



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia**

**Jorge Alejandro Quijano Arias**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Programa de Maestría en Ciencias Economía  
Bogotá, Colombia

2018



# **Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia**

**Jorge Alejandro Quijano Arias**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en economía**

Director (a):

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Carlos Enrique Díaz Reyes

Codirector (a):

PhD en Estudios Ecológicos, Ambientales y Rurales  
Carmenza Castiblanco Rozo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Programa de Maestría Economía

Bogotá, Colombia

2018



## Resumen

El objetivo general de este trabajo de grado es evaluar la eficiencia de una posible implementación de un programa de Pagos por Servicio Ambiental con origen público tomando como zona de estudio el Páramo de Guerrero.

Para ello, se adopta una serie de objetivos como: 1) identificar el uso del suelo de la zona de estudio; 2) estimar el costo de oportunidad del uso del suelo para las principales actividades productivas de la zona como lo son la producción de papa, leche y carne bovina; 3) calcular el valor económico de la conservación y con ello los beneficios obtenidos del área potencialmente conservable; 4) realizar el análisis costo beneficio bajo diferentes escenarios de conservación.

Se concluye que de acuerdo con la normatividad vigente y teniendo en consideración la salud ecosistémica del Páramo de Guerrero, conservar el 40% del área de estudio bajo un PSA genera los mismos beneficios sociales que todo el páramo en ausencia del programa. Adicionalmente, se concluye que con la información secundaria disponible sobre el uso del suelo, la relación costo beneficio del PSA es de 3,3, la cual es el doble a la obtenida la situación actual.

**Palabras claves:** Pago por servicio ambiental, Páramo, Eficiencia, Costo de oportunidad.

## Abstract

The general objective of this degree work is to evaluate the efficiency of a possible implementation of a Payments for Environmental Services program with public origin taking the Paramo de Guerrero as a study area.

To achieve this goal, some objectives are adopted such as: 1) identify the study area's land use; 2) estimate the land use's opportunity cost for the main productive activities in the area, such as the potatoes, milk and bovine production; 3) calculate the conservation's economic value and the benefits obtained from the potentially conservable area; 4) perform the cost - benefit analysis under different conservation scenarios.

In accordance with current normativity and taking into consideration the Paramo de Guerrero's ecosystem health, it is concluded that conserving 40% of the study area under PES generates the same social benefits as the entire paramo in the absence of the program. In addition, it can say, with the secondary information available on land use, the PES's cost-benefit relation is 3.3, which is double than the current situation.

**Keywords:** Payment for Environmental Service, Paramo, Efficiency, Opportunity cost.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>III</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de gráficas</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de abreviaturas</b> .....	<b>XI</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Los PSA como herramienta económica para la conservación ambiental</b> .....	<b>3</b>
1.1 Definición de los Pagos por Servicios Ambientales o PSA .....	3
1.1.1 Definición de servicios ambientales .....	3
1.2 Definición de PSA .....	7
1.2.1.1 Criticas a los PSA.....	9
1.3 Fundamentos teóricos de los PSA .....	11
1.4 Experiencia internacional en la implementación de PSA .....	14
<b>2. Normatividad de los pagos por servicios ambientales y paramos en Colombia</b>	<b>21</b>
2.1 Política ambiental en Colombia .....	21
2.2 Soporte normativo de los PSA y su uso en el posconflicto .....	23
2.2.1 Decreto Ley 870 de 2017 y Decreto 1007 de 2018 .....	28
2.3 Gestión integral de los páramos en Colombia .....	33
2.4 Alcance y limitaciones del marco normativo de los PSA en Colombia .....	35
<b>3. Caracterización de la zona de estudio</b> .....	<b>39</b>
3.1 Páramos como sistema estratégico.....	40
3.2 Complejo de Guerrero.....	41
3.2.1 Población y actividad económica .....	45
3.2.2 Salud ecosistémica e IVR .....	49
<b>4. Análisis costo beneficio</b> .....	<b>55</b>
4.1 Valoración económica de los servicios ecosistémicos del Páramo de Guerrero.....	55
4.1.1 Modelo: Valoración de contingente .....	56
4.1.2 Estimación de la DAP .....	60
4.2 Costo de oportunidad por uso del suelo en el páramo de guerrero .....	63
4.2.1 Pecuario .....	66

VI Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia

---

4.2.2 Agrícola.....	71
4.3 Estimación del costo beneficio .....	75
4.3.1 Ingresos, costos y beneficios.....	75
4.3.2 Valor Presente Neto del PSA .....	83
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>89</b>
<b>A. Anexo: Formato de encuesta para la valoración ambiental .....</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>99</b>



## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1-1:</b> Relación entre los servicios ecosistémicos y bienestar humano.....	5
<b>Figura 3-1:</b> Mapa complejo de Guerrero .....	44

## Lista de gráficas

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 4-1:</b> Cultivo de pasto limpios por municipio.....	65
<b>Gráfica 4-2:</b> Cultivo de papa por municipio.....	66
<b>Gráfica 4-3:</b> Evolución histórica de los precios y costos promedio de la carne y leche...	67
<b>Gráfica 4-4:</b> Evolución histórica de los precios y costos promedio de la papa pastusa y criolla en Corabastos. ....	72

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1-1:</b> Criterios de elección para participar en el programa de PSA en México. ....	19
<b>Tabla 3-1:</b> Extensión del área de terreno de complejo de guerrero por municipios. ....	42
<b>Tabla 3-2:</b> Numero de predios rurales por municipio. ....	46
<b>Tabla 3-3:</b> Numero de predios por destinación económica. ....	47
<b>Tabla 3-4:</b> Numero de predios potenciales para un PSA según rango de extensión. ....	48
<b>Tabla 3-5:</b> Definición de la salud ecosistémica a partir del IVR. ....	51
<b>Tabla 3-6:</b> Coberturas del suelo según categorías <i>Corine Land Cover</i> . ....	52
<b>Tabla 3-7:</b> Coberturas del Páramo de Guerrero. ....	54
<b>Tabla 3-8:</b> IVR para el Páramo de Guerrero. ....	54
<b>Tabla 4-1:</b> Estadísticas descriptivas de las variables del modelo. ....	61
<b>Tabla 4-2:</b> Resultado del modelo de estimación. ....	62
<b>Tabla 4-3:</b> Coeficientes de estimación de la DAP. ....	62
<b>Tabla 4-4:</b> Área del páramo de guerrero con uso agropecuario. ....	64
<b>Tabla 4-5:</b> Producción, productividad y costo de oportunidad para la producción de carne. .....	68
<b>Tabla 4-6:</b> Beneficio por hectárea año carne. ....	69
<b>Tabla 4-7:</b> Producción, productividad y costo de oportunidad para la producción de leche. .....	70
<b>Tabla 4-8:</b> Producción, productividad y costo de oportunidad para el cultivo de papa. ....	73
<b>Tabla 4-9:</b> Beneficio por hectárea año para la producción de papa considerando el ciclo productivo. ....	74
<b>Tabla 4-10:</b> Resumen de los principales valores. ....	75
<b>Tabla 4-11:</b> Estimación de costo beneficio con y sin PSA. ....	78
<b>Tabla 4-12:</b> Diferencia en el beneficio social según porcentaje de conservación. ....	80
<b>Tabla 4-13:</b> Estimación de costo beneficio con y sin PSA considerando el servicio ecosistémico. ....	82

<b>Tabla 4-14:</b> Diferencia en el beneficio social según porcentaje de conservación considerando la salud del ecosistema.....	82
<b>Tabla 4-15:</b> Flujo de ingresos y costos a 5 años sin PSA. ....	85
<b>Tabla 4-16:</b> Flujo de ingresos y costos a 5 años bajo diferentes escenarios de conservación con PSA.....	86
<b>Tabla 4-17:</b> Relación de beneficio costo bajo diferentes escenarios de conservación. ...	86
<b>Tabla 4-18:</b> Flujo de ingresos y costos a 5 años bajo diferentes escenarios de conservación con PSA considerando la salud ecosistémica. ....	87
<b>Tabla 4-19:</b> Relación de beneficio costo bajo diferentes escenarios de conservación considerando la salud ecosistémica.....	88

## Lista de abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>AT</i>	Área Total
<i>AVR</i>	Área de Vegetación Remanente
<i>BPSA</i>	Beneficio Social del PSA
<i>BSI</i>	Beneficio Social Inicial
<i>CAR</i>	Corporación Autónoma Regional
<i>CEDE</i>	Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico
<i>CI</i>	Conservación Internacional
<i>CORMACARENA</i>	Corporación para El Desarrollo Sostenible del Área Manejo Especial la Macarena
<i>CORPOBOYACA</i>	Corporación Autónoma Regional de Boyacá
<i>CORPORINOQUIA</i>	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
<i>DANE</i>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<i>DAP</i>	Disponibilidad Aceptada a Pagar
<i>DNP</i>	Departamento Nacional de Planeación
<i>ENA</i>	Encuesta Nacional Agropecuaria
<i>ESAG</i>	Encuesta de Sacrificio de Ganado
<i>FARC</i>	Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia

XII Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia

---

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>FEDEPAPA</i>	Federación Colombiana de Productores de Papa
<i>FHV</i>	Fundación Horizonte Verde
<i>IAVH</i>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
<i>IDEAM</i>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<i>IGAC</i>	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
<i>IPC</i>	Índice de Precios al Consumidor
<i>IPP</i>	Índice de Precios al Productor
<i>IVR</i>	Índice de Vegetación Remanente
<i>MADS</i>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
<i>MEA</i>	Evaluación de Ecosistemas del Milenio
<i>PNUMA</i>	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<i>PSA</i>	Pago por servicios ambientales
<i>REAA</i>	Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales
<i>RUNAP</i>	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
<i>SIB</i>	Sistema de Información sobre Biodiversidad
<i>SIBEN</i>	Sistema de Selección de Beneficiarios Para Programas Sociales
<i>SINA</i>	Sistema Nacional Ambiental
<i>SINAC</i>	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
<i>SIPSA</i>	Sistema de Información de Precios

---

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>TEEB</i>	Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad
<i>VPN</i>	Valor Presente Neto

---





# Introducción

Reconociendo la importancia del medio ambiente para el bienestar humano y la alta presencia de ecosistemas estratégicos en el territorio nacional, los Pagos por Servicios Ambientales o PSA han tomado importancia dentro de las políticas de conservación y restauración de diferentes ecosistemas, incluso llegando a tener un papel dentro de las políticas de posconflicto, dándole a los programas de PSA un alcance social.

Existen diferentes clases de PSA que dependen de según el vehículo de conservación, el tipo de comprador del servicio y del tipo de reconocimiento; sin embargo, para este trabajo se analizará los PSA con origen público, es decir donde el Estado es el agente interesado en otorgar un pago en reconocimiento a los propietarios de predios que tienen un alto valor ambiental y toman acciones de conservación o restauración, dado que en las reacciones contractuales público-privado no se garantizan por si solas la eficiencia bajo los supuestos del Teorema de Coase. Por lo tanto, la caracterización y los determines de los pagos se harán de acuerdo con la normatividad vigente para 2018 en Colombia.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la eficiencia de un posible programa de PSA de carácter público para incentivar la conservación y restauración en el Páramo de Guerrero como zona de estudio, reconociendo que por su ubicación geográfica representa una fuente de servicios ambientales de gran importancia para 16 municipios de Cundinamarca y Boyacá, siendo el soporte hídrico del embalse del Neusa y del Hato, de la Laguna de Fúquene y de los Acueductos de Chiquinquirá, Cogua, Nemocón, Zipaquirá, Sucuneta, La Playa- Carmen de Carupa y 9 acueductos veredales. Por tanto, mantener el flujo constante de servicios ambientales de este ecosistema es primordial para garantizar el bienestar de la población y de las generaciones futuras.

En este sentido, el problema se resume en la búsqueda del uso óptimo de un recurso limitado como es el suelo, siendo el desarrollo productivo y la conservación las dos

posibilidades de uso. Por lo tanto, el cálculo de los beneficios sociales generados para cada una de dichas actividades determina el mejor uso posible del área de estudio, reconociendo que los PSA permiten el uso mixto del suelo, es decir no restringe a que el área a conservar sea la de la totalidad del predio, y por tanto se estimaran diferentes escenarios de conservación con ambos usos del suelo.

