carbono

La estimación del valor del servicio ambiental de captura de carbono se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{captura}) = CC_p * H_p * \$CO_2 + CC_h * H_h * \$CO_2 + CC_b * H_b * \$CO_2$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Captura de carbono

\$\$CO_2 = Es el precio establecido por cada tonelada de CO2 fijada.

H_p = Hectáreas del ecosistema de páramo

CC_p = Cantidad de carbono fijado por el ecosistema páramo

H_h = Hectáreas del ecosistema de humedal

CC_h = Cantidad de carbono fijado por el ecosistema humedal

H_b = Hectáreas del ecosistema de bosque

CC_b = Cantidad de carbono fijado por el ecosistema bosque

Se estimó el valor económico del secuestro de carbono a partir del área de cada ecosistema y su potencial de captura de carbono. El total de toneladas de CO² obtenidas por ecosistema se multiplicó por el precio definido por la DIAN. La cifra calculada representa los posibles recursos financieros que podría recibir el área protegida por la venta de sumideros de carbono.

5.8.2 RESULTADOS

Como se señaló anteriormente, para obtener el valor económico del servicio de captura de carbono, se multiplicó la cantidad de captura de CO² que cada ecosistema realiza, por el precio de la tonelada de CO² definida por la DIAN.

Se estimó que el servicio ecosistémico de captura/almacenamiento de carbono posee un valor de COP 30 mil millones, cerca de USD 9,5 millones. Ver tabla 19 y 20.

Como se observa, en la tabla 19, el bosque alto andino el 15% del total de territorio dentro del área protegida, tienen una gran importancia en el aporte a la captura de carbono, ya que este representa el 29% del total de CO² que logra almacenar el parque natural regional.

Tabla 19. Estimación Captura de carbono

Ecosistema	Hectáreas	Captura carbono		Precio \$/tn CO ²	COP
		tonCO ² /ha	total CO ² tn		
Páramo	9.865	131,7	1.299.273	16.422	21.336.665.269
Bosque Alto andino	1.804	300,1	541.288	16.422	8.889.029.921
Humedal	31	109,5	3.421,9	16.422	56.194.594
TOTAL	11.700		1.843.983		30.281.889.785

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

Fuente: estimaciones propias.

Debido al creciente mercado de emisiones de CO₂, así como proyectos relacionados con el Mecanismo de Desarrollo Limpio-MDL, el área protegida presenta un potencial territorio a ser incorporado en este tipo de iniciativas, junto con la posibilidad de apalancar recursos económicos relacionados con el pago por servicios ambientales.

Tabla 20. Valor Captura de carbono (pesos y dolares)

ECOSISTEMA	VALOR ANUAL* CAPTURA DE CARBONO	
	COP	USD **
Páramo	21.336.665.269	6.690.707,2
Bosque altoandino	8.889.029.921	2.787.403,6
Humedal	56.194.594	17.621,4
Total	30.281.889.785	9.495.732,1

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

**promedio TRM dólar del primer semestre 2019.

Fuente: estimaciones propias.

5.9 CONTROL DE EROSIÓN

Este servicio ambiental está asociado con la función ecológica que prestan las coberturas vegetales establecidas sobre la superficie del suelo para evitar que fenómenos climáticos (lluvia, sol, viento), relacionados con la geomorfología de un territorio causen erosión y posterior sedimentación en los cauces superficiales (Cárdenas et al, 2011).

En términos prácticos, este servicio ambiental se produce cuando las asociaciones vegetales de un ecosistema natural impiden, mediante su sistema radicular el desprendimiento del suelo, y con la cobertura de su dosel que las gotas de agua lluvia lo impacten directamente, reduciendo con esta barrera natural la desagregación por salpicadura y el consiguiente arrastre de material hacia las corrientes hídricas más cercanas vía escorrentía, o como consecuencia de la acción del viento, o mediante movimientos de remoción en masa, o deslizamientos de tierra (Moran et al, 2000).

La capacidad de retención del suelo es un aspecto fundamental de este servicio ambiental, se encuentra en función de distintos factores biofísicos que confluyen en un mismo sitio, como lo son: pendiente del terreno, área con cobertura vegetal, composición granulométrica de los diferentes horizontes edáficos y densidad de las asociaciones florísticas. Mientras mayor sea el potencial para sostener el suelo en su sitio por la conexión de todos estos factores mencionados, menor va a ser su pérdida por procesos erosivos o fenómenos de remoción en masa, y más baja la carga de sedimentos en las fuentes hídricas (CDMB, 2010b).

La importancia en la valoración de este servicio ambiental radica en que un área protegida, al proteger los ecosistemas de acciones antrópicas, preservan/mantienen la cobertura boscosa y vegetativa, evitando que sus suelos se vean afectados por la erosión y manteniendo sus capacidades naturales y, en definitiva, asegurando que los ecosistemas puedan seguir manteniéndose en el tiempo (Pabón et al, 2008; Rincón, 2014).

5.9.1 MÉTODO DE CÁLCULO

La estimación del valor para el servicio de Control de erosión se realiza a partir del enfoque de costo de oportunidad de acogerse al programa del certificado de incentivo forestal. Este permite valorar la rentabilidad de la mejor alternativa desde el punto de vista económico que tienen los propietarios de los predios, de solicitar la reforestación con especies nativas en sus predios para la mantención de las características de los suelos.

5.9.1.1 CIF reforestación

El Certificado de Incentivo Forestal para reforestación es un beneficio que otorga el estado colombiano con el fin de fomentar la reforestación en el país y reconocer así los múltiples impactos positivos que se generan por la reforestación de los

territorios, siendo entre sus objetivos el disminuir la presión y el controlar la erosión sobre el bosque natural y demás ecosistemas (Colombia, 2018).

Igualmente, este es entendido como un reconocimiento del Estado Colombiano, a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR- en convenio de administración con FINAGRO, a las externalidades positivas de la reforestación. Mediante la Resolución 000411 de 2018 del Ministerio de Agricultura, fijó para el año 2018 el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea en COP 2.227.542 para la región andina.

Desde el punto de vista económico, las bonificaciones forestales para la conservación y recuperación de suelos degradados pagadas por el Estado (Figueroa, 2010), constituyen un indicador del valor que la sociedad estaría dispuesta a pagar para evitar dichos daños. En otras palabras, bajo el supuesto usual de que la autoridad reguladora actúa maximizando el bienestar social, y lo hace correctamente, el valor de las bonificaciones establecidas equivaldría, en el óptimo, al valor del daño por erosión que ellas evitan.

Dadas las habituales restricciones de recursos que el regulador enfrenta, especialmente en los países en desarrollo, es esperable que los valores efectivos de las bonificaciones representen segundos mejores y, por lo tanto, subestimen el valor verdadero del daño evitado. Por esto, el valor de las bonificaciones³⁸ muy posiblemente representa un valor piso (una subestimación) del daño que evitan (Figueroa, 2010).

³⁸ En Colombia, el Estado implementa los CIF de reforestación como bonificaciones forestales para preservar los suelos y evitar su deterioro.

5.9.1.2 Ecosistema Páramo y Bosque Alto Andino

Para valorar el servicio de control de erosión prestado por los ecosistemas de páramo y bosque altoandino se considera que la existencia de estas áreas y la protección que le brindan a los ecosistemas dentro de sus límites, evita el avance de la erosión y la pérdida de suelos, así como tener que incurrir en costos para su control y recuperación de suelos degradados en dichos territorios, además de los daños a cauces y otras infraestructuras debido al transporte y acumulación de sedimentos (MADS, 2018).

El valor del control de la erosión para estos dos ecosistemas está determinado por los costos establecidos por el CIF de reforestación por hectárea, los cuales determinan una inversión para diversos tipos de bosques y las regiones donde se va realizar la reforestación.

5.9.1.3 Humedal

La estimación del valor del servicio de control de erosión para el ecosistema de humedal, se usó el método de transferencia de beneficios, a partir de la investigación realizada en el Humedal “El Pantano³⁹”, el cual se encuentra ubicado en la región andina en el Departamento de Santander, y presenta características territoriales similares a los humedales ubicados dentro del parque natural regional Páramo de Santurbán.

5.9.1.4 Fórmula de estimación Control de erosión

La estimación del valor del servicio ambiental de control de la erosión se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$V(\text{control de erosión}) = CIFr*Hp + Mt*Hh + CIF*Hb$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Recreación

³⁹ Theran, 2010.

CIF = Monto anual del CIF de reforestación.

Mt = Valor por transferencia de beneficios del humedal al pantano.