Para cumplir con dicho objetivo se busca caracterizar el uso del suelo en los ecosistemas de páramo en Colombia, identificando las principales actividades en la zona de estudio, junto con sus externalidades, mediante las capas de coberturas *Corine Land Cover*. Así mismo se calcula el costo de oportunidad del uso del suelo de las principales actividades productivas de la zona, como determinante principal en el monto a pagar del PSA y del *trade off* por cambio de uso del suelo, haciendo uso de fuentes de información secundarias oficiales para su estimación. Adicionalmente, se busca determinar el valor económico de la conservación del ecosistema de páramo y de esta forma estimar los beneficios obtenidos del área potencialmente conservable, por medio de valoración contingente. Para de esta forma concluir con un análisis costo beneficio en ausencia y presencia del programa, bajo diferentes escenarios de conservación.

El trabajo está dividido en cinco capítulos, iniciando en el primer capítulo con la presentación la definición de los PSA, la experiencia internacional y el marco teórico que los sustenta. El segundo capítulo muestra la evolución del marco normativo que soporta a los PSA como herramienta de política, haciendo énfasis en la regulación vigente. En el tercer capítulo se presenta la caracterización económica, social y geográfica de la zona de estudio. El cuarto capítulo muestra los resultados obtenidos de la valoración económica ambiental realizada sobre el Páramo de Guerrero, junto con los costos de oportunidad de uso del suelo de las principales actividades productivas de la zona, para luego finalizar con el análisis costo beneficio bajo diferentes escenarios del programa. Por último, en el quinto capítulo se exponen las conclusiones obtenidas del trabajo, así como las discusiones futuras que se deben estudiar frente a los PSA y no fueron estudiadas directamente en este trabajo.

# **1. Los PSA como herramienta económica para la conservación ambiental**

Para entender la eficiencia de los pagos por servicios ambientales o PSA, es fundamental partir de su definición y características. Así mismo, se debe entender la teoría económica que soporta dicho instrumento. Por tanto, en la primera parte de este capítulo se explican las bases conceptuales detrás de los PSA, partiendo de las siguientes preguntas: 1) ¿Qué es un pago por servicio ambiental?; y 2) ¿Cuáles son sus alcances? En la segunda parte se expone el marco teórico que soporta los programas de PSA como instrumento económico de conservación, por medio de la internalización de externalidades positivas. Por último, en la tercera parte, se muestran algunas experiencias internacionales en la implementación de los PSA en Latinoamérica, en diferentes contextos, escalas y con distintos servicios ambientales.

## **1.1 Definición de los Pagos por Servicios Ambientales o PSA**

El punto de partida de este trabajo es definir qué es un servicio ambiental y cuál es su importancia, a tal punto que existe un interés por dar un pago a cambio de él. Para esto, se presenta una discusión sobre el uso de los términos servicio ambiental y servicio ecosistémico, haciendo una distinción que permita entender por qué se habla de pago por servicios ambientales y no pago por servicios ecosistémicos.

### **1.1.1 Definición de servicios ambientales**

Como se presenta a continuación, existe una delgada línea que diferencia los conceptos de servicio ambiental y servicio ecosistémico en la literatura.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio o MEA (por sus siglas en inglés) publicada en el 2000 ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, tuvo como objetivo evaluar el impacto que tiene el cambio en los ecosistémicos sobre el bienestar humano. Para ello, establecieron que los servicios ecosistémicos son todos los servicios prestados por los ecosistemas y de los cuales son beneficiarios las personas. Los servicios ecosistémicos contemplados en la MEA se dividen en cuatro categorías:

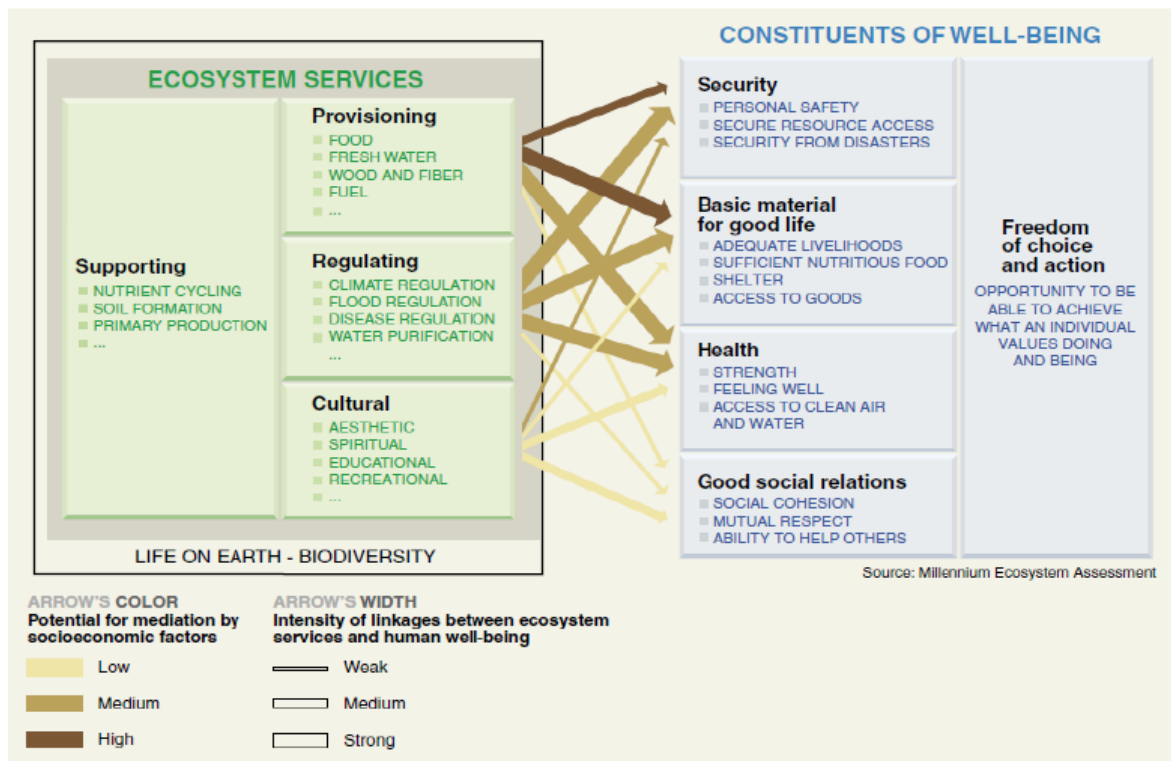
- Servicios de aprovisionamiento: alimento, agua, madera, entre otros.
- Servicios de regulación: clima, control de enfermedades, desechos y calidad del agua.
- Servicios culturales: recreación, estéticos y espirituales.
- Servicios de apoyo: formación del suelo, fotosíntesis y ciclo de nutrientes.

Cada uno de estos servicios está relacionado con el bienestar humano a través de cuatro grupos:

- Seguridad o refugio.
- Materias básicas para una buena vida tales como suficiente comida, acceso a bienes, entre otros.
- Salud, entendida como acceso a agua y aire limpios.
- Buenas relaciones sociales, cohesión social, respeto mutuo y habilidad para ayudar a otros.

La Figura 1-1 muestra la relación que existe entre los servicios ecosistémicos y las categorías del bienestar contempladas en La Evaluación de Ecosistemas del Milenio. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio concluye que los efectos nocivos de la degradación de los ecosistemas han aumentado de manera exponencial en los últimos 50 años, siendo de esta forma la causa de la pobreza y de conflictos sociales en algunos casos.

**Figura 1-1:** Relación entre los servicios ecosistémicos y bienestar humano.



Fuente: Millennium Ecosystem Assessment Panel, 2005.

De manera similar, el estudio sobre la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad o TEEB (por sus siglas en inglés) de 2010 tuvo como objetivo servir de puente entre la teoría de las diferentes ciencias que trabajan la biodiversidad y las prácticas políticas y empresariales. Así, la TEEB ofrece un soporte académico y teórico a la forma en como los agentes actúan frente al uso del medio ambiente. Para ello, se establece que los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro categorías: 1) servicios de aprovisionamiento; 2) servicios de regulación; 3) servicios de apoyo; y 4) servicios culturales.

Desde un punto de vista económico, TEEB define a los servicios ecosistémicos como un flujo de dividendos que la sociedad recibe del capital natural. Por tanto, al igual que los otros tipos de capital trabajados en economía, el mantenimiento de las reservas de capital natural permite el continuo suministro de flujos de servicios ecosistémicos en el futuro (TEEB, 2010).

Tanto la definición de servicios ecosistémicos establecida por la MEA, como la de TEEB, se centran en categorizar y ordenar los servicios que los ecosistemas otorgan; sin embargo, existe otra definición de servicio ecosistémico que permite una clara diferenciación con el concepto de servicio ambiental.

Karsenty y Ezzine de Blas (2014) definieron a los servicios ecosistémicos como aquellos que realiza la naturaleza por sí sola, es decir, sin la participación directa del hombre, aunque este pueda ser su beneficiario. Por el contrario, los servicios ambientales son aquellos que se obtienen gracias a la intervención directa del hombre sobre el ambiente. Un ejemplo que permite aclarar la diferencia entre los dos conceptos es el siguiente: el proceso de fotosíntesis realizado por las plantas que reduce el dióxido de carbono es un servicio ecosistémico, mientras que la reforestación de una zona para aumentar la captura de carbono es un servicio ambiental.

Esta definición permite establecer que los pagos por servicios ambientales no solo reconocen el servicio ecosistémico de interés, como la captura de carbono o la regulación hídrica, sino que también se reconoce el trabajo que hace la persona vinculada al programa para proteger la zona y mantener el flujo constante del servicio, en este sentido los PSA son pagos asociados a acciones por parte de los propietarios, poseedores u ocupantes de buena fe del terreno con el objetivo de mejorar o mantener el servicio, evitando de esta forma que se convierta en un pago por la simple propiedad.

Es importante señalar que, si bien los PSA hacen referencia a diferentes servicios ecosistémicos, tales como captura y almacenamiento de carbono, protección de la biodiversidad, protección de cuencas hidrográficas y belleza escénica (Irina Prokofieva, Sven Wunder, 2012); los pagos están orientados y condicionados a que la población perteneciente al programa tome algún tipo de acción que mejore el servicio, siendo este el momento en que estos servicios se convierten en servicios ambientales.

## 1.2 Definición de PSA

Si bien existe una gran variedad de definiciones sobre los PSA desde distintas disciplinas, una de las más conocidas en economía la propone Wunder (2012) al proponer que:

Un sistema de PSA es una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido (o un uso de la tierra que aseguraría ese servicio) es 'comprado' por al menos un comprador (...) a por lo menos un proveedor (...), sólo si el proveedor asegura la provisión del servicio ambiental transado (condicionamiento). (p.3)

De allí, se resalta que los sistemas de PSA se pueden entender como un mercado diferenciado donde un agente, sea público o privado, está dispuesto a pagar a cambio de garantizar la continuidad de un servicio ambiental, a lo que se le denomina condicionamiento. Así, los PSA pueden ser vistos como un programa orientado a los propietarios, poseedores y ocupantes de buena fe de la tierra que tiene un alto valor ambiental o ecosistemas estratégicos y, por tanto, tienen la capacidad de brindar un servicio ambiental de alto beneficio para el bienestar humano, por ejemplo, la captura de carbono y la regulación hídrica. Se entiende como ecosistemas estratégicos, a los ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos tales como la depuración, regulación y equilibrio del clima, el agua y el suelo, entre los que destacan los bosques tropicales, los manglares, los humedales y los páramos (Minambiente, 2018).

En el caso de los PSA entre privados, es decir que el proveedor del servicio y el agente interesado en mantener el suministro son de carácter privado, la eficiencia está garantizada en la medida en que se cumplan las condiciones del Teorema de Coase, es decir, si los costos de la información son bajos y hay perfecta información; sin embargo, para el caso donde el interesado en mantener el servicio ambiental es de carácter público, las reacciones contractuales público-privado no garantizan por sí solas la eficiencia, y por tanto, se convierten en objeto de interés para el presente trabajo.

Para asegurar la sostenibilidad del mecanismo en el largo plazo, son importantes algunos factores como la puntualidad en el establecimiento del servicio ambiental que se desea garantizar, pues las acciones para la conservación y control difieren de acuerdo al servicio; así como el estudio del contexto de los proveedores y compradores, complementado con

acciones de educación ambiental (Cecilia, Leal, Denegri, & Delgado, 2013; Mariana, Oliveira, Marcelo, & Gonçalves Jacovine, 2012). A partir de estos factores, deben establecerse los indicadores de control y de seguimiento del programa, junto con el análisis que dé viabilidad, de acuerdo con la realidad del territorio. Lo anterior, conlleva a que los PSA altos costos administrativos y un alto requerimiento de instituciones que garanticen el monitoreo y cumplimiento del contrato entre las partes (Irina Prokofieva, Sven Wunder, 2012).

Los PSA son, en últimas, un instrumento económico que busca una gestión colectiva de las acciones de diferentes actores sobre los bienes comunes, es decir, aquellos bienes que son no excluyentes, pero sí rivales (Marshall, 2009); fomentando, de esta manera, la cooperación entre los actores de carácter público, como gobiernos nacionales, regionales y locales; así como de entidades privadas con intereses en la cooperación para el desarrollo y la conservación (Blas, Le Coq, & Guevara, 2016).

Por último, Wunder (2012) categoriza los PSA de acuerdo con tres características que determinan el tipo de PSA:

1. *Vehículo de conservación*: usualmente, los PSA utilizan el área como mecanismo de conservación, es decir, el pago está dirigido a los propietarios que destinan un área específica de sus predios para la generación del servicio ambiental; sin embargo, existen otro tipo de PSA que se basan en productos, en los cuales el pago está condicionado por la producción de un bien que genere impactos positivos sobre el ambiente.
2. *Tipo de compradores*: los compradores de un servicio ambiental pueden ser agentes públicos o privados. Los PSA que son negociados con una entidad pública tienen la ventaja de gozar de un alcance mayor y de legitimidad frente a los privados; sin embargo, son susceptibles a la corrupción y utilización como mecanismo de persuasión de votantes, lo que los puede llevar a ser económicamente menos eficientes frente a los privados.
3. *Tipo de reconocimiento*: en esta categoría existen dos tipos de PSA: 1) por uso restringido; y 2) realce productivo. El primero hace referencia a los PSA en los que los proveedores reciben el pago por destinar un área a la conservación y donde el



valor a pagar es fijado por el costo de oportunidad por uso del suelo. En los PSA de relace productivo, adicional al costo de oportunidad, se compensan otros costos directos de la conservación por medio de inversiones en sistemas agrícolas; en otras palabras, también se otorga un pago en especie.

La definición que propone Wunder parte de adaptar el concepto de servicio ecosistémico al de una mercancía, sin embargo, existe el problema de la multiplicidad de valores que puede tomar un servicio ecosistémico sin que se reconozca la complejidad del ecosistema. (Kosoy & Corbera, 2010). En este orden de ideas, Muradian (2010) define al PSA como transferencias, monetarias o no monetarias, de recursos entre actores sociales, que tiene como objetivo crear incentivos para alinear las acciones colectivas e individuales con referente al uso de la tierra buscando el mejoramiento del recurso natural.

El Decreto 870 de 2017 en el artículo 4 define a los PSA como un:

(..) incentivo económico en dinero o en especie que reconocen los interesados de los servicios ambientales a los propietarios, poseedores u ocupantes de buena fe exenta de culpa por las acciones de preservación y restauración en áreas y ecosistemas estratégicos, mediante la celebración de acuerdos voluntarios (...)

Por tanto, la definición de Muradian permite reconocer que no todos los PSA son de transacciones de mercado y se adapta mejor a la definición propuesta en la normatividad colombiana la cual señala la posibilidad de un pago en especie.

### **1.2.1.1 Críticas a los PSA**

Los PSA, al igual que cualquier instrumento de política, están sujetos a algunas limitaciones que, en mayor o menor medida, son susceptibles a solucionarse. Por tanto, es de reconocer que es una herramienta que depende de múltiples factores para su éxito. En ese orden de ideas, se presentan a continuación un listado de las principales críticas a los PSA:

- *Altos costos de implementación:* los PSA, al ser un estímulo económico o en especie por la conservación de un servicio ambiental, garantizando su continuo

flujo, dependen, en gran medida, de una correcta caracterización de las zonas de intereses ambiental, exigiendo tanto estudios biofísicos como de valoración económica para su formulación (FAO, 2003). Sin embargo, es lógico pensar que, si el objetivo de los PSA es asegurar la conservación de un ecosistema, es necesario conocer cuáles son las características de los ecosistemas, cuáles servicios brindan y cuál es su impacto sobre el bienestar humano. Por lo anterior, la caracterización biofísica y socioeconómica de la zona, debe ser el primer paso para determinar si los PSA son el mejor instrumento de conservación y cuál sería su diseño.

- *Continuidad del pago:* la interrupción en la continuidad del pago puede convertirse en un incentivo para cambiar el uso del suelo, lo que llevaría a un rápido deterioro del ambiente (Blas et al., 2016). Cualquier incentivo para la conservación del medio ambiente requiere de una institucionalidad fuerte, en la que exista interés en respetar los términos del contrato y existan mecanismos de aseguramiento ante el incumplimiento de las partes. Establecer fuentes de financiación claras y fondos con destinación específica, son algunas medidas que existen para garantizar la continuidad del pago.
- *Sistema rentista:* los PSA son programas que principalmente van dirigidos a los propietarios de tierras con un valor ambiental alto, por tanto, en el largo plazo los PSA pueden convertirse en un sistema rentista que privilegia a los poseedores de tierra, aumentando la brecha social en las zonas rurales (Blas et al., 2016). Esta crítica ciertamente es una de las más difíciles de solucionar, sin embargo, existen algunas medidas que la pueden solucionar parcialmente, como lo es el reconocimiento del contexto socioeconómico de la zona donde se pretende implementar el PSA, es decir, caracterizar el tipo de propietarios que existen, la extensión de los predios y el grado de informalidad sobre la tierra. Con base en lo anterior, se puede estimar del impacto distributivo generado por la implementación de los PSA. Adicionalmente, existen otras medidas que se exponen en el capítulo 2.
- *Pérdida de los valores de conservación:* la conservación condicionada a un pago puede deteriorar los valores de conservación que trascienden la racionalidad económica (Andrade, Romero, & Germ, 2004). Desde este punto de vista, los PSA, al actuar como un pago para incentivar un comportamiento determinado en las

personas frente a las problemáticas ambientales, no fomentan por sí solos una conciencia ambiental y necesitan un trabajo complementario de sensibilización y pedagógico.

- *Enfoque económico:* dependiendo del diseño de los PSA, es un mecanismo que no tiene en cuenta necesariamente aspectos particulares de los ecosistemas, como la resiliencia<sup>1</sup>, y su diseño depende de aspectos exclusivamente económicos como el costo de oportunidad (Tacconi, 2012).

### 1.3 Fundamentos teóricos de los PSA

Típicamente, la forma en que la economía ha estudiado el problema del daño al medio ambiente ha sido utilizando el concepto de externalidad. Se entiende como externalidad a aquellos efectos indirectos generados por algún agente (productor o consumidor) que afecta la función objetivo de otro agente (función de producción o función de utilidad), sin que este reciba un pago o compensación.

Arthur Pigou, en su obra de 1920, *Economics of Welfare*, argumentó que, ante la presencia de externalidades negativas, el causante debe pagar por ellas. De allí, surge la idea de que la solución ante dichas externalidades es la imposición de un impuesto igual al daño causado, como forma de internalizar los costos indirectos. En este sentido, un impuesto pigouviano es la situación inversa a la del PSA, en el sentido que Pigou plantea un cobro por una externalidad negativa, mientras que los PSA son un pago o remuneración por una externalidad positiva; siendo en ambos casos una internalización de una externalidad, de tal manera que se llegue a una situación socialmente eficiente.

Ronald Coase planteó que la visión de Pigou es limitada, dado que si un individuo A afecta con su actividad a un individuo B por medio de una externalidad, es decir, de manera indirecta, evitar o disminuir el daño a B significaría un perjuicio al individuo A. Esto es particularmente importante para los problemas ambientales generados por el uso inadecuado del suelo, dado que medidas como la prohibición, la expropiación o la imposición de una carga monetaria por el uso del suelo con un alto valor ambiental,

---

<sup>1</sup> Se entiende como resiliencia la capacidad que tiene un ecosistema para adaptarse y resistir los cambios. (Moberg & Hauge, 2016)

generaría una nueva problemática para los propietarios de la zona si no cuentan con un sustituto a la actividad desarrollada en su propiedad.

Si bien los PSA son programas sensibles al tipo de problemática que se quiere afrontar, al tipo de agentes y al bien involucrados, entendiendo que existe un aspecto institucional que define el tipo de bienes que son los servicios ambientales y, por tanto, es necesario entender de qué forma hacen uso de los servicios ambientales, en esencia son un mecanismo para internalizar una externalidad, que ofrece a su vez la posibilidad de dar un sustituto a la actividad que comprometen el suministro del servicio ambiental, lo cual soluciona la limitación que plantea Coase.

Adicionalmente, Coase argumentó que, en la medida que los costos de transacción sean bajos y los derechos de propiedad estén bien definidos, la negociación libre los agentes permitirá una asignación eficiente, ya que habrá una reasignación de los derechos hacia aquellos que los valoran en mayor medida (Coase, 1960; Díaz, 2014). En otras palabras, se llegará a una asignación eficiente sin la necesidad de intervención, siempre y cuando se cumplan estas condiciones. Es bajo esta lógica que fueron implementados en Estados Unidos los PSA para atender problemáticas como la erosión del suelo (Claassen, Cattaneo, & Johansson, 2005).

Los PSA tienen como principio que los beneficiarios paguen por asegurar el suministro del servicio ambiental (Engel, Pagiola, & Wunder, 2008), pero no todos los programas de PSA son iguales. Poseen diferencias relevantes y, por tanto, es importante tenerlas en consideración aspectos como: (I) ¿Quién compra el servicio ambiental?, (II) ¿Qué tipo de bien es el servicio ambiental que se está considerando? y (III) ¿Cómo se relacionan los servicios ambientales y el bienestar humano?

En consideración a la primera pregunta, en el caso en que un persona o entidad privada sea la interesada en adquirir el servicio ambiental, por el Teorema de Coase, se puede producir una asignación eficiente si los costos de transacción son lo suficientemente bajos y existe una clara identificación de la propiedad de la tierra, ya que las negociaciones realizadas por los privados estarían dadas por las condiciones de mercado. Por el contrario, si el agente que se beneficia del servicio ambiental no está dispuesto a pagar

por su conservación, ya sea por el alto costo o por la falta de información u organización, las consecuencias de sus acciones se transferirán al resto de la sociedad y a las generaciones futuras.

En este último escenario, cuando no se dan las condiciones para la negociación privada, es el Estado, como agente intermediador, el que debe entrar en representación de los intereses de la sociedad y velar por su bienestar. Sin embargo, la intervención del Estado en la negociación genera que la racionalidad económica de los agentes no garantice automáticamente la eficiencia, en la medida en que no es un acuerdo puro y voluntario que se alcance entre las dos partes, basándose en el reconocimiento de la generación de una externalidad negativa que conduzca a la realización de actividades que protejan el suministro de servicios ambientales (Pagiola & Platais, 2007). Esto se debe a que las decisiones del Estado no obedecen estrictamente a criterios de mercado, sino que está enmarcada en los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, el marco constitucional y legal.

Como lo establece Rincón (2018) los PSA hacen parte de las políticas de gobernanza participativa en el sentido que genera interacciones entre el gobierno en sus diferentes niveles, el sector privado y la sociedad civil; buscando alienar las acciones individuales sobre el uso de tierra con interés social por su valor ambiental (Muradian, Corbera, Pascual, Kosoy, & May, 2010).

En este sentido, para los PSA donde participa el Estado como agente representativo de la sociedad, el criterio de Kaldor-Hicks permite evaluar si la implementación del programa es eficiente. El criterio de eficiencia de Kaldor-Hicks señala que si, ante un cambio de situación, las ganancias de un individuo A son tan altas como para compensar potencialmente las pérdidas del individuo B, la situación después del cambio es preferible. De esta forma, Díaz (2014) señaló que este criterio “ayuda a la evaluación de políticas de forma menos restrictiva que el criterio de Pareto, ya que puede ayudar a saber si una política determinada es favorable desde el punto de vista social, aun cuando un sector dado de la sociedad presente pérdidas de bienestar a partir de esta” (p.11).