Hp = Hectáreas del ecosistema de páramo

Hh = Hectáreas del ecosistema de humedal

Hb = Hectáreas del ecosistema de bosque

5.9.2 RESULTADOS

Como se puede observar en la tabla 21, el servicio ambiental de control de la erosión que presta los tres ecosistemas dentro del parque natural regional ascendería aproximadamente a COP 5.385 millones, cerca de USD 1,7 millones. La importancia por la conservación de estos ecosistemas y que puedan seguir cumpliendo su función de evitar la erosión, queda en evidencia al realizar la valoración económica de este tipo de servicio ambiental.

Tabla 21. Valor Control de la erosión (pesos y dolares)

Ecosistema	Hectáreas	CIF Reforestación 2019* COP	VALOR ANUAL CONTROL DE EROSIÓN **	
			COP	USD
Páramo	9.865	457.448	4.512.907.981	1.415.148,3
Bosque Alto andino	1.804	457.448	825.095.240	258.731,7
Humedal	31	1.513.806	47.306.910	14.834,4
TOTAL	11.700		5.385.310.132	1.688.714,4

* El valor fue anualizado a partir de los resultados obtenidos del valor de este servicio a perpetuidad, ya que el apoyo del CIF de reforestación son pagadas por una sola vez, y representan una inversión social en control de la erosión y formación de suelos.

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

Fuente: estimaciones propias

Con base en los resultados obtenidos de la transferencia de beneficios, se puede observar que el costo económico por evitar la erosión del ecosistema de humedal, sería necesario una inversión de tres veces respecto a la cobertura natural establecida por el CIF de reforestación para el bosque y páramo.

5.10 PURIFICACIÓN DE AGUA

De acuerdo a MEA (2005), la remoción del exceso de componentes dañinos para el medio ambiente constituye otro de los servicios provistos por los ecosistemas, que son capaces de filtrar, diluir, asimilar y descomponer, y recomponer químicamente una cantidad limitada de residuos orgánicos e inorgánicos humanos.

Los diferentes ecosistemas presentes en alta montaña, como humedales y páramos, pueden mejorar la calidad de agua reduciendo la cantidad de sedimentos, materia orgánica y compuestos químicos ya que funcionan como lagunas de filtrado y sedimentación. Algunos agentes contaminantes en solución como los nitratos y fosfatos, suelen ser removidos permanentemente del sistema, mediante su transformación química a una estructura menos contaminante, pueden ser almacenados o transformados por plantas (fenómeno conocido como fitoremediación) o adherirse a otros sedimentos presentes en los ecosistemas (IDEAM, 2019; Nieto, 2015).

La calidad del agua proveniente de los ecosistemas de alta montaña es considerada muy buena ya que contiene una baja cantidad de sedimentos, lo cual facilita el tratamiento de potabilización para agua de consumo humano (Célleri, 2009).

Asímismo, los páramos hacen retención de sedimentos y nutrientes externos, actuando como filtro, previniendo el aumento de los nutrientes que en aumento producen eutrofización. Igualmente, sirven como depuradores de agua, ya que colaboran a la eliminación de aguas, eliminación de los productos químicos tóxicos y mejoramiento de la calidad de agua (CDMB, 2010).

Debido a la importancia de los ecosistemas de alta montaña para el tratamiento de desechos del recurso hídrico, es posible compararlas a niveles de calidad de agua adecuada según lo establecen las normas para consumo humano.

5.10.1 MÉTODO DE CÁLCULO

Puesto que el servicio ambiental de Purificación de agua, se centra en determinar la capacidad que tienen los ecosistemas para depurar el medio ambiente de los desechos humanos descargados a las fuentes hídricas para su tratamiento, la valoración busca poder monetizar los costos que serían necesarios para recuperar dicha calidad de agua, a un nivel adecuado según la norma establecida por la autoridad ambiental.

5.10.1.1 Oferta hídrica disponible

Esta información se describió en detalle en el apartado del bien ambiental “Disponibilidad Hídrica”, en el cual se pudo estimar que la microcuenca Cachiri alto genera en promedio 330,15m³/agua al mes, la microcuenca del río Surata alto 340,09m³/agua, y la microcuenca Vetas 284,32m³/agua.

Se considera el supuesto que todo el caudal proveniente de la oferta hídrica de las microcuencas es destinado a consumo humano y otras actividades productivas, debido a que estas microcuencas desembocan sus aguas río abajo a una cuenca mayor, y posteriormente esta es usada por parte de los acueductos metropolitanos.

Igualmente, debido a que los ecosistemas permiten mantener un nivel de calidad del recurso hídrico en óptimas condiciones para su aprovechamiento, la oferta hídrica disponible puede responder a la cada vez más creciente demanda de agua para consumo humano y actividades productivas (CDMB, 2017).

5.10.1.2 Normas de calidad

Como lo establece Figueroa (2010), a nivel nacional e internacional se aplican normas de calidad de agua que indican las concentraciones máximas de contaminantes permitidos en un cauce, con el objeto de que el consumo del agua no represente un peligro para la población y la biodiversidad. Adicionalmente, existen normas de emisión que regulan la descarga de contaminantes a cauces superficiales y subterráneos, las cuales están dirigidas a evitar que se sobrepase la capacidad de las aguas para dar adecuado tratamiento a los desechos recibidos en dichas descargas. Estas normativas en general limitan los contenidos de elementos contaminantes que pueden tener las descargas de acuerdo al caudal de dilución del cuerpo receptor, el que se encuentra también determinado para las principales cuencas del país.

Considerando lo dicho, en Colombia existe un instrumento que busca ser un proxy al valor de poder mantener las normas de calidad de agua dentro de sus parámetros, y es la tasa retributiva por vertimientos puntuales.

5.10.1.3 Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales (TRVP)⁴⁰

Esta tasa está definida por la autoridad ambiental regional la cual establece el cobro a través de un impuesto pigouviano ambiental⁴¹ denominado “Tasa ambiental por vertimiento⁴²”, el cual estima el costo de tratamiento de las aguas antes de ser devueltas a la cuenca hídrica. Esta tasa retributiva por vertimientos puntuales fue creada por el Decreto – Ley 2811 de 1974 y en el tiempo ha tenido modificaciones importantes hasta llegar al Decreto 2667 de 2012 vigente hasta el día de hoy.

⁴⁰ Colombia, 2012b.

⁴¹ El impuesto de tipo pigouviano sobre las actividades del generador de la externalidad son iguales al daño marginal neto producido por la actividad

⁴² Colombia, 2012b.

El cobro de dicha tasa es realizado a todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que realicen vertimientos puntuales al recurso hídrico de manera directa o indirecta; y su recaudación se realiza de forma mensual en cada boleta/factura del servicio de alcantarillado y acueducto. Los recursos provenientes del recaudo de la tasa, se destinan principalmente a proyectos de inversión en descontaminación hídrica y en monitoreo de la calidad del agua.

Debido a la naturaleza de este instrumento económico aplicado al medio ambiente, puede ser considerado un proxy de la Disponibilidad a pagar que tienen los usuarios por mantener los niveles de calidad de agua del recurso hídrico en buen estado, a fin de que este pueda ser aprovechado posteriormente por las demás personas.

Para el año 2019, la tasa retributiva por vertimientos establecida por la CDMB fue de COP 30,88/m³ del recurso hídrico.

5.10.1.4 Formula de estimación Valor Purificación de agua

La estimación del valor del servicio ambiental se realiza mediante la siguiente formula:

$$V(\text{purificación de agua}) = TA * M * HEp * OHp + TA * M * HEh * OHh + TA * M * HEb * OHb$$

Donde:

V = Es el valor del servicio ambiental Purificación de agua

TA = Valor cobrado mensual de la tasa retributiva (\$/m³)

M = Cantidad de meses en un año

HEp= Cantidad de hectáreas del ecosistema páramo

OHp= Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema páramo al mes.

HEh= Cantidad de hectáreas del ecosistema humedal

OHh= Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema humedal al mes.

HEb= Cantidad de hectáreas del ecosistema bosque

OHb= Oferta hídrica disponible en m³ del ecosistema bosque al mes.

El cálculo del valor total del servicio de Purificación de agua de ríos y cajas de ríos para los ecosistemas presentes en el área protegida, se obtiene multiplicando el caudal destinado a la recepción de contaminantes (oferta hídrica disponible) aportante por cada ecosistema, y la tasa retributiva de vertimientos cobrada a los usuarios en la factura de acueducto y alcantarillado

5.10.2 RESULTADOS

Se determinó el valor del aporte del servicio ambiental de Purificación de agua que realiza los ecosistemas para mantener la calidad del recurso hídrico, mediante el cobro de la tasa retributiva a los usuarios de acueducto y alcantarillado del área metropolitana de Bucaramanga.