Con respecto a la segunda pregunta, en la literatura existen diferentes enfoques para la categorización de los servicios ambientales. Típicamente autores como Alfred Marshall definen a los recursos naturales y al medio ambiente como bienes comunes, al ser no

excluyentes, pero sí rivales. Otra parte de la literatura señala que los servicios ambientales son bienes públicos, es decir, no excluyentes y no rivales; por ejemplo, el almacenamiento de carbono (Kiss & Ferraro, 2002). Sin embargo, existen otro tipo de servicios que se pueden definir como bien club, es decir, que se comportan como un bien público para los integrantes del denominado club y como privados para quienes no lo son, como es el caso del suministro de agua (Engel et al., 2008; Ostrom, 2000).

Para finalizar, es necesario reconocer la relación que existe entre el bienestar humano y los servicios ambientales, dado que, ante la situación de interés, donde una actividad amenaza uno o más de los servicios necesarios para satisfacer las necesidades básicas de la población, como lo es el suministro de agua o la regulación de clima, hay varios canales a través de los cuales se puede manifestar esta relación.

La relación entre ecosistema y bienestar humano se intensifica en la medida en que se incrementa la escasez del servicio (Alcamo et al., 2003). Sin embargo, los programas de PSA presentan un trade-off o costo de oportunidad en los servicios ambientales, debido a que proteger un servicio puede reducir la oferta de otro. Por ejemplo, un PSA que busque aumentar el servicio de regulación de agua potable por medio de la conservación de páramos, puede reducir el servicio de aprovisionamiento de alimentos si la tierra tiene un uso productivo, lo que genera una razón más para evaluar la eficiencia de los programas de PSA, desde la perspectiva de la política pública.

## **1.4 Experiencia internacional en la implementación de PSA**

El propósito de la siguiente sección es mostrar la versatilidad que tienen los PSA para atender las necesidades de protección del ambiente en diferentes escalas, espacios y para distintos servicios ambientales, tomando como ejemplo las experiencias obtenidas de algunos países latinoamericanos como: Costa Rica, México, Ecuador y Brasil; teniendo en cuenta que los PSA son una herramienta que se ha utilizado principalmente en Latinoamérica. Adicionalmente, se identifican las similitudes y diferencias que se tienen frente al esquema manejado en Colombia, el cual se trabaja de manera más detallada en los capítulos 2 y 3.

- *Justificación o condiciones para el surgimiento de los PSA.*

Los pagos por servicios ambientales varían de acuerdo con las instituciones y actores que, de acuerdo a su interés, generan los elementos para su génesis. Le Coq, Froger, Pesche, Legrand y Sáenz (2015) señalaron los factores que influyeron en el surgimiento de los PSA en Costa Rica en los años 90; sin embargo, el diagnóstico allí obtenido cuenta con una serie de elementos, que con algunas diferencias, explican en gran medida los procesos de surgimiento de PSA en otros países latinoamericanos.

Un primer elemento que tienen en común países como Costa Rica, México y Brasil en sus programas de PSA es la participación de entidades del gobierno, ya sean de nivel central como el Ministerio de Ambiente en el caso de Costa Rica o de nivel local para el caso de Brasil. Un aspecto importante por señalar son la gran cantidad de iniciativas que en Brasil surgieron a nivel de los gobiernos locales, con la intención de aumentar portafolios de producción y fomentar una transición agroecológica (Dos Santos & Vivan, 2012).

Un segundo aspecto en el surgimiento de programa de PSA en Latinoamérica, es la articulación de diferentes actores como empresas privadas, organizaciones ambientales y comunidades locales, lo cual permite dar un alcance mayor a los programas. En el caso particular de Brasil, la participación de las entidades internacionales, como el Banco Mundial, jugó un papel fundamental en el desarrollo de mecanismos de conservación ambiental.

En general, la presencia de diferentes actores en el surgimiento y desarrollo de los PSA refleja una clara necesidad e interés por buscar mecanismos que fomenten la protección del medio ambiente, ya sea a través de acciones de restauración o conservación, convirtiendo la diversidad de actores en el tercer elemento común en el surgimiento de los PSA.

Para los estudios de caso analizados, se encuentra que, desde las raíces de los programas de PSA, la academia ha jugado un papel fundamental (Blas et al., 2016). Desde el diseño del mecanismo hasta la evaluación, la academia ha estado presente en el desarrollo de este tipo de iniciativas, lo que les ha permitido contar con un soporte teórico fuerte y consistente con los intereses de velar por una gestión ambiental responsable y sustentable.

▪ *Institucionalidad y alcances.*

La institucionalidad que tiene cada país varía de acuerdo con su historia, coyuntura e intereses políticos, por lo que se puede encontrar una disparidad en las instituciones responsables de los programas de PSA. Una característica importante de los programas de PSA de México, Ecuador y Colombia, ha sido su alcance más allá de lo ambiental, pues desde su diseño se ha buscado atacar problemáticas tales como la pobreza, apoyar a las zonas indígenas y reconocer la realidad del territorio. El Fondo Nacional Forestal de Costa Rica, la Comisión Nacional Forestal de México, el Fondo de Agua de Ecuador y Proambiente de Brasil, son un ejemplo de las instituciones más representativas encargadas de ejecutar los PSA en su respectivo país.

Desde 1998 a 2005, el Programa de Reforestación de Costa Rica ha logrado captar casi un millón de toneladas de carbón, sin embargo, su aporte a los servicios hídricos ha sido limitado y poco significativo, junto con un impacto social negativo al mantener la desigualdad (Pagiola, 2008). En contraste, los PSA en México han tenido un papel social múltiple, pues durante la confirmación de la Comisión Nacional Forestal o Conafor, las comunidades en las zonas de interés tuvieron un papel activo en su diseño.

Desde el punto de vista ambiental, los PSA han permitido una reducción significativa en la deforestación, aumento del personal involucrado en la lucha contra los incendios forestales, tala ilegal y actividades de caza (Alix-García, Sims, & Yañez-Pagans, 2015); teniendo un impacto indirecto y positivo sobre las comunidades, a pesar de que los montos otorgados en los pagos no han sido lo suficientemente altos para encaminar proyectos productivos que reduzcan la pobreza (García-Amado, Pérez, Escutia, García, & Mejía, 2011).

Para el caso de Ecuador, existen dos tipos de programas: Programa Socio Bosque o PSB y el Fondo de Agua o Foragua. Ambos programas han estado dirigidos a proteger los servicios ambientales otorgados por los bosques y cuencas hidrográficas, como una solución ante la pobreza rural (MAE, 2008). En particular, Foragua es un programa que inició gracias a la alianza de cinco municipios (Celica, Pindal, Loja, Macará y Puyango), con el apoyo de Naturaleza y Cultura Internacional, la cual es una organización con



presencia en Ecuador y Perú y tiene como objetivo velar por la diversidad ecosistémica (Goldman-Benner, Benitez, Calvache, Ramos y Veiga, 2013).

A diferencia de los anteriores casos, Brasil no cuenta con una institución de nivel nacional que centre los programas de PSA, pues estos han funcionado a una escala local. Por ejemplo, Proambiente es una propuesta política que surge de los movimientos sociales de la Amazonía y tiene como objetivo hacer un modelo administrativo de la tierra basado en los recursos naturales de la zona (Hall, 2008). Lo anterior, ha dado como resultado una diversidad de programas y modelos con algunos inconvenientes, tales como inconsistencias metodológicas y problemas de agregación por doble contabilidad (Pavan & Cenamo, 2012). No obstante, esta diversidad de iniciativas y de programas con las que cuenta Brasil, muestra la amplia cantidad de movimientos y organizaciones interesados en proteger y conservar los servicios ambientales en sus territorios, lo que ha llevado a debatir sobre la necesidad de establecer un marco político fuerte en la gestión ambiental (Blas et al., 2016).

- *Área de interés para la conservación.*

Las áreas de interés para la conservación y protección, por medio de programas de PSA, giran principalmente en torno a dos servicios ambientales: regulación hídrica y captura de carbono. Adicionalmente, en México también se reconoce la importancia de la biodiversidad en sus programas. No obstante, desde los bosques de niebla de México, pasando por los páramos en Ecuador y los bosques atlánticos de Brasil, los PSA en Latinoamérica se han enfocado principalmente en los ecosistemas que brindan la capacidad de regular la calidad y cantidad de agua, teniendo un impacto más local; así como en aquellos que permiten mitigar el cambio climático por medio de la captura de carbono, alineándose así con los intereses de la comunidad internacional.

- *Criterios del monto a pagar y criterio de elección.*

Usualmente, el costo de oportunidad ha sido la referencia para el cálculo del monto a pagar en los PSA, dando una unidad de partida por ser un concepto que expresa la relación entre la elección y escasez, es decir, que refleja la elección o conjunto de mejores elecciones de los agentes frente a la escasez del recurso (Buchanan, 2008), que en el caso de los PSA recae sobre la escasez de ecosistemas frente al uso sobre el suelo.

En Costa Rica el costo de oportunidad de referencia nacional se calcula utilizando como referencia la ganadería extensiva, pues es la actividad predominante en las áreas de interés de los programas de PSA. Es de señalar que, a partir de 2005, dicho pago se dolarizó y en 2009 se diferenció de acuerdo a la importancia en el aprovisionamiento del servicio hídrico, en la biodiversidad y en si el área pertenece o no a un corredor biológico o parque natural. Así mismo, se otorga una adicionalidad sobre el pago si el terreno es elegible para el Protocolo de Kioto. La asignación del programa, así como los procedimientos, están a cargo del Fondo Nacional Forestal junto con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación o SINAC (Blas et al., 2016).

De manera similar, en México se fijó el costo de oportunidad a partir del cultivo tradicional de maíz, considerando, adicionalmente, que los predios ubicados en áreas de bosques de niebla reciben un tercio más de lo estableció por el costo de oportunidad. Adicionalmente, se tienen en cuenta los criterios señalados en la tabla 1, para determinar la elegibilidad, preferencia y exclusión del área:

**Tabla 1-1:** Criterios de elección para participar en el programa de PSA en México.

Tipo	Criterio
Exclusión	El área forestal por beneficiario no es mayor a cuatro mil hectáreas.
	El área forestal de tala bajo un proceso de recuperación no es mayor a 200 hectáreas por beneficiario.
	El área incorporada al programa no está bajo demanda y, en caso de ser propiedad comunal, la decisión para participar está aprobada por la asamblea comunal.
	Las aplicaciones tienen que cumplir con las fechas límite, los términos administrativos y las condiciones establecidas por la Conafor en las reglas de operaciones del programa.
Preferencia	Si el presupuesto no es suficiente, las aplicaciones con áreas más grandes tendrán preferencia.
Elegibilidad	La cobertura forestal no puede ser menor a 80% de toda el área del ejido o comunidad.
	El área está cercana a un acuífero sobreexplotado, a cuencas donde hay alta escasez, a zonas donde la calidad del agua sea pobre o con alta sedimentación, o está situada en zonas con alto riesgo de desastre hidrológico.
	El área provee agua a localidades con más de cinco mil habitantes o está dentro de una lista de montañas prioritarias.

Fuente: Los Pagos por Servicios Ambientales en América Latina: gobernanza, impactos y perspectivas (2016).

Para el caso de Ecuador, la participación es voluntaria y el monto está en función al tipo de ecosistema (bosque o páramo), al tipo de propietario (privado o colectivo) y al número de hectáreas en protección. Al tener los PSA un carácter social en Ecuador, los pequeños propietarios reciben un monto mayor a los propietarios cuyos predios exceden las 20 hectáreas; adicionalmente, la transferencia de los pagos se hace con una periodicidad de 20 años, con dos pagos anuales (Blas et al., 2016).

- *Fuente o mecanismos de financiación.*

La fuente o mecanismo de financiación para los programas de PSA puede tener dos estructuras: impuesto o fondos de uso específico. Dentro del primer grupo se encuentra Costa Rica, el cual cuenta con un porcentaje del impuesto sobre los combustibles como fuente de recursos para su programa de PSA; mientras que países como México y Ecuador utilizan como fuente una tasa por el uso del agua, con la diferencia que, para el caso de México, existe una tasa nacional, mientras que en Ecuador la tasa es a nivel municipal. Para el caso de Brasil, se destaca la fuerte participación por parte de actores y programas

internacionales como la REDD+ y el Gobierno Noruego en la financiación del programa Bolsa Forestal y el Fondo Amazónico, respectivamente (Blas et al., 2016).

Al comparar la experiencia internacional con el caso colombiano, se encuentran algunas características semejantes, en particular, en el modo de determinar el monto a pagar, pues al igual que los países estudiados anteriormente, en Colombia, conforme al Decreto 953 de 2013, se utiliza el costo de oportunidad del uso de la tierra como determinante del valor a pagar por los PSA. Sin embargo, en Colombia el cálculo se hace a partir de la actividad representativa de la zona y el valor de la renta de la tierra, sin que exista un valor a nivel nacional.

Adicionalmente, en el caso colombiano, la principal fuente de financiación que existe actualmente proviene de la inversión obligatoria del 1% de los municipios y departamentos (Artículo 111 de la Ley 99 de 1993). Igualmente, en Colombia también se vienen adelantando algunos proyectos en el marco del programa REDD+.

Otra característica que comparte el caso colombiano con los demás países de la región es la utilización de los PSA como mecanismo para conservar y mejorar el suministro hídrico, con la diferencia que, con la entrada en vigor del Decreto-Ley 870 de 2017, en Colombia se consideran otros servicios como los espirituales y culturales, especialmente en los territorios indígenas. Por último, más allá de una herramienta para la protección del medio ambiente y de los servicios que este le brinda al ser humano, los PSA han tenido la intención de generar un impacto social al querer reducir las brechas en las zonas rurales y en particular, para el caso colombiano, se busca utilizarlos como una herramienta para la terminación del conflicto armado interno y la construcción de la paz, como se detalla en el Capítulo 2.

## **2. Normatividad de los pagos por servicios ambientales y paramos en Colombia**

Este capítulo tiene como objetivo presentar el marco normativo que sustenta los programas de PSA en Colombia, así como el de los páramos. Para ello, en la primera parte se realiza un análisis de cómo ha evolucionado la política ambiental en la normatividad colombiana, lo cual ha permitido la creación de diferentes instrumentos económicos, entre los que se encuentran los PSA. En la segunda parte, se presentan las principales leyes y decretos que dan soporte a los programas de PSA, haciendo un destacado énfasis en el uso de los PSA como instrumento en el acuerdo firmado entre las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) y el Gobierno Nacional, para la terminación del conflicto armado y la construcción de una paz estable y duradera. Para ello se destaca el Decreto 870 de 2017, al ser el actual soporte normativo de los PSA en Colombia y el cual reconoce que dichos programas no solo deben estar arraigados a los servicios de aprovisionamiento de agua, si no que le da una dimensión más amplia a los PSA al contemplar otros servicios ambientales. En la tercera parte se presenta la normatividad vigente que rige sobre los páramos colombianos. Por último, en la cuarta parte, se presentan algunas aportes, limitantes o vacíos que se encuentran en el marco normativo.

### **2.1 Política ambiental en Colombia**

Colombia es un país que a lo largo de los años ha venido trabajando y avanzando en diferentes políticas de protección ambiental, mejorando su alcance e instrumentos. Previo a la Constitución colombiana de 1991, el Artículo 7 de la Ley 23 de 1973 estableció que el Gobierno Nacional “podrá crear incentivos y estímulos económicos para fomentar programas e iniciativas encaminadas a la protección del medio ambiente”.

Adicionalmente, la Ley 23 de 1973 en el Artículo 8 estableció que el Gobierno Nacional puede adoptar las medidas necesarias “para coordinar las acciones de las entidades gubernamentales que directa o indirectamente adelantan programas de protección de recursos naturales.”. Complementariamente el Artículo 9 señala que el Gobierno “incluirá dentro de los programas de educación a nivel primario, medio, técnico y universitario cursos regulares sobre conservación y protección del medio ambiente”, mientras que el Artículo 13 establece que “el Gobierno Nacional podrá inspeccionar los procesos industriales, comerciales o de cualquier otra índole, en orden a reducir o eliminar la contaminación y controlar la fuente de la misma”, en caso de sobre pasar los niveles mínimos de contaminación. Si bien esta ley contempla varios temas de interés para la política ambiental colombiana, no es precisa en cuanto a las herramientas, procedimientos y metas de las políticas, por lo que se limita a expresar la voluntad política del Gobierno Nacional.

Sin embargo, posteriormente, a partir de este antecedente se expidió el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, por medio del Decreto-Ley 2811 de 1974. Esta norma tiene como objetivos lograr la preservación y restauración del ambiente y los recursos naturales renovables; prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables y regular la conducta humana y de la Administración Pública respecto del ambiente y los recursos naturales. Para ello, parte de establecer al medio ambiente como un patrimonio común de la humanidad y, por tanto, es deber del Estado y de los particulares participar en su preservación y manejo, para lo cual, se facultó al Gobierno Nacional para establecer incentivos económicos para fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables.

Un aspecto importante a señalar es que el Decreto 2857 de 1981, por medio del cual se reglamentaron los aspectos del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables relacionados con cuencas hidrográficas, definió a una cuenca hidrográfica como un “área físico-geográfica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural, (...) que desemboca o puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”(P.1).Esto cobra

importancia al reconocer que inicialmente los PSA están enfocados a proteger las zonas por su valor de aprovisionamiento hídrico.

Por su parte, en el marco de la Constitución de 1991, el Artículo 79 estipuló que se tiene “derecho a gozar de un ambiente sano (...). Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Adicionalmente, el Artículo 80 señaló que el Estado está a cargo de planificar el manejo de los recursos naturales, así como de prevenir y controlar su deterioro.

Atendiendo a las obligaciones del Estado estipuladas en la Constitución de 1991, han surgido diferentes leyes con el objetivo de promover prácticas ambientales sostenibles, proteger el medio ambiente y sensibilizar a la población de las implicaciones que tiene su deterioro. Es de esta manera que surgieron la Ley 99 de 1993, por la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente, se reordenó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA); y la Ley 165 de 1994, por medio de la cual se aprobó el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la cual otorgó un marco donde se señala la conservación de la diversidad como objetivo primordial del Estado.

Si bien han existido una serie de leyes y decretos que reconocen la importancia del ambiente para el desarrollo del ser humano y buscan prevenir y corregir su deterioro, es a partir de la Ley 99 de 1993 que se establecieron los PSA como instrumento económico para la conservación del ambiente, por lo cual, la siguiente parte del capítulo se enfoca en los PSA como herramienta de la política ambiental colombiana.

## **2.2 Soporte normativo de los PSA y su uso en el posconflicto**

En lo referente a PSA, Colombia, en el marco de la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo, estableció en la Ley 99 de 1993 los principios generales de la política ambiental. El Artículo 111 estipuló que “los municipios y departamentos dedicarán durante quince años un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos” para la adquisición de áreas de interés para los acueductos municipales, los

cuales serían administrados por la respectiva Corporación Autónoma Regional (CAR) y la sociedad civil, como lo señaló el Artículo 108.

El Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 es de gran importancia para el esquema de PSA, puesto que, a partir de él, se han desarrollado diferentes modificaciones para convertirlo en su soporte legal dejando claro que solo abarca lo relacionado con áreas estratégicas para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos. El Artículo 106 de la Ley 1151 de 2007, modificó el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, estableciendo que “Los departamentos y municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de dichas zonas o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales”, lo que introdujo la posibilidad de financiar PSA con recursos provenientes del Artículo 111 de la Ley 99 de 1993.

Por su parte, el Artículo 210 de la Ley 1450 de 2011 modificó el inciso que decía que la gerencia de estas zonas estará a cargo del “respectivo distrito o municipio, en forma conjunta con la respectiva Corporación Autónoma Regional y con la participación opcional de la sociedad civil y de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales”. Igualmente, este artículo introdujo el párrafo 2 donde se señala que:

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Institutos de Investigación Científica adscritos y vinculados, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos y los establecimientos ambientales a que se refiere el Artículo 13 de la Ley 768 de 2002, podrán en el marco de sus competencias, efectuar los aportes técnicos, financieros y operativos requeridos para la consolidación del instrumento de pago por servicios ambientales y el desarrollo de proyectos derivados de este instrumento.

Por lo tanto, esta ley otorga las facultades para la elección y el manejo de las zonas de interés para el programa a entidades bien definidas. Adicionalmente, se estableció que “los municipios, distritos y departamentos garantizarán la inclusión de los recursos dentro de



sus planes de desarrollo y presupuestos anuales respectivos, individualizándose la partida destinada para tal fin”.

Al reglamentar el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, el Decreto 953 de 2013 estableció el mecanismo de selección de los predios objeto del pago, así como el mecanismo para la determinación del valor único del incentivo a reconocer. En los considerandos de este decreto, se menciona que los PSA buscan fortalecer los valores culturales y de reconocimiento social asociados a la conservación de los recursos hídricos y de la biodiversidad del país.

Igualmente, el Artículo 3 del Decreto 953 de 2013 definió al pago por servicios ambientales asociados al recurso hídrico como un:

Incentivo, en dinero o en especie, que las entidades territoriales podrán reconocer contractualmente a los propietarios y poseedores regulares de predios ubicados en las áreas de importancia estratégica, en forma transitoria, por un uso del suelo que permita la conservación o recuperación de los ecosistemas naturales y en consecuencia la provisión y/o mejoramiento de los servicios ambientales asociados al recurso hídrico.

De lo cual se destaca que el monto a pagar por el servicio ambiental se puede hacer en dinero o especie, lo que les permite a las entidades territoriales dar otros incentivos que se complementen con la intención de conservación y mejoren las condiciones de vida del propietario, tales como capacitaciones para el uso adecuado del suelo y asesoría para mantener y proteger la zona de conservación.

Adicionalmente, el Artículo 8 del Decreto 953 reconoció que “el incentivo de pago por servicios ambientales aplicará transitoriamente mientras la entidad territorial adquiere el respectivo predio localizado en dichas áreas” (P.4), lo cual es consistente con una de las principales críticas a los PSA señaladas en el capítulo anterior y que hace referencia a su temporalidad. Alain Billand argumenta que los PSA, en el largo plazo, son un incentivo perjudicial que favorece a los propietarios de tierras, generando así un aumento en las brechas sociales de las zonas rurales (Blas, Le Coq, & Guevara, 2016). Por tanto, darle una dimensión temporal y reconocer que el pago no necesariamente se hará en dinero,

mitiga, más no soluciona por completo esta crítica a los esquemas de PSA, pues, tal como lo estableció el Decreto 953 de 2013, son un incentivo dirigido a los propietarios y poseedores regulares de predios ubicados en áreas de importancia estratégica.

De acuerdo con el Decreto 953 de 2013, existen dos etapas: la primera hace referencia la identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica, señalada en el Artículo 4; y la segunda que es la selección de los predios. Para el desarrollo de la primera etapa se toma como base “la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico” (P.3).

Mientras que la segunda etapa referente a la selección de predios, el decreto señala en el Artículo 5 los criterios de selección que deberán ser evaluados entre las entidades territoriales y la autoridad ambiental de la zona para la selección de los predios y son:

1. Población abastecida por los acueductos beneficiados con la conservación del área estratégica dentro de la cual está ubicado el predio.
2. Presencia en el predio de corrientes hídricas, manantiales, afloramientos y humedales.
3. Importancia del predio en la recarga de acuíferos o suministro hídrico.
4. Proporción de coberturas y ecosistemas naturales poco o nada intervenidos presentes en el predio.
5. Grado de amenaza de los ecosistemas naturales por presión antrópica.
6. Fragilidad de los ecosistemas naturales existentes.
7. Conectividad ecosistémica.
8. Incidencia del predio en la calidad del agua que reciben los acueductos beneficiados.