Tabla 22. Estimación valor Purificación de agua

Cuenca	Ecosistema	Oferta hídrica disponible (m3/mes)	Tasa ambiental (COP/mes)	Meses /Año	TOTAL (COP)
Cachiri alto	Páramo	304.392,1	30,88	12	112.795.530
	Bosque altoandino	85.184,3	30,88	12	31.565.889
	Humedal	80,5	30,88	12	29.825
Surata alto	Páramo	323.681,0	30,88	12	119.943.228
	Bosque altoandino	194.698,8	30,88	12	72.147.572
	Humedal	621,0	30,88	12	230.106
Vetas	Páramo	1.208.873,0	30,88	12	447.959.979
	Bosque altoandino	59.537,2	30,88	12	22.062.092
	Humedal	5.247,9	30,88	12	1.944.675
TOTAL		2.182.316			808.678.896

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones de los decimales.

Fuente: estimaciones propias a partir de los POMCAS.

Como se observa en la tabla 22 y tabla 23, al aplicar la tasa ambiental dentro del cobro de la factura/boleta a los usuarios del recurso hídrico, se obtiene una

valoración del servicio ambiental en COP 808.678.896, cerca de USD 405.322; los cuales representarían el costo evitado a ser invertido para mantener los niveles de calidad de agua acorde con el marco legal existente.

Desde el punto de vista de la cuenca hidrográfica, la microcuenca Vetas es la más importante, ya que alcanzaría cerca de COP472 millones, aproximadamente USD 223 mil.

Tabla 23. Valor Purificación de agua (pesos y dolares)

ECOSISTEMA	VALOR ANUAL PURIFICACIÓN DE AGUA	
	COP	USD*
Páramo	680.698.737	213.452,1
Bosque altoandino	125.775.553	39.440,4
Humedal	2.204.606	691,3
Total	808.678.896	253.583,8

*TRM del dólar para el primer semestre 2019
Fuente: estimaciones propias.

Es importante señalar que el cobro de la tasa ambiental por vertimientos puede ser considerado un valor piso de la DAP por los usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado del área metropolitana de Bucaramanga.

5.11 VALORACIÓN ECONÓMICA TOTAL⁴³

En las tablas 24 y 25 se pueden observar el agregado de los valores obtenidos a partir de la estimación de los diez bienes y servicios ambientales identificados dentro del parque natural Páramo de Santurbán, y que fueron posibles estimar a partir de la información disponible.

⁴³ Figueroa, 2009 y Figueroa, 2010.

Tabla 24. Matriz del VET estimado del flujo anual de servicios ecosistémicos generados en el PNR Páramo de Santurban, 2019.

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES		Páramo (9.865 ha)	Bosque Alto Andino (1.804 ha)	Humedal (31 ha)	TOTAL (11.700 HA)	
		(millones COP*)				
SERVICIOS DE PROVISION	Provisión de agua	14.230,0	2.541,6	46,2	16.817,8	18.666,8
	Disponibilidad de agua	121,5	22,4	0,4	144,3	
	Bioprospección	26,6	4,9	0,08	31,6	
	Recreación	1.033,5	189,0	3,3	1.225,8	
	Conservación	377,2	69,0	1,2	447,4	
SERVICIOS CULTURALES	Legado	5.369,6	981,7	11,6	6.363,0	6.815,4
	Patrimonio cultural	425,1	19,7	7,7	452,4	
SERVICIOS DE REGULACION	Captura de carbono	21.336,7	8.889,0	56,2	30.281,9	36.475,9
	Control de erosión	4.512,9	825,1	47,3	5.385,3	
	Purificación de agua	680,7	125,8	2,2	808,7	
TOTAL VET (COP)		48.113,8	13.668,1	176,2	61.958,1	

*los valores totales pueden diferir debido a las aproximaciones.

Fuente: estimaciones propias.

Se pudo determinar que los tres ecosistemas estratégicos en su conjunto y que hacen parte del área protegida, generarían cerca de \$62 mil millones anuales (19,43 millones aproximadamente).

El principal servicio ecosistémico que presta el parque natural regional es la captura de carbono, el cual representa el 48.9% del total del valor obtenido en la matriz (COP 30,2 mil millones; USD 9,5 millones), asociado al importante

captador de gases efecto invernadero, y como medida de mitigación al cambio climático.

Tabla 25. Matriz del VET estimado del flujo anual en dolares, 2019.

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES		Páramo (9.865 ha)	Bosque Altoandino (1.804 ha)	Humedal (31 ha)	TOTAL (11.700 HA)	
		(USD)				
SERVICIOS DE PROVISION	Provisión de agua	4.462.219	796.979	14.502	5.273.700	5.853.503
	Disponibilidad de agua	38.087	7.037	123	45.248	
	Bioprospección	8.353	1.527	26	9.906	
	Recreación	324.089	59.253	1.027	384.368	
	Conservación	118.281	21.625	375	140.281	
SERVICIOS CULTURALES	Legado	1.683.801	307.849	3.639	1.995.289	2.137.161
	Patrimonio cultural	133.295	6.171	2.406	141.871	
SERVICIOS DE REGULACION	Captura de carbono	6.690.707	2.787.404	17.621	9.495.732	11.438.030
	Control de erosión	1.415.148	258.732	14.834	1.688.714	
	Purificación de agua	213.452	39.440	691	253.584	
TOTAL VET (USD)		15.139.653	4.300.853	55.437	19.428.694	

Fuente: estimaciones propias.

El segundo bien/servicio ambiental está asociado al recurso hídrico, en específico, el de provisión de agua el cual representa cerca del 27,1% (COP 16,8 mil millones aproximadamente, USD 5,3 millones) del total estimado de la matriz Debido a la importancia para las comunidades que tiene el área protegida, así como los ecosistemas estratégicos que este alberga, servicio ecosistémico

cultural de Legado es el tercer más relevante dentro de la estimación, representando el 10,3%, unos COP 6,4 mil millones (USD 2 millones).

Considerando el tipo de servicios ecosistémicos, se estimó que aquellos catalogados de regulación son los más representativos con COP36,5 mil millones (USD 11,4 millones), seguidamente de los servicios de provisión con COP18,7 mil millones (USD 5,9 millones) y por último los servicios culturales con COP 6,8 mil millones (USD 2,2 millones).

Una de las principales limitantes en la identificación y valoración de más bienes y servicios ambientales a los realizados en esta investigación, dentro del área protegida y los ecosistemas allí presentes, fue la escasa información disponible primaria y secundaria sobre ellos dentro del área protegida, así como conflictos metodológicos para extrapolar los resultados de otros estudios.

A pesar de las dificultades encontradas, fue posible valorar diez bienes y servicios ambientales, los cuales representan un avance significativo en este tipo de investigación, así como visualizar la importancia que tiene los ecosistemas presentes en el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

6. DISCUSIÓN

6.1 ASPECTOS GENERALES

Desde la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio es reconocida la necesidad de gestión de los ecosistemas, con énfasis en los servicios ecosistémicos, a la hora de establecer las relaciones y flujos entre el ser humano, la sociedad y el medio natural (MEA, 2005). Siguiendo este enfoque, la investigación realizada y los resultados obtenidos entenderá la comprensión de estas relaciones, y como un mismo ecosistema puede presentar diversos servicios ecosistémicos, así mismo, comprender que un servicio ecosistémico para su adecuado manejo debe considerar la integralidad territorial donde se encuentra.

Los diversos estudios de valoración que fueron revisados, analizados y evaluados en esta investigación, se caracterizaban por abordar un contexto territorial más general, es decir, englobaban diversos ecosistemas de la región andina, y en algunos casos comprendían todo el territorio colombiano. Estos estudios, junto con los resultados y estimaciones realizadas en esta investigación permiten obtener puntos de comparación, al aproximarse desde un nivel más general a un territorio en específico como es el Parque Natural Regional Páramo de Santurbán.

Al revisar los estudios existentes sobre valoración de servicios ecosistémicos para los ecosistemas estratégicos de páramo y bosque altoandino, se observa que existen valores estimados cercanos entre los diferentes estudios, debido a la implementación de la metodología de transferencia de beneficios. Lo anterior puede ser entendido debido, a que al existir pocos estudios que valoran los servicios ecosistémicos para estos ecosistemas en particular, tienden a usar los mismos resultados base o el mismo estudio. Es por ello, que los resultados de

esta investigación permiten complementar el acervo de estimaciones, al aplicar diversos métodos de valoración dentro del cálculo de los servicios ecosistémicos del parque natural regional Páramo de Santurbán.

La Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) es uno de los principales marcos normativos existentes en materia ambiental que busca, entre otros objetivos, que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil. Esto significa que la PNGIBSE será la que enmarque y oriente conceptual y estratégicamente todos los demás instrumentos ambientales de gestión (políticas, normas, planes, programas y proyectos), existentes o que se desarrollen, para la conservación de la biodiversidad en sus diferentes niveles de organización, además de ser base de articulación intersectorial y parte fundamental en el desarrollo del país (Colombia, 2012a).

Considerando lo planteado por la PNGIBSE, el desarrollo de esta investigación aporta en el conocimiento que los actores públicos y privados tengan del área protegida del Páramo de Santurban, al valorar algunos de los servicios ecosistémicos que oferta este territorio, ayudando en establecer prioridades, relevar el medio ambiente como un ámbito estratégico, y considerar los ecosistemas dentro de los procesos de gestión y planificación territorial.

De igual forma, el incorporar el enfoque de servicios ecosistémicos dentro de los procesos de planificación permitiría analizar y evaluar la percepción que poseen los actores locales con su territorio, además de ser un instrumento útil para vislumbrar los vínculos que existen entre el ser humano y el medio ambiente, y las externalidades que pueden generarse (Colombia, 2012a).

Es necesario que la formulación del plan de manejo ambiental del área protegida considere los bienes y servicios ambientales que generan los ecosistemas para una adecuada gestión y conservación del territorio; incentivando a las partes involucradas a preservar los recursos naturales y su calidad, de manera de proteger los servicios ecosistémicos que estos brindan para su uso futuro. Esto posibilitara la implementación de mecanismos económicos, como el pago por servicios ambientales, que permitan apalancar recursos para la ejecución de las actividades definidas dentro del plan.

Considerando lo anterior, a partir de las estimaciones realizadas y posteriores resultados generados por esta investigación, permiten entregar insumos respecto al valor relativo de los distintos activos del capital natural, así como de los servicios ecosistémicos dentro del parque natural Páramo de Santurban, los cuales deberían aportar información valiosa para la toma de decisiones futura.

6.2 RELACIONADO CON LA VALORACIÓN ECONÓMICA

El uso de las metodologías de valoración económica de la economía ambiental, ha permitido a través de la estimación de los servicios ecosistémicos, fortalecer el conocimiento, la generación de capacidades, y entender el beneficio que generan estos servicios para las personas y el medio ambiente (Cárdenas et al, 2013).

Se pudo observar en la revisión bibliográfica, que en algunos estudios los resultados obtenidos de las estimaciones representaba para un mismo valor un conjunto de servicios ecosistémicos, por ejemplo, el valor comprendía los servicios ecosistémicos de hábitat, conservación, recuperación; siendo necesario analizarlos y evaluarlos a fin de determinar su posible uso en la investigación.

El uso de la metodología de transferencia de beneficios es una herramienta de gran potencial para determinar los beneficios de una manera rápida y costo efectiva. Dadas las limitaciones que pueda tener cualquier investigación, esta metodología se presenta como una alternativa, si se cuenta con estudios previos y con bases bibliográficas considerables, y los resultados que se pueden obtener de esta metodología pueden ser muy confiables.

Una de las limitaciones al realizar estudios de valoración es la percepción que se tiene de la importancia del bien y servicio ambiental, el concepto y conocimiento que se tiene de él, además del beneficio que este genera a las personas, debido a que están valorando fenómenos ambientales complejos y no se puede asegurar totalmente la comprensión de ellos (Cárdenas et al, 2013; IAVH, 2015).

Cualquier ejercicio de valoración económica de los servicios ecosistémicos, siempre se van a ver afectados por el objetivo de cada estudio en particular, los cuales son específicos a un marco de espacio y temporalidad al momento de realizarse (Rincón et al, 2014). A pesar de esto, los resultados obtenidos en esta investigación permiten complementar y aportar a una mejor comprensión de la importancia de los bienes y servicios ambientales, así como su interdependencia dentro del contexto territorial.

Considerando la rigurosidad que exigen la metodología de transferencia de beneficios, se pudo observar que al evaluar los estudios, una parte de ellos solo presentaban los resultados calculados de los servicios ecosistémicos, exponían información parcial respecto a las estadísticas descriptivas, los detalles metodológicos o variables incorporadas; siendo descartados en algunos casos esos valores al momento de aplicar la metodología.

6.3 RELACIONADO CON EL ÁREA DE ESTUDIO

La posición geográfica del parque natural regional Páramo de Santurbán constituye un extraordinario panorama de belleza natural, un área de importancia para la preservación de la biodiversidad y del recurso hídrico, de especial relevancia desde el punto de vista económico y social, pues se constituyen en fuente de abastecimiento actual y futuro de agua para el acueducto del área metropolitana de Bucaramanga, centros urbanos, distritos de riego, y el sector minero y agropecuario.

Se considera que los territorios de alta montaña están entre los más expuestos y vulnerables a los efectos del cambio climático (IDEAM, et al; 2019); es por ello, en Colombia los marcos de política que se han desarrollado han reconocido las áreas protegidas, como una herramienta para poder garantizar el suministro de servicios ecosistémicos que son indispensables para el desarrollo del país, para su competitividad a nivel internacional y para consolidar el bienestar de las personas (UAESPNN, 2015).

A pesar de la importancia desde el punto de vista económica y ambiental que tiene el área de estudio, se ha caracterizado por ser fuente de constante conflicto respecto a su uso y manejo (CDMB, 2017, CDMB-CORPONOR, 2002). En muchos casos, se superponen el territorio perteneciente a los pobladores locales, los cuales realizan actividades productivas económicas, y la normatividad vigente de usos del suelo que busca una adecuada utilización del ecosistema.

De igual manera, a pesar de la presencia de zonas lagunares asociadas a pantanos de alta montaña, denominadas turberas, que cumplen una importante función ecológica en el ecosistema paramuno (el efecto “esponja”), existen en algunas áreas concesión de licencias mineras que están en proceso de

exploración y/o explotación. La presencia de conflictos en el uso de suelo en los ecosistemas estratégicos del parque natural regional, puede generar un impacto negativo en la prestación de los servicios ecosistémicos identificados, principalmente aquellos relacionados con el recurso hídrico y el abastecimiento para las poblaciones aguas abajo del área protegida.

Se ha identificado que el parque natural regional Páramo de Santurban posee significativas fuentes y reservas hídricas (lagunas y turberas, nacimientos de ríos, formación de cuencas hidrográficas de alto caudal hídrico, áreas de recarga de acuíferos, zonas de alta precipitación) densa red hidrológica, cumpliendo además una función reguladora de las aguas lluvias que se precipitan en el área y de captación de agua de los frentes húmedos y fenómenos de niebla, comunes en los ecosistemas andinos (CDMB, 2014). La riqueza hídrica debe ser gestionada de manera de lograr su aprovechamiento sostenible para los asentamientos poblacionales urbano-rurales ubicados en el territorio; por lo cual se deben evaluar las acciones encaminadas a su conservación, y la importancia de los actores locales que de manera directa hacen presencia en dicha zona. La información generada en este estudio y las estimaciones proporcionadas sobre el valor económico de los servicios ecosistémicos relacionados con los recursos hídricos pueden servir de insumos claves para orientar dicha gestión en el futuro.

Además de su importancia hidrológica, los bosques altoandinos del PNR Páramo de Santurbán, presentan comunidades vegetales con una riqueza en biodiversidad y asociada a esta se encuentran poblaciones de fauna silvestre de los grupos de aves, herpetofauna, entomofauna, haciendo que el área tenga un alto interés científico.

La caracterización de los ecosistemas naturales consideró la clasificación nacional colombiana para la región andina, acotando la descripción a tres

ecosistemas naturales (Páramo, Bosque altoandino, Humedal) identificados en el parque natural regional Páramo de Santurbán, y posterior delimitación espacial a partir de la base de datos del sistema de información geográfica de la autoridad ambiental regional. Pueden presentarse a futuro diferencias entre la cartografía generada por la investigación, y otras bases de información geográfica que puedan incorporar otros usos del suelo, es decir actividades antrópicas, así como una escala más detallada para el territorio.