Adicionalmente, una vez seleccionados los predios con base en los criterios anteriores, el Artículo 9 del Decreto 953 de 2013 establece las siguientes directrices para la implementación de los esquemas de pago por servicios ambientales:

1. Se priorizará la aplicación del incentivo a la conservación de las coberturas vegetales natural.
2. Se privilegiarán los predios de propietarios y poseedores regulares de menores ingresos.
3. Se otorgará el incentivo de pago por servicios ambientales hasta para un máximo de cincuenta (50) hectáreas. Se podrá otorgar el incentivo a áreas adicionales, siempre y cuando se dé cumplimiento a lo establecido en el literal anterior y que no sea viable su compra.
4. Se priorizarán los predios que a partir de su uso actual y en ausencia del esquema de pago por servicios ambientales, presenten un mayor riesgo futuro de deterioro.
5. Para el reconocimiento del incentivo en el caso de recuperación y restauración de predios, se exigirá acreditar que los predios seleccionados no estuvieron cubiertos de ecosistemas naturales en los últimos cinco (5) años.

El monto por pagar, bajo el esquema de PSA reglamentado por el Decreto 953, está determinado por el costo de oportunidad, el cual se calcula a partir de las actividades más representativas en la zona de interés, para lo cual se tienen dos criterios: (I) los beneficios netos por el uso del suelo y (II) el valor de la renta de la tierra. Se selecciona el costo de oportunidad promedio menor, siempre que dicho valor no supere el 15% del avalúo comercial por hectárea de predio en estudio.

Adicionalmente, la extensión del predio es una variable para la determinación del valor máximo del incentivo a reconocer, dividiéndose en tres categorías:

- Menor o igual a 50 hectáreas puede recibir hasta el 100% del incentivo.
- Entre 50 y 100 hectáreas puede recibir hasta el 75% del incentivo.
- Superiores a las 100 hectáreas puede recibir hasta el 50% del incentivo.

Es importante señalar que el esquema de PSA contemplado en el Decreto 953 está asociado únicamente a la regulación hídrica y el control de erosión y sedimentos, desconociendo otro tipo de servicios ecosistémicos, tales como la regulación del clima, captura de carbono y servicios culturales y espirituales; esto como consecuencia del

contexto en el que surgen los PSA donde los intereses giran en torno al aprovisionamiento de agua.

### **2.2.1 Decreto Ley 870 de 2017 y Decreto 1007 de 2018**

El Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, suscrito entre el Gobierno Colombiano y las FARC-EP, firmado en noviembre de 2016, busca transformaciones que contribuyan a revertir los efectos del conflicto armado y a eliminar las condiciones que han facilitado la persistencia de la violencia en el territorio.

El Acuerdo de Paz (2016) exalta el reconocimiento de derechos fundamentales como el derecho a gozar de un medio ambiente sano dentro de una sociedad sostenible y diversa “fundada no sólo en el culto de los derechos humanos sino en la tolerancia mutua, en la protección del medio ambiente, en el respeto a la naturaleza, sus recursos renovables y no renovables y su biodiversidad” (P.4). Igualmente, reconoce las particularidades en materia económica, cultural y social de cada territorio en pro de garantizar la sostenibilidad social y ambiental.

El primer punto del Acuerdo de Paz, Reforma Rural Integral, sienta las bases para la transformación estructural del campo, la cual se puede lograr a través de la adopción de medidas para promover el uso adecuado de la tierra de acuerdo con su vocación, entre otras cosas. A su vez, en la implementación de la Reforma Rural Integral se tendrá en cuenta el principio de regularización de la propiedad, luchando contra la ilegalidad en la posesión y propiedad de la tierra, y de garantía de los derechos de los hombres y las mujeres que son los legítimos poseedores y dueños, junto con el principio de desarrollo sostenible mediante la protección y promoción del agua, dentro de una concepción ordenada del territorio.

El punto 1.1.5. propone la regularización y protección de los derechos de la pequeña y mediana propiedad rural. El Gobierno Nacional formalizará 7 millones de hectáreas, priorizando áreas de Zonas de Reserva Campesina y aquellas relacionadas con Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial, por medio de reformas normativas y

operativas, complementándose con el Plan de Acceso del Fondo de Tierras. A su vez, el punto 1.1.8. busca promover el uso adecuado de la tierra y mejorar su planificación y ordenamiento mediante la promoción de la regularización de la propiedad rural, entre otros mecanismos e instancias de alto nivel (Acuerdo de Paz, 2016).

El punto 1.1.10 del Acuerdo de Paz hace énfasis en la protección de áreas de interés ambiental y en “generar para la población que colinda con ellas o las ocupan, alternativas equilibradas entre medio ambiente y bienestar y buen vivir.” (P.19). En particular, el acuerdo da un reconocimiento a las zonas que ofrezcan servicios ambientales culturales y espirituales, protegiendo el interés social, los sistemas de producción alimentaria sostenible, silvopastoriles, de reforestación y zonas de reserva campesina.

En este orden de ideas, el Decreto 870 de 2017 busca utilizar a los esquemas de PSA como una herramienta para el posconflicto al “establecer las directrices para el desarrollo de los Pagos por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación que permitan el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos”, como lo señala en el Artículo 1, enfocándose principalmente en “en áreas y ecosistemas estratégicos con conflictos por el uso del suelo, presencia de cultivos de uso ilícito y de especial importancia para la construcción de paz”, según lo señala el Artículo 8. De esta forma, además de ser un incentivo a la protección del ambiente, también brinda nuevas oportunidades económicas a la población de las zonas afectadas por el conflicto armado, desincentivando los cultivos ilícitos y las practicas inadecuadas sobre el uso del suelo.

Es importante señalar que el Decreto Ley 870 de 2017 nace en el marco de las facultades extraordinarias que el Congreso de la República le otorgó al presidente por medio del Acto Legislativo 01 de 2016 y que, por tanto, se constituye como un decreto con fuerza de ley. El Decreto 870 de 2017 definió al pago por servicios ambientales como un “reconocimiento económico inmediato de carácter voluntario por las acciones que permitan el mantenimiento y generación de servicios ambientales realizadas en áreas y ecosistemas ambientales estratégicos” (P.3), por lo que es un reconocimiento a las acciones destinadas a la preservación y restauración total o parcial de ecosistemas de interés estratégico. Este reconocimiento se puede hacer en dinero o especie a los propietarios, poseedores y ocupantes de buena fe, similar a lo que establecía anteriormente el Decreto 953 de 2013,

lo que le da al Decreto 870 de 2017 un ámbito de aplicación más amplio que el del Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, al considerar no solo a los servicios ecosistémicos asociados a aprovisionamiento de agua.

Lo anterior resulta de gran importancia por dos razones: la primera es que contempla que el pago no solo se hará en dinero, lo cual permite solucionar en parte uno de los problemas de los PSA que se señaló en el capítulo anterior, como lo es la visión rentista en el largo plazo. Adicionalmente, el pago en especie permite atender problemáticas a nivel territorial de manera más precisa, sin embargo, esto depende en la medida en que los pagos en especie se hagan de acuerdo con las necesidades que el territorio señale, no las que se determinen desde un nivel central. La segunda es el derecho sobre la tierra, pues el Decreto 870 de 2017 reconoce la importancia que tienen los territorios indígenas en el posconflicto y señala que no solo las personas que posean derechos de propiedad sobre la tierra bien definidos pueden entrar en el programa, sino que también los ocupantes que por medio de actos no violentos se establecieron y trabajan en dicho territorio.

Para estimar el valor a pagar, el Artículo 5 del Decreto 870 de 2017, al igual que el Decreto 953 de 2013, estipula que se tiene como referencia el costo de oportunidad por uso de tierra y el valor de la renta, agregando que para los territorios indígenas se tendrán en cuenta los servicios ambientales culturales y espirituales. El mecanismo de selección para el programa de PSA da prioridad a las personas que mayor vulnerabilidad tengan, determinado por el SIBEN, censo nacional agropecuario y grupos étnicos en peligro; junto con lo anterior, se aplicará el incentivo de manera preferente a los propietarios de pequeñas y medianas tierras.

Como fuente de financiación el Artículo 18 señala algunas fuentes de financiación tales como:

- Artículo 108 de la Ley 99 de 1993 modificado por el Artículo 174 de la Ley 1753 de 2015.
- Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el Artículo 210 de la Ley 1450 de 2011.
- Otras fuentes de financiación públicas.

- Aportes voluntarios por parte de personas naturales o jurídicas.

Un punto favorable que aporta el Decreto 870 es el aumento de los servicios ambientales o modalidades (como lo define el Decreto) que se buscan proteger y promover. Junto con de calidad y regulación hídrica, se tiene en consideración otros servicios ambientales tales como los culturales y espirituales, reducción y captura de carbono, y la biodiversidad; lo cual refleja el mayor grado de importancia que desde lo normativo se le ha venido dando a la protección ambiental. Igualmente, se reconoce la importancia que tienen los territorios indígenas pues toma en consideración la territorialidad, autonomía y la libre autodeterminación fundamentada en sus cosmovisiones. Sin embargo, es de señalar que no existe una consideración específica que tenga en cuenta los territorios colectivos de las comunidades negras, por lo que se puede establecer como un vacío que tiene el actual marco normativo.

Junto con lo anterior, el Decreto 1007 de 2018 reglamenta el Decreto Ley 870 de 2017, dando las directrices para el diseño, implementación, monitoreo y seguimiento de proyectos de PSA. Dentro de las directrices para el diseño contempladas en la sección 2, el Artículo 2.2.9.8.2.1 establece que los PSA estarán focalizados en “las áreas y ecosistemas estratégicos identificados en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA) o en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP)”, para las zonas no contempladas en dichas zonas y tengan interés en participar en los proyectos de PSA el análisis de la viabilidad e incorporación se tramita con la autoridad ambiental competente. Seguidamente el Artículo 2.2.9.8.2.2 contempla las modalidades de PSA categorizado según el servicio ambiental suministrado y los cuales se especifican así:

1. Pago por servicios ambientales de regulación y calidad hídrica.
2. Pago por servicios ambientales para la conservación de la biodiversidad.
3. Pago por servicios ambientales de reducción y captura de gases efecto invernadero.
4. Pago por servicios ambientales culturales, espirituales y de recreación.

Conforme a lo establecido en el Artículo 1 del Decreto Ley 870, el Decreto 1007 de 2018 en el Artículo 2.2.9.8.2.4 define puntualmente las acciones preservación y restauración que se reconocen en los PSA de la siguiente manera:

- Acción destinada a la preservación sujeta de reconocimiento del incentivo de pago por servicios ambientales. Es la acción que reconoce el incentivo de pago por servicios ambientales a los propietarios, poseedores u ocupantes por destinar áreas de sus predios para mantener las coberturas naturales y la biodiversidad.
- Acción destinada a la restauración sujeta de reconocimiento del incentivo de pago por servicios ambientales. Es la acción que reconoce el incentivo de pago por servicios ambientales a los propietarios, poseedores u ocupantes por destinar áreas de sus predios que han sido degradados o deforestados, para que se restauren, parcial o totalmente, las coberturas naturales y la biodiversidad.

Igualmente se estipula que para las acciones de restauración se exigirá una acreditación en la que se señala que los predios no estuvieron cubiertos de ecosistemas naturales en los últimos 3 años, esto con el fin de contrarrestar el incentivo perverso de destruir una zona con cobertura natural para luego incorporarla a un programa de PSA con acción de restauración. Adicionalmente se reconoce el acompañamiento técnico para ambas acciones conforme a los lineamientos del Plan Nacional de Restauración.

De manera consistente a lo señalado en el Decreto 953 de y al Decreto Ley 870, el Artículo 2.2.9.8.2.5 del decreto en cuestión, señala que la estimación del valor a pagar dentro de los programas de PSA se calcula a partir del “costo de oportunidad de las actividades productivas agropecuarias más representativas que se adelantan en las áreas y ecosistemas estratégicos y que afectan en mayor grado su cobertura natural”, de acuerdo con una de las siguientes opciones: “los beneficios económicos netos que generan las actividades productivas agropecuarias más representativas”; o tomar “el valor de la renta o alquiler de la tierra, para las actividades productivas antes señaladas”.



Para lo cual el mismo artículo especifica que para calcular el valor anual por hectárea se “seleccionará el menor costo de oportunidad calculado a partir de alguna de las opciones anteriormente mencionadas”. Adicionalmente y conforme al principio de costo-efectividad “se determinará el valor de manera que, con los recursos disponibles, el incentivo cubra una mayor cantidad de área”, el cual será el reconocido para todos los predios del ecosistema estratégico con acciones de preservación y restauración haciendo la salvedad que dicho pago se puede hacer en varias modalidades.

Dentro de las directrices de implantación, monitoreo y seguimiento presentadas en la sección 3, el Artículo 2.2.9.8.3.1 enlista los elementos mínimos que se debe tener dentro de la formalización del acuerdo voluntario del programa de PSA en el que se destaca que la “duración podrá ser hasta por cinco (5) años, prorrogables de manera sucesiva según la evolución del proyecto y los recursos disponibles para el cumplimiento del objeto del incentivo”; elemento que se tendrá en cuenta en el capítulo 4 para análisis costo beneficio. Como parte las políticas de seguimiento a los programas de PSA, el Artículo 2.2.9.8.3.3 estipula que los agentes dentro de los programas de PSA “deberán presentar ante la autoridad ambiental competente, información de los proyectos en diseño o implementados con corte al 31 de diciembre de cada año”, para su posterior consolidación y envío al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por último, Artículo 2.2.9.8.3.4 señala que:

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como parte de las funciones asignadas por el Decreto Ley 870 de 2017, y con el apoyo de las autoridades ambientales competentes, efectuará el monitoreo y seguimiento al Programa Nacional de Pago por Servicios Ambiental -PN PSA.

## **2.3 Gestión integral de los páramos en Colombia**

Reconociendo que el área de estudio del presente estudio se hace necesario presentar la normatividad que regula y proteger el ecosistema de paramo en el suelo colombiano. En ese orden de ideas la Ley 1930 de 2018 tiene como objetivo fijar a los páramos como ecosistemas estratégicos para lo cual establece las directrices que garantizan su integridad, preservación, restauración y uso sostenible.

Entre los principios que dictamina la Ley 1930 de 2018 se encuentra el reconocimiento del servicio de provisionamiento de agua lo que convierte al ecosistema en prioridad nacional, junto la integridad de los biológicos, geográficos, sociales y culturales. Por tal razón en el artículo 5 se enlistan las prohibiciones en el territorio de las cuales se destacan:

- Prohibición de la exploración y explotación de hidrocarburos y otras formas de minería.
- Construcciones urbanas o suburbanas, así como de vías de acceso.
- Introducción de especies invasoras o modificadas.
- Prohibición de las acciones de quema, tala o cualquier forma de degradación de la cobertura vegetal.

En cuanto a las actividades agropecuarias que se desarrollan al interior de páramo, el artículo 10 señala que bajo las directrices del Ministerio de ambiente se van a “diseñar, capacitar y poner en marcha programas sustitución y reconversión las actividades agropecuarias de alto impacto y pequeños mineros tradicionales”. Por tanto, se permitirá una transición gradual hacia actividades agropecuaria de bajo impacto permitidas por el ministerio.

Sin embargo, el éxito de la gestión del territorio depende significativamente de la involucración que tienen los actores que viven en el mismo, para lo cual el artículo 15 señala la acción participativa de las comunidades que habitan en el territorio en los procesos de “preservación, restauración, reconversión y sustitución de actividades agropecuarias” por medio de programas de educación ambiental y cambio a procesos productivos alternos, lo cual concuerda con la complementariedad de la normatividad de los PSA.

La Ley 1930 de 2018 se alinea con los objetivos presentados dentro del marco normativo de los PSA al reconocer la necesidad por un cambio del uso del suelo en pro de mejorar la cobertura vegetal de la zona, el suministro de servicios y la sostenibilidad de los habitantes del páramo. Esta ley refleja el interés y la importancia que desde el gobierno nacional le da a la gestión ambiental del país, buscando proteger uno de los ecosistemas más característicos que Colombia posee.

## **2.4 Alcance y limitaciones del marco normativo de los PSA en Colombia**

A lo largo de la historia, Colombia ha venido reconociendo la importancia del ambiente para el desarrollo del bienestar humano, desplegando de esta manera un abanico de instrumentos con el objetivo de proteger, conservar y restaurar los denominados ecosistemas estratégicos.

Después de la Ley 99 de 1993, los esquemas de PSA han pasado de ser un incentivo económico de protección de servicios ecosistémicos netamente hídricos, a reconocer la gran diversidad de servicios ecosistémicos que son brindados al ser humano. De esta manera, los esquemas de PSA son un instrumento de planificación territorial y gestión ambiental que contribuyen a la construcción de una paz estable y duradera.

Adicionalmente, el Decreto 870 de 2017 amplía el alcance del marco normativo al concebir a los PSA como una herramienta que busca solucionar conflictos por el uso del suelo y brinda alternativas de desarrollo a la población en las zonas afectadas por el conflicto armado; especialmente, en lo relacionado con la erradicación de los cultivos ilícitos. Adicionalmente, se reconocen una serie de servicios ambientales que anteriormente no se tenían en cuenta tales como los culturales y espirituales, vitales para los territorios indígenas.

Los PSA son un reconocimiento económico que se le hace a propietarios de un predio el cual genera una serie de servicios ambientales que benefician a una comunidad, por tanto, el reconocimiento de la propiedad del territorio es central para su implementación. En este orden de ideas, el Decreto 870 de 2017 reconoce a los propietarios de buena fe, que por medio de actos no violentos se han adueñado y trabajado un predio como parte de la población que puede ser beneficiada por el programa. Esto permite una mayor cobertura de la población que potencialmente puede ingresar al programa de PSA y suaviza los criterios de propiedad sobre los cuales trabaja.

Adicionalmente, desde el Decreto 953 de 2013 se reconocen dos puntos importantes: 1) las tipologías del pago; y 2) la duración del programa. Establecer la posibilidad de un pago en especie, tal como asistencia técnica, transferencia de tecnología para reconversión

productiva y otras necesidades que se puedan tener desde el territorio, genera beneficios individuales y colectivos, además de evitar convertir al esquema de PSA en un sistema rentista regresivo, lo que se complementa con el reconocer el carácter temporal del programa.

Según Rincón (2018) el Decreto 870 de 2017 es un avance en lo que Muradian expuso como “PSA ampliados” donde se relajan los supuestos planteados por Wunder y se reduce la visión mercantilista del PSA, dado que toma en cuenta el contexto local y se complementa con otros instrumentos de política en la formación de capital humano y capital social. La complementariedad que tiene los PSA en Colombia puede generar efectos sobre la eficiencia del programa al potencializar las capacidades productivas o de bienestar en la población, sin embargo, su efecto depende de la inclusión de la comunidad en el como hacer el PSA, pues esta socialización permite identificar las necesidades que la población enfrenta y prioriza. De esta forma el programa de PSA por un lado establece los mecanismos de conservación y restauración del capital natural para mejorar el bienestar social; mientras que por otro lado permite la formulación de programas complementarios, como asistencia técnica, transferencia de tecnología y reconversión productiva; que mejoren las condiciones de bienestar de la población inscrita en el PSA.

A pesar de la evolución que se ha visto en la política ambiental colombiana, existen algunos limitantes o críticas a los programas de PSA que no se han superado y se enuncian aquí:

- Dadas las condiciones socioeconómicas e institucionales de Colombia como lo es la alta concentración del ingreso y de la tierra, el clientelismo y la corrupción; los PSA se convierten en instrumentos sensibles ante la distribución de recursos públicos hacia privados, transformándolos en un incentivo perverso que puede llevar a ampliar la brecha social.
- Si bien existen una serie de criterios para la selección de predios contemplados en el Decreto 870 de 2017, existe ambigüedad en el grado de importancia o peso que se da a cada uno al momento de la selección, lo que puede llevar a un problema de selección adversa.

- Se puede entender que los PSA son una forma en que el Estado terceriza la política ambiental, al delegar la responsabilidad constitucional de brindar un ambiente sano a la población.
- Las políticas que soportan el esquema de PSA son poco profundas en las medidas de control y seguimiento, lo cual se hace caótico si se reconoce la poca presencia que hay del Estado en algunas zonas del país y el alto valor ambiental que existen en gran parte de ellas.
- Dando cumplimiento al principio de costo efectividad, que el valor a pagar por hectárea en los programas de PSA se haga a partir del menor costo de oportunidad, no genera un incentivo económico para la población que desarrolla en el territorio actividades productivas con mayor beneficio que el percibido en el PSA se integren a los programas.

Por último, y dado que los beneficios de los servicios ambientales se trasladan a un conjunto de personas, se hace vital evaluar el impacto que tiene el programa sobre el bienestar social, por lo cual fortalecer el cumplimiento de la Metodología General Ajustada del DNP es indispensable, ya que esta considera en la etapa de preparación y prefactibilidad incluir la evaluación del impacto ambiental junto con las medidas de prevención mitigación, corrección y compensación.



### **3. Caracterización de la zona de estudio**

Colombia es reconocida mundialmente por ser el segundo país más rico en biodiversidad, solamente superado por Brasil, según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente o PNUMA (2016). El país cuenta con 56.343 especies identificadas, de las cuales cerca de 1.200 se encuentran amenazadas, con base en las cifras del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia o SIB. Asimismo, posee varios ecosistemas estratégicos, los cuales depuran, regulan y equilibran el clima, el agua y el suelo, entre los que destacan los bosques tropicales, los manglares, los humedales y los páramos.

Junto con lo anterior, Colombia cuenta con un rendimiento hídrico alto, casi 6 veces mayor al promedio mundial y un poco menos de tres veces el promedio latinoamericano, entendiendo como rendimiento hídrico la cantidad de agua que fluye por unidad de área (IDEAM & MADS, 2014).

Al poseer tal riqueza, Colombia es uno de los países que deberían orientar sus políticas hacia la preservación del medio ambiente. Al respecto, en el marco de la Constitución de 1991, el Artículo 79 estipuló que todas las personas tienen derecho a gozar de un medio ambiente sano, por tanto: “es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Adicionalmente, el Artículo 80 señaló que el Estado estará a cargo de planificar el manejo de los recursos naturales, así como de prevenir y controlar su deterioro.

Dadas la importancia y riqueza ambiental que tiene Colombia, el presente capítulo tiene como objetivo caracterizar el área de estudio, para lo cual, en la primera parte se exponen las características de los páramos colombianos junto con sus servicios ecosistémicos. En

la segunda parte se analizan las características geográficas, sociales, económicas y ambientales del Páramo de Guerrero, en el cual se centra el presente estudio.

### **3.1 Páramos como sistema estratégico**

De acuerdo con Rangel (2000), el páramo es un ecosistema de alta montaña que se extiende por la cordillera de los Andes, desde los bosques andinos hasta el límite inferior de las nieves y se encuentra subdividido en tres partes: 1) páramo bajo o sub páramo, el cual va desde 3.200 m hasta 3.500 m; 2) páramo, que parte desde los 3.500 m y se extiende hasta los 4.100 m; y 3) súper-páramo, que comienza en los 4.100 m hasta el límite inferior de las nieves perpetuas. Sin embargo, sus límites pueden variar según la topografía y geoforma de la zona.

De acuerdo con el Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, este ecosistema es considerado uno de los ecosistemas estratégicos, dada su capacidad de retener en su suelo gran cantidad de agua, dando origen a las cuencas hidrográficas. Adicionalmente, se caracteriza por su suelo ácido, una baja temperatura y baja presión atmosférica, junto con su capacidad de absorber gran cantidad de dióxido de carbono y proveer hábitat a varias especies endémicas.

Los páramos, como sistemas estratégicos, brindan tienen dos principales servicios, reconocidos por la Corte Constitucional en la Sentencia C-035 de 2016:

- Regulación del ciclo hídrico, haciendo referencia al impacto que el ecosistema tiene en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.
- Captura de carbono proveniente de la atmósfera, con lo cual contribuyen a mitigar los efectos del calentamiento global.

En Colombia se estima que el porcentaje del territorio cubierto por el ecosistema de páramo ronda entre el 1,3% y el 2,6%, estando el 41% de los páramos del país en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2007; Rangel, 2000). En cuanto a los páramos en la jurisdicción



de las Corporaciones Autónomas Regionales, CORPOBOYACÁ tiene en su jurisdicción el 17.9% de los páramos en Colombia, seguido por CORMACARENA y CORPORINOQUIA con el 10.1% y 9%, respectivamente (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

De acuerdo con Rangel (2000) y con el Ministerio del Medio Ambiente (2002), la principal función natural del páramo es almacenar y regular el flujo hídrico a nivel superficial y subterráneo. Adicionalmente, en los páramos se desarrollan una serie de actividades económicas que pueden llegar a comprometer sus funciones ecosistémicas, de las cuales se destacan las siguientes:

- Aprovechamiento de leña para uso como combustible.
- Turismo mal dirigido.
- Generación de energía por medio de centrales hidroeléctricas.
- Urbanización y apertura de carreteras.
- Monocultivo de papa.
- Ganadería extensiva.
- Minería.
- Cultivos ilícitos.