Considerando la relevancia que tienen los ecosistemas estratégicos dentro del área protegida, es conveniente articular acciones a fin de poder incorporar los lineamientos definidos en la implementación de la política de participación social en la conservación a través del programa “Parques con la gente”. Esto permitirá vincular a los actores locales y el conocimiento que poseen del territorio, en las agendas públicas ambientales y gestión sostenible del territorio. El incorporar a la población local en la gestión del parque natural regional, permitirá que se conozca los objetivos definidos por la autoridad ambiental, fomentando el diálogo, la retroalimentación sobre problemáticas existentes y, generar acciones que compatibilice la conservación a las necesidades existentes referidas a la demanda de los bienes y servicios ambientales ofertados por los ecosistemas.

Se identifica la imperiosa necesidad de conservar los recursos naturales y profundizar en su identificación aquellos procesos y servicios ambientales que tienen relación con las personas (CDMB-CORPONOR, 2002). En relación a este último punto, esta investigación aporta elementos al realizar la valoración de diez (10) servicios ecosistémicos, los cuales fueron clasificados en alguna de estas categorías; Provisión, Culturales y Regulación, según las características propias de cada uno de estos servicios.

Por sus condiciones paisajísticas y de riqueza biológica, el área del parque natural Páramo de Santurbán, presenta excelentes condiciones para el desarrollo de actividades de investigación, interpretación ambiental, educación ambiental y actividades lúdicas; las cuales deben ser fomentadas por universidades, organizaciones de la sociedad civil, autoridades municipales y habitantes de la zona; lo anterior facilitara el acervo de conocimiento y ventajas que posee este territorio. Así mismo, los resultados obtenidos en esta investigación permiten enriquecer el conocimiento específico del área protegida, y proveer elementos para una mirada más integral de dicho territorio.

6.4 RELACIONADO CON LOS RESULTADOS

Se reconoce el hecho de que los componentes de los ecosistemas están conectados, y, muchos bienes y servicios ambientales tienen efectos tipo cascada, es decir generan sinergias entre ellos. Sin embargo, no es posible abordar la estimación dentro de la valoración económica de estas interrelaciones debido a la falta de información y la complejidad que esto conlleva en un estudio con limitantes de tiempo y recursos.

Al revisar y evaluar los estudios de valoración en la literatura, se pudo identificar que gran parte de ellos, para los ecosistemas de páramo, bosque alto andino y humedal realizaban la estimación para 2 a 4 servicios ecosistémicos, los cuales están asociados principalmente al recurso hídrico, captura de carbono y ecoturismo.

En Colombia, se han logrado obtener aproximaciones del valor que le puede otorgar la sociedad para algunos servicios ecosistémicos, a través del pago por servicios ambientales como son las tasas ambientales, las cuales son usadas en

esta investigación, en particular para la estimación de los servicios de “Disponibilidad de agua”, y, “Purificación hídrica”. De igual forma, los Certificados de incentivo forestal para conservación y reforestación, son contemplados como un proxy, de la disponibilidad a pagar para los servicios ecosistémicos de “Conservación” y “Control de erosión”, respectivamente.

De acuerdo a las características socioculturales de las comunidades alto andinas ubicadas dentro del PNR Páramo de Santurban, se esperaría que los servicios ecosistémicos clasificados como “Culturales” tuvieran un peso significativo, sin embargo, la percepción es distinta. Algunos estudios revisados (Rincón et al 2014; Nieto, 2015; Mantilla et al, 2014; Villamizar, et al 2012) exponen que ha ido disminuyendo la importancia de este tipo de bienes y servicios ambientales por diferentes razones⁴⁴ dentro de las estimaciones del valor económico total, siendo el Ecoturismo y Legado, los más relevantes; por ello se limitó el cálculo a esos dos servicios en la investigación.

Debido a la variedad de los bienes y servicios ambientales que pueden estar presentes en los ecosistemas dentro del parque natural Páramo de Santurban, para algunos de ellos se recurrió a la metodología de transferencia de beneficios, en específico, al estimar el valor de los servicios ecosistémicos de “Bioprospección”, “Patrimonio cultural”, “Legado”, y “Recreación”. Se pudo observar diferencias significativas en relación al valor de esos servicios ecosistémicos, el cual puede ser explicado por el conocimiento y relación que poseen los distintos actores sobre los ecosistemas y sus servicios, así como el uso y disfrute que puedan hacer de ellos.

⁴⁴ Conflictos asociados al turismo no controlado, la pérdida de las costumbres, los valores territoriales, cosmovisión e identidad cultural, y el desconocimiento de las dinámicas existentes; principalmente.

Si bien los resultados y el análisis de la investigación se presentaron para los tres ecosistemas estratégicos de forma independiente, se pudo observar la relación entre ellos al abordar la estimación de los servicios ecosistémicos. Ejemplo de ello, se pudo observar en el servicio de “Ecoturismo-Recreación”, ya que se determinó que las personas valoran el conjunto de ecosistemas y elementos que posee el parque natural regional Páramo de Santurban, independientemente si disfrutan todos o solo una parte de ellos.

Actualmente, uno de las principales estrategias en el país para fomentar la conservación de los ecosistemas estratégicos y poder apalancar recursos económicos es incorporar las áreas protegidas al mercado de carbono. El valor de USD 5 por ton/CO₂ capturado para estimar el valor del servicio ambiental de captura de carbono podría ser considerado un monto bajo, si se compara con el valor usado dentro de las estimaciones para las diversas iniciativas relacionadas con los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL⁴⁵). Sin embargo, debido a que el gobierno de Colombia reglamentó a través del impuesto el carbono una tasa de USD 5,15/ton de CO₂, se consideró este monto como el más apropiado a emplear en las estimaciones realizadas. Lo anterior, toda vez que es dable suponer que para determinar ese valor la autoridad gubernamental colombiana debió emplear un modelo de maximización del bienestar social de Colombia, así como las condiciones en que operan la economía y los mercados del país en la vida real.

Con el propósito de poner en perspectiva el valor económico de USD 19,4 millones (o, COP 61.958 millones) aquí estimado del flujo de los diez bienes y servicios provisto cada año por el Parque Natural Páramo de Santurbán, resulta de interés reportar que dicho monto equivale al 96% del gasto promedio anual, de USD 20,2

⁴⁵ Como por ejemplo, Unión Europea USD 16, Ecuador USD 30, Korea USD 33, Canada USD 18 (World Bank, 2020)

millones (o, COP 64.281 millones), que la autoridad ambiental regional CDMB (Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga) destina a la inversión en su Plan Cuatrienal de Acción 2020-2023. Dicho gasto de inversión permite desarrollar anualmente las cuatro líneas estratégicas formuladas en el plan acción en su área de jurisdicción. Más aún, el monto señalado de USD 20,2 millones del flujo anual de los diez servicios ecosistémicos que aquí se ha calculado, equivale a 8,3 años de los gastos anuales promedio de inversión del Programa específico “Sistema de Áreas de Conservación de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos” del Plan Cuatrienal 2020-2023 antes mencionado, que contempla diversos proyectos⁴⁶, y que, en su conjunto, llegan a USD 1,6 millones (o, COP 5,13 millones).

Lo señalado en el párrafo anterior permite dimensionar la importancia del valor económico del flujo anual de los servicios ecosistémicos generados cada año por el Parque Natural Regional Paramo de Santurbán, y la significación que adquiere implementar en el futuro las acciones que permitan conservar y mantener la sostenibilidad de los ecosistemas naturales presentes dentro de esta área protegida. Igualmente, permite apreciar debidamente el aporte que las valoraciones económicas, como la aquí realizada, pueden hacer a los necesarios análisis de costo/beneficio que informen e iluminen las decisiones de política pública de modo de acercar cada vez más la conservación de los ecosistemas y la naturaleza a sus óptimos sociales.

⁴⁶ i) Diseñar y concertar la Estructura Ecológica principal buscando la conectividad de la biodiversidad a nivel de especies, ecosistemas y paisaje, integrando el Sistema Regional de Áreas Protegidas, en la Jurisdicción de la CDMB. ii) Desarrollar una estrategia de Restauración Ecológica e Hidrológica de la Jurisdicción de la CDMB. iii) Fortalecer el sistema de incentivos a la Conservación de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, a partir de PSA, compensaciones, entre otros.

7. CONCLUSIONES

Las áreas protegidas, como es el PNR Páramo de Santurbán, se constituyen en territorios fundamentales para el desarrollo económico y social de las poblaciones locales y regionales, así como para garantizar el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural, debido a la variedad de los bienes y servicios que estos territorios proveen en forma directa e indirecta a las personas, así como a las comunidades de flora y fauna presente.

La determinación del valor de los ecosistemas estratégicos presentes en el parque natural es un gran reto y configura un complejo camino por recorrer, debido a la dificultad en las síntesis de los estudios, la gran variabilidad de los mismos, y a la falta de sistematización adecuada de información en la valoración de los servicios ecosistémicos.

Las estimaciones obtenidas de los bienes y servicios ambientales dentro del área de estudio, busca ser un insumo adicional a ser considerado en la toma de decisiones sobre el medio ambiente, además de aproximarnos al "óptimo social" que poseen estos servicios ecosistémicos. La obtención de este valor piso es un insumo para el diseño e implementación de pago por servicios ambientales, que permitan generar recursos suficientes para la conservación de los ecosistemas y de la sostenibilidad de las comunidades locales.

La valoración presenta una particularidad relacionada con el tipo de personas cuyo bienestar es afectado por los bienes y servicios producidos por los ecosistemas dentro del Páramo de Santurbán. El valor de algunos bienes y servicios ambientales valorados (ejemplo, provisión de agua) puede ser muy importante para las poblaciones locales (ubicadas en localidades aledañas al área protegida), mientras que otros bienes y servicios (como, por ejemplo, el

almacenamiento de agua y su consecuente regulación) puede tener mayor peso para las poblaciones regionales (ciudades y otros usuarios del agua en la parte baja de las cuencas). De igual forma, el servicio de almacenamiento de carbono, debido al alcance e impacto en la mitigación al cambio climático, tiene beneficiarios a escala nacional y también global.

Los diversos estudios analizados y referenciados señalan que los ecosistemas estratégicos de bosque altoandino y páramos se ven enfrentados a una permanente degradación y alteración debido al cambio de usos del suelo, actividades productivas, y contaminación del medio ambiente.

Los resultados del presente estudio es un insumo complementario a las investigaciones realizadas que permite enriquecer el conocimiento del área de estudio. Se considera que para seguir avanzando es conveniente desarrollar más estudios de valoración que permitan abordar aquellos servicios ecosistémicos que no han sido desarrollados en esta investigación, y en lo posible que permitan integrar las diferentes percepciones de los actores sociales sobre los bienes y servicios ambientales, a fin de generar diálogos de saberes entre las diferentes visiones del área protegida, poder generar acuerdos de conservación y desarrollo social, entender cómo se pueden afectar los trade-offs *entre* los servicios ecosistémicos, así como en la gestión y planificación sostenible del territorio

A partir de las estimaciones, y sistematización a través de la matriz de valoración económica total se obtuvo el valor para bienes y servicios ambientales dentro del parque natural regional Páramo de Santurbán, los cuales fueron abordados para cada uno de los ecosistemas estratégicos; páramo, bosque altoandino y humedales. La estimación determinó un flujo aproximado anual para el conjunto de estos servicios ecosistémicos en COP 61.958 millones (USD 19,4 millones).

Los servicios clasificados de provisión fueron los más representativos dentro de la estimación ya que 5 de los 10 bienes y servicios ambientales pertenecen a esa categoría. Se estimó que estos servicios alcanzan un valor de COP 18.667 millones, aproximadamente USD 5,9 millones al año. Los dos servicios ecosistémicos que presentaron un mayor valor en este grupo son; Provisión de agua, el cual se estimó que genera uno beneficios cercanos a los COP 16.818 millones, cerca de USD5,3 millones; seguido de, Recreación, el cual se estimó en COP 1.226 millones, cerca de USD 387 mil.

Se identificaron tres servicios ecosistémicos para la categoría de Regulación, siendo estos en orden de importancia; Captura de carbono con un valor de COP 30.282 millones (USD 9,5 millones); Control de erosión COP 5.385 millones (USD1,7 millones); y, Purificación de agua con un estimado de COP 809 millones (USD 254 mil).

Respecto a los servicios clasificados “Culturales”, se puso realizar la estimación para dos de ellos; Legado, y, Patrimonio cultural. Para este grupo se obtuvo un valor de COP 6.815 millones (USD 2,1 millones), siendo el servicio ecosistémico de Legado, el más representativo con COP 6.363 millones (USD 2 millones).

Dadas las limitaciones metodológicas intrínsecas para la estimación de cada tipo de bien y servicio ambiental, es importante que los evaluadores de políticas y tomadores de decisiones tengan presente, que los valores obtenidos en esta investigación consideran supuestos específicos, que buscan evitar que los resultados sobrevaloren los servicios ecosistémicos, por ello los valores obtenidos deben ser considerados como un valor piso.

Actualmente existe un creciente interés en la aplicación de métodos para valorar bienes y servicios derivados de recursos naturales, puesto que las instituciones

del gobierno encargadas del tema ambiental, deben tomar decisiones concernientes al aprovechamiento y uso eficiente de estos recursos, así como diseñar e implementar políticas encaminadas a la conservación, protección y recuperación del medio ambiente; por lo cual este tipo de investigaciones permite ser un insumo adicional para esa toma de decisiones.

Resulta imprescindible concientizar a los diferentes actores públicos y privados, respecto a la importancia de los bienes y servicios ambientales, como una variable a ser incorporada dentro de la gestión y planificación del territorio, en la cual predomine la retroalimentación constante de todos los actores, en los diferentes niveles y escalas, cuyo propósito sea alcanzar un manejo sostenible e integrado de los ecosistemas estratégicos presentes dentro del PNR Páramo de Santurbán.

BIBLIOGRAFÍA

- Adhikari, S., Bajracharaya, R. M. y Sitaula, B. K. 2009. A review of carbon dynamics and sequestration in wetlands. *Journal of wetlands ecology*, 2(2009): 42-46.
- Artuso, A. 2002. Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. *World Development* 30(8). 1355–1368.
- Avella, A. y Cardenas, LM. 2010. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva – la Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Revista Colombia forestal* 13 (1). 5-30p.
- Azqueta, Diego. 2002. *Introducción a la Economía Ambiental*. Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid.
- Bateman I.J., B. Day, S. Georgiou y I. Lake. 2006. The aggregation of environmental benefit values: Welfare measures, distance decay y total WTP. *Ecological Economics*, 60(2). 450-460.
- Barbier, E.B., Acreman, M.C. & Knowler, D. 1997. *Valoración económica de los humedales, guía para decisores y planificadores*. Oficina de la convención de Ramsar, Gland. 157p.
- Barrantes, G. 2011. *Metodología para la evaluación económica del servicio ambiental hídrico*. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica. 45p.
- Bello, C.; Ruiz, C.A.; y Madriñan, I.F. 2014. Aproximación a la valoración de algunos de los servicios ecosistémicos de los andes colombianos, a partir de una transferencia de benéficos por meta-análisis. *Capital natural de Colombia* No. 4. *Conservación Internacional Colombia*. Bogotá. 94pp.
- Bergstrom, J. C. y L. O. Taylor. 2006. Using meta-analysis for benefits transfer: Theory and practice. *Ecological Economics*. 60(2): 351-360.
- Biocolombia-CDMB. 2009. *Estudio complementario para la declaratoria de un área protegida en la subregión complejo lagunar Santurbán*. Bucaramanga. 138p.
- Brouwer, R. 2000. Environmental value transfer: state of the art and future prospects. *Ecological economics*, 32(1): 137-152.

- Bruner, A. G., R. E. Gullison, R. E. Rice, and G. A. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291:125-128.
- Buitrago, A y Ruiz, C. 2010. El estado actual del conocimiento sobre valoración económica y caracterización de servicios ecosistémicos. Ecosistemas andinos, alto andinos y paramunos de Colombia o regiones comparables. *Estrategia capital natural de colombia. Convenio conservación internacional Colombia - Fondo para la acción ambiental y la niñez*. Bogotá. 41p
- Calderón, L. 2014. Conflictos asociados al uso del suelo: una aproximación al área de conservación óptima en el Páramo de Santurbán. *Serie Documentos Cede*, 2014(14). 50p.
- Capital natural. 2011. Protocolo para la valoración económica de los servicios ecosistémicos en los Andes colombianos, a través del método de transferencia de beneficios. *Reflexiones sobre el capital natural de Colombia No. 1, Conservación Internacional Colombia*. Bogotá. 53p.
- Cardenas, J. y Ortiz, R. 2011. Memoria Economista. Valoración económica del recurso hídrico en la microcuenca del río de oro alto para el por servicios ambientales. *Facultad de ciencias humanas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga*. 117p.
- Cárdenas, J. C.; Castañeda, J. L.; Castillo, D.; Laverde, C.; Pereira, M. F. y Rodríguez, L. Á. 2013. Métodos complementarios para la valoración de la biodiversidad: una aproximación interdisciplinar. *Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Universidad de los Andes*. Bogotá. 168p.
- Carriazo, F., Ibáñez, M. y García, M. 2003. Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales naturales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios. *Documento CEDE*, 2003(26). Universidad de los Andes. Bogotá. 101p.
- Castro, M. 2011. Una valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de los páramos ecuatorianos - la experiencia en Oña-

Nabón-Saraguro-Yacuambi y el Frente Suroccidental de Tungurahua. EcoCiencia-Wetlands International- UTPL - MAE. Quito. 34p.

➤ Celleri R. 2009. Estado del conocimiento técnico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes. Servicios ambientales para la conservación de los recursos hídricos: lecciones desde los Andes. CONDESAN. 36p.

➤ Cigüenza, N. 2019. Conozca cuál es la huella de carbono que puede generar una persona al año (en línea). La Republica en 18 de julio de 2019. <<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/conozca-cual-es-la-huella-de-carbono-que-puede-generar-una-persona-al-ano-2886109>>

➤ Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. 2007. Estudio sobre el estado actual de los páramos (EEAP) en jurisdicción de la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga -CDMB-. Subdirección de administración de recursos naturales. Bucaramanga. 246p

➤ Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. 2008. Valoración de bienes y servicios ambientales; escenario piloto el Rasgón. Bucaramanga. 69p.

➤ Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. 2009. Plan de ordenamiento y manejo ambiental subcuenca Río Suratá. Bucaramanga. 192p.

➤ Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. 2010a. Estudio ambiental para el ordenamiento y manejo de la subcuenca cáchira sur. Bucaramanga. 192p.

➤ CDMB. 2010b. Plan de ordenamiento del recurso hídrico para la microcuenca del río Vetás. Subdirección de ordenamiento y planificación integral del territorio. Bucaramanga. 146p.

➤ Corporación Autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB. 2014. Gestión del recurso hídrico, en la jurisdicción de la CDMB. Bucaramanga. 45p.

- CDMB. 2017. Informe estado de los recursos naturales. Subdirección ordenamiento y planificación integral del territorio. Bucaramanga. 109p.
- CDMB – CORPONOR. 2002. Marco estratégico para la formulación del plan de manejo ambiental de los ecosistemas compartidos páramo, subpáramo y bosque alto andino de la unidad biogeográfica de Santurbán en la jurisdicción de la CDMB y CORPONOR. 340p.
- CDMB – CORPONOR - UAESPNN/DTNA – CI Colombia. 2008. Caracterización biofísica y socioeconómica de la subregión complejo lagunar del páramo de Santurbán. 163p.
- Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. 1997. Decreto 900: Por el cual se reglamenta el certificado de incentivo forestal para conservación, abril 1997. 7p.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012a. Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémico, PNGIBSE, marzo 2012. 124p.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012b. Decreto 2667: Reglamenta tasa retributiva y otras disposiciones, diciembre 2016. 15p.
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación. 2017. CONPES 3886: lineamientos de política y programa nacional de pago por servicios ambientales para la construcción de paz, mayo 2017. 94p.
- Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 2017. Decreto 926: Impuesto nacional del carbono, junio 2017. 13p.
- Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2018. Resolución 000411: Incentivo forestal, octubre 2018. 8p.
- Colombia. Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. 2019. Resolución Número 000009: ajustan tarifas al impuesto nacional del carbono, enero 2019. 4p.
- Correa, F. 2005. Valoración económica de ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales. Semestre económico 8(16). 29-48p.

- Costanza, R.; de Groot, P.; Sutton, S.; van der Ploeg, S.J.; Anderson, I.; Kubiszewski, Farber, S.; y Turner, R. 2014. Changes in Global Values of Ecosystem Services. *Global Environmental Change*. 26(2014). 152-158.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., and Boumans, R. M. J. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem function, goods, and services. *Ecological Economics*. 41(3): 393-408.
- De Groot, R., M. Stuij, M. Finlayson y N. Davidson. 2007. Valoración de los Humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico Ramsar, 3 (27). 58p.
- Eigenbrod, F.; Armsworth, P.; Anderson, B.J.; Heinemeyer, A.; Gillings, S.; Roy, D.; Thomas, C.; y Gaston, K. 2010. Error propagation associated with benefits transfer-based mapping of ecosystem services. *Biological Conservation*. 143(2010). 2487–2493.
- Espinosa, P. y Torres, D. 2013. Metodología para la valoración económica de bienes y servicios ambientales en la zona de preservación del parque natural regional Cerro La Judía en el departamento de Santander. Memoria especialización Ingeniería ambiental. Facultad de ingeniería fisicoquímicas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 63p.
- Fedesarrollo. 2013. Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Santurbán. Centro de investigación económica y social. Bogota. 81p.
- Figueroa, E. 2008. Valor económico de la contribución anual del sistema nacional de áreas protegidas de Chile y análisis de su financiamiento; en Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) y Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile (eds.), Creación de un sistema integral de áreas protegidas para Chile; Documentos de Trabajo. Santiago, Chile. 107-280.
- Figueroa, E. 2010. Valoración económica detallada de las áreas protegidas de Chile. Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) y Comisión Nacional del Medio Ambiente-Chile. Santiago. 233p

➤ Figueroa, E. 2015. "Áreas Protegidas, Bienestar Social y Fuente de Oportunidades para los Chilenos"; en G. Simonetti-Grez, J. Simonetti y G. Espinoza (eds.), Conservando el Patrimonio Natural de Chile: El Aporte de las Áreas Protegidas; pp. 91-108. PNUD, GEF, Ministerio del Medioambiente-Chile y Kauyeken, Santiago, Chile. 132p

➤ Figueroa E, Pasten R. 2009. Total economic value calculating matrix (TEVCM) to evaluate ecosystem services: A multidisciplinary step to promote conservation. Paper presented at the IHDP Open Meeting, 7th International Science Conference on Human Dimensions of Global Environment Change: World Conference Centre in Bonn UN Campus, Bonn Germany, April 26-30, 2009.

➤ Figueroa, E, Pastén, R. 2011. Improving Benefit Transfer for Wetland Valuation: Income Adjustment and Economic Values of Ecosystem Goods and Services. Wadden Academy-KNAW; Leeuwarden, Netherlands. pp. 40. info@waddenacademie.knaw.nl. ISBN/EAN 978-94-90289-20-1 Serial number 2011-01.

➤ Figueroa, E, Pastén, R. 2014. "Economically valuing nature resources to promote conservation: An empirical application to Chile's national system of protected areas"; *Papers in Regional Science* 93(4): 865-889; (with R. Pastén). 2014.

➤ Garcia, J. 2003. Análisis del potencial de emisión de dióxido de carbono del páramo de Chingaza y lineamientos para su conservación en el contexto del mecanismo de desarrollo limpio. Memoria de Ecólogo. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. 110p.

➤ Grupo de Investigación sobre Desarrollo Regional y Ordenamiento Territorial, GIDROT. 2011. Santander 2030: Diagnóstico dimensión biofísico ambiental territorial de Santander. Bucaramanga. 250p.

➤ Gómez, E y de Groot, R. 2007. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas* 16(3): 4-14.

- Gren, I. 1995. The value of investing in wetlands for nitrogen abatement. *European review of agricultural economics*, 22(2): 157–172.
- Herwartz, H., López, R. E., Figueroa, E. y Fortunato, A. 2019. "Global CO2 atmospheric concentration as a useful predictive tool of hydro-meteorological disaster occurrence". Research paper Department of Economics University of Göttingen and Department of Economics University of Chile. pp.25.
- Hofstece, R., Segarra y P. Mena V (Eds.). 2003. Los Páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de páramos. Global Peat land initiative/NCIUCN/ Eco-Ciencia. Quito. 276p.
- Huamani, A. 2003. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales generados en la cuenca del río Cane-Iguaque. Universidad de los Andes. Bogota. 43p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. 2019. Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá. 452p.
- IDEAM, IAVH, Condesan, Universidad de Leicester. 2018. Diversidad y funcionamiento de ecosistemas altoandinos de Colombia en escenarios de cambio ambiental: Hacia un sistema integrado de monitoreo. Colombia. 29p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt, IAVH. 2014. Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1:25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: complejo de Páramos jurisdicciones – Santurbán – Berlín departamentos de Santander y Norte de Santander. Bogotá. 82p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fondo Adaptación. 2015. Caracterización socioeconómica y cultural del complejo de páramos Guantiva-La Rusia en jurisdicción de Corpoboyacá y CAS con énfasis en caracterización de actores, análisis de redes y de servicios ecosistémicos. Bogotá. 257p.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, IAVH. 2016. El proyecto páramos: Biodiversidad y recursos hídricos en los andes del norte. Bogotá. 46p.

- Jenkins W., B. Murray, R. Kramer y S. Faulkner. 2010. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics* 69: 1051-1061.
- Llambí, L. D., Becerra, M. T., Peralvo, M., Avella, A., Barufol, M., Díaz, L.D. 2019. Construcción de una Estrategia para el Monitoreo Integrado de los Ecosistemas de Alta Montaña en Colombia. *Biodiversidad en la Práctica*, 4(1), 150-172.
- López J.A.; Goyeneche F.; Herrera C.; Bejarano J.; Avendaño J.G.; Leguia D. 2018. Análisis de viabilidad jurídica, financiera y operativa del CIF de conservación. Programa ONU-REDD. BIOFIN / PNUD. 49p.
- Mantilla, J. y Diaz, Nidia. 2014. Estudio de alternativas para el desarrollo del ecoturismo en el Parque Natural Regional Santurbán – CDMB. Memoria Ingeniería industrial. Facultad de ingenierías físico-mecánicas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 256p.
- Martínez, F. 2008. Disponibilidad a pagar por el flujo de bienes y servicios ecosistemicos derivados del humedal de Cordoba, en Bogotá, D.C. Facultad de estudios Ambientales y rurales. Pontificia Universidad Javeriana. 98p.
- Melgarejo, I. M., j. Sánchez, a. Chaparro, f. Newmark, m. Santos-Acevedo, c. Burbano y c. Reyes. 2002a. Plan Nacional en bioprospección continental y marina (propuesta técnica) Bogotá: Cargraphics. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.11. 122p.
- Melgarejo, I. M., j. Sánchez, a. Chaparro, f. Newmark, m. Santos-Acevedo, c. Burbano y c. Reyes. 2002b. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia Bogotá: Cargraphics. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10. 334p.
- Millennium Ecosystem Assessment, MEA 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington. 155p.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. 2003. Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales. Bogota. 52p.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS. 2018. Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles. Bogotá. 58 p.
- Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics* 35 (2000): 25-33.
- Mojica, C. 2013. Caracterización, almacenamiento de carbono y emisiones evitadas en bosques nativos en áreas de influencia del páramo de Anaime Tolima, Colombia. Memoria Ingeniero forestal. Facultad de ingeniería forestal, Universidad del Tolima. Ibagué. 66p.
- Moran, D. & Bann, C. 2000. The valuation of biological diversity for national biodiversity action plans and strategies; A guide for trainers. Prepared For The United Nations Environment Program (UNEP). 54p.
- Myers, N. 1997. "Chapter 14: Biodiversity's Genetic Library". In, G. C. Daily (ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*; pages 255-273; Island Press; Washington, D.C., USA.
- Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R.E., Lehner, B., Malcolm, T.R., y Ricketts, T.H. 2008. Global mapping of ecosystem services y conservation priorities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 105 (48). 9495–9500.
- Navrud, S. and O. Bergland. 2001. Value transfer and environmental policy. Policy research brief No. 8. Cambridge Research for the Environment. pp 20.
- Newsome, D.; Moore, S.A. and Dowling, R.K. 2002. *Natural Area Tourism: Ecology, Impacts and Management*. Clevedon, England: Channel View Publications. 332 pp.
- Nieto, M., Cardona, L. y Agudelo, C. 2015. Análisis de servicios ecosistémicos. Provisión y regulación hídrica. En: Ungar, P. (ed.) (2015). Hojas de ruta. Guías para el estudio socioecológico de la alta montaña en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 100p.
- OECD. 2002. Handbook of biodiversity valuation, A guide for policy makers. 153p

- Osorio, JD. 2006. El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: estado del arte y aplicaciones. *Semestre Económico*, 9(18). 107-124p.
- Pabon-Zamora, L., J. Bezaury, F. Leon, L. Gill, S. Stolton, A. Groves, S. Mitchell y N. Dudley. 2008. Valorando la naturaleza: beneficios de las áreas protegidas. Serie Guía Rápida, The Nature Conservancy. 34 p.
- Paredes-Leguizamón, G. 2018. Integrando las áreas protegidas al ordenamiento territorial: Caso Colombia. Bogotá, Colombia: PNNC y UICN. 160p.
- Perez, M. y Diaz, J. 2010. Estimación del carbono contenido en la biomasa forestal aérea de dos bosques andinos en los departamentos de Santander y Cundinamarca. Memoria Ingeniería Forestal. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Bogotá. 87p.
- Phillips J.F., Duque A.J., Cabrera K.R., Yepes A.P., Navarrete D.A., García, M.C., Álvarez, E., Cabrera E., Cárdenas, D., Galindo G., Ordóñez, M.F., Rodríguez M.L., Vargas D.M. 2011. Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 16 p.
- PNUD, 2015. Conservando el patrimonio natural de Chile: el aporte de las áreas protegidas. Programa de difusión y sensibilización ciudadana del proyecto MMA / Gef "Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile: estructura financiera y operacional. Chile. 132p.
- Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, H., David, A., Arias, P. y Zuluaga, P. 2014. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp.
- Rivera, D. y Rodríguez, C. 2011. Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 70p.

- Rosenberger, S.R. y Loomis, J.B. 2000. Panel stratification in mets-analysis of economic studies: an investigation of its effects in the recreation valuation literature. *Journal of agricultural and applied economics*, 32(3). 459–470
- Rosenberger, R., Loomis, J. 2003. Benefit transfer. En: Champ, P.; Boyle, K.; y Brown. T. (Eds). *A Primer on nonmarket valuation*, Chapter 12. Nueva York. Springer science+Business media. 445-483.
- Rosenberger R.S y T.D. Stanley. 2006. Measurement, generalization y publication: Sources of error in benefit transfer y their management. *Ecological Economics*. 60(2). 372-378.
- Ruiz–Agudelo CA. 2014. ¿El valor de algunos servicios ecosistémicos de los Andes colombianos?: transferencia de beneficios por meta-análisis. *Universitas Scientiarum* 19(3): 301-322
- Russi D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. and Davidson N. 2013. *The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. 84p.
- Secretaría. 2014. *Convenio sobre la Diversidad Biologica*. CDB. 2014. *Global Biodiversity Outlook 4*. Montreal, Canadá: CDB
- Stolk, M., P.A. Verweij, M. Stuij, C.J. Baker y W. Oosterberg. 2006. *Valoración socioeconómica de los humedales en América Latina y el Caribe*. Wetlands International. 36p.
- Theran, C. 2010. *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales que oferta el ecosistema estratégico humedal el Pantano*. Universidad Santo Tomas. 60p.
- Torres-Gómez M, Calfucura, E and Figueroa E. 2019. “Social valuation of ecosystem services at local scale: challenges for the management of a multiple-use coastal and marine protected area (AMCP-MU): Isla Grande de Atacama – Chile”; in L. E. Delgado and V. H. Marín (Eds.), *Social-ecological Systems of Latin America*:

Complexities and Challenges. DOI: 10.1007/978-3-030-28452-7. (with M. Torres-Gómez and E. Calfucura) Springer; Switzerland.

➤ Turner, R. K.; Paavola, J.; Cooper, P.; Farber, S.; Jessamy, V.; Georgiou, S. 2003. Valuing Nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics* 46(2003): 439-510.

➤ UNEP; WCMC; IUCN and NGS. 2018. Protected Planet Report 2018: The World Database on Protected Areas (WDPA). Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA.

➤ UAESPNN - Parques Nacionales Naturales de Colombia,. 2015. Áreas Protegidas: territorios para la vida y la paz. áreas protegidas para el desarrollo. Bogotá D.C. 425p.

➤ Villamizar, Y. y Roman, O. 2012. Valoración económica de los servicios ecoturísticos del territorio de Vetas, aplicación del método de valoración contingente de doble límite. *Memoria Economista*. Facultad de ciencias humanas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 109p.

➤ Yepes, A.; Navarrete, D.; Duque, A.; Phillips, JF.; Cabrera Torres, Kenneth & Alvarez Davila, Esteban & García, & Ordoñez,. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. IDEAM. 161p.

➤ World Bank. 2020. State and Trends of Carbon Pricing 2020 (May). World Bank Group, International Carbon Action Partnership, Washington, DC. 109p

➤ WCPA, World Commission on Protected Areas. 1998. Economic values of protected areas: Guidelines for protected area managers. IUCN. Cambridge. 62p.