Cada una de estas actividades tienen impactos negativos en el ecosistema, sin embargo, el presente trabajo se enfocará en el estudio del cultivo de papa, actividad en la cual se despeja la vegetación remanente en el área a cultivar, para luego quemarla, generando una pérdida en biodiversidad y en la capacidad del suelo para retener agua, sin mencionar que la recuperación de las cualidades del suelo por culpa del fuego y pastoreo es lenta, con periodos de recuperación superiores a 20 años (Cárdenas, 2013).

### **3.2 Complejo de Guerrero**

El Complejo de Guerrero es un sistema ubicado principalmente en el norte de Cundinamarca y parte de Boyacá. Conecta el valle del río Ubaté y el valle del río Magdalena; conteniendo los páramos de Guerrero, Napa, Alto, Guargua y Laguna Verde (Buitrago, 2014). Este complejo está a cargo de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y juega un papel crucial en suministro de agua de la

represa del Neusa, junto con los acueductos de los municipios de Zipaquirá y parte de Bogotá (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2007).

Según el Atlas de Páramos de Colombia, el Complejo de Guerrero tiene una extensión aproximada de 39.240 hectáreas y está localizado en una altitud entre los 3.200 y 3.780 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, la Resolución 1769 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delimita el Páramo de Guerrero según la cartografía generada por el Instituto Alexander Von Humboldt a una escala 1:25.000, completando un espacio de 43.229 hectáreas, repartido en 16 municipios, como lo muestra la Tabla 3-1. Entre los municipios de Carmen de Carupa, Tausa y Zipaquirá concentran el 61,5% de la extensión del Páramo de Guerrero.

**Tabla 3-1:** Extensión del área de terreno de complejo de guerrero por municipios.

COD DANE	Municipio	Departamento	Área (Has)	Participación
15109	BUENAVISTA	BOYACÁ	32,7	0,1%
25154	CARMEN DE CARUPA	CUNDINAMARCA	10.024,5	23,2%
25200	COGUA	CUNDINAMARCA	3.354,2	7,8%
25224	CUCUNUBÁ	CUNDINAMARCA	151,0	0,3%
25288	FÚQUENE	CUNDINAMARCA	119,9	0,3%
25513	PACHO	CUNDINAMARCA	2.630,8	6,1%
25653	SAN CAYETANO	CUNDINAMARCA	1.661,3	3,8%
25745	SIMIJACA	CUNDINAMARCA	296,8	0,7%
25769	SUBACHOQUE	CUNDINAMARCA	4.989,7	11,5%
25777	SUPATA	CUNDINAMARCA	371,6	0,9%
25779	SUSA	CUNDINAMARCA	2.116,6	4,9%
25781	SUTATAUSA	CUNDINAMARCA	351,4	0,8%
25785	TABIO	CUNDINAMARCA	286,8	0,7%
25793	TAUSA	CUNDINAMARCA	9.838,6	22,8%
25843	VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ	CUNDINAMARCA	281,6	0,7%
25899	ZIPAQUIRÁ	CUNDINAMARCA	6.721,3	15,5%
Total			43.228,9	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a la Resolución 1769 de 2016

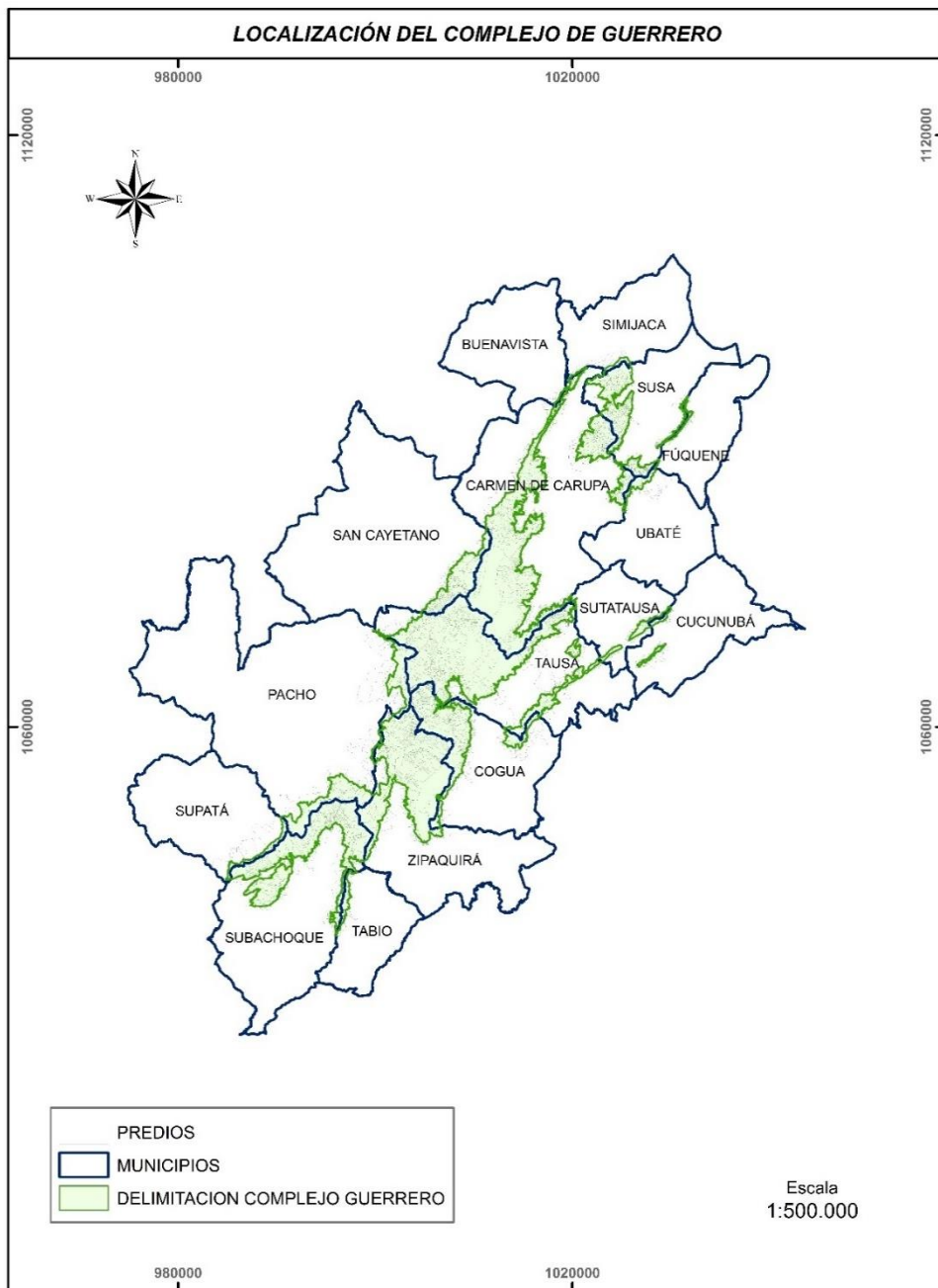
Adicionalmente, este ecosistema se caracteriza por tener dos temporadas de precipitaciones durante los meses de abril a junio y octubre a noviembre, dando como resultado 604.9 y 1.084,5 mm promedio multianual, junto con una temperatura que varía de 7,2 °C a 11,1 °C y una humedad relativa promedio entre el 60% y 90% (Buitrago, 2014; Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2007).

Su ubicación geográfica y sus características físicas le dan al Complejo de Guerrero una importancia ambiental en el país, pues, según la Resolución 1769 de 2016, brinda los servicios de aprovisionamiento de materias primas, servicios farmacológicos, formación de suelo y servicios culturales, destacándose principalmente por otorgar los servicios de aprovisionamiento, regulación y soporte hídrico para los siguientes cuerpos de agua:

- Embalse del Neusa y del Hato.
- Laguna de Fúquene.
- Acueductos de Chiquinquirá, Cogua, Nemocón, Zipaquirá, Sucuneta, La Playa-Carmen de Carupa y 9 acueductos veredales.

La Figura 3-1 muestra la limitación del Complejo de Guerrero a una escala 1:500.000 con los municipios que lo componen, así como la limitación de predios que interceptan con el páramo.

Figura 3-1: Mapa complejo de Guerrero



Fuente: Elaboración propia en base a la información del IGAC y la Resolución 1769 de 2016.

### 3.2.1 Población y actividad económica

A nivel poblacional, en el Complejo del Páramo de Guerrero existen 4.385 habitantes para el año 2005, según el censo del DANE de este mismo año y publicado por el Instituto Alexander von Humboldt, ubicados principalmente en el municipio de Zipaquirá, Tausa y Carmen de Carupa, con una participación conjunta del 61% de la población de la zona.

Con base en la información catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, obtenida de Datos Abiertos<sup>2</sup> y con la limitación del páramo establecida en la Resolución 1769 de 2016, se encuentra que en 2018 existen 6.144 predios en la zona rural del Páramo de Guerrero, los cuales están concentrados principalmente en los municipios de Carmen de Carupa, Tausa, Susa y Subachoque con una participación conjunta de 68,9% (Tabla 3-2).

---

<sup>2</sup> El IGAC como máxima autoridad catastral del país suministra información catastral en su portal web: <http://datos.igac.gov.co/>

**Tabla 3-2:** Numero de predios rurales por municipio.

<b>COD DANE</b>	<b>Municipio</b>	<b>Numero de predios</b>	<b>Participación</b>
25154	CARMEN DE CARUPA	1.382	22,49%
25793	TAUSA	1.163	18,93%
25779	SUSA	944	15,36%
25769	SUBACHOQUE	745	12,13%
25899	ZIPAQUIRÁ	573	9,33%
25200	COGUA	415	6,75%
25653	SAN CAYETANO	289	4,70%
25781	SUTATAUSA	149	2,43%
25513	PACHO	147	2,39%
25224	CUCUNUBÁ	100	1,63%
25288	FUQUENE	87	1,42%
25843	VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ	77	1,25%
25785	TABIO	46	0,75%
25745	SIMIJCÁ	18	0,29%
25777	SUPATÁ	8	0,13%
15109	BUENAVISTA	1	0,02%
<b>Total</b>		<b>6.144</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información del IGAC y la Resolución 1769 de 2016.

Entendiendo que la destinación económica es una variable catastral que se define en el Artículo 44 de la Resolución 070 de 2011 del IGAG como: “la clasificación para fines estadísticos que se da a cada inmueble en su conjunto – terreno, construcciones o edificaciones-, en el momento de la identificación predial de conformidad con la actividad predominante que en él se desarrolle”, y que dicha Resolución reglamenta técnicamente la formación, actualización y conservación catastral; se encuentra que, de los 6.144 predios identificados en la zona de estudio, el 96,8% tiene como destinación económica la categoría agropecuaria, como lo muestra la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Numero de predios por destinación económica.

<b>Destinación económica</b>	<b>Numero de predios</b>	<b>Participación</b>
Habitacional	87	1,42%
Comercial	8	0,13%
Agropecuario	5.951	96,86%
Minero	14	0,23%
Cultural	1	0,02%
Recreacional	1	0,02%
Institucionales	19	0,31%
Educativo	1	0,02%
Religioso	18	0,29%
Agroindustrial	1	0,02%
Forestal	2	0,03%
Uso Público	1	0,02%
Servicios Especiales	4	0,07%
Lote urbanizable no urbanizado	6	0,10%
Lote no urbanizable	1	0,02%
No identificado	29	0,47%
<b>Total</b>	<b>6.144</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información del IGAC y la Resolución 1769 de 2016.

Dado que el interés del presente trabajo es el estudio de posibles áreas a incorporar en un programa de PSA con acciones de restauración o conservación, se toma en consideración los predios con destino económico: agropecuario, agroindustrial y forestal; los cuales suman un total de 5.954 predios.

Junto con lo anterior y con base al valor máximo a pagar según el rango de extensión de predio del Decreto 953 de 2013, señalado en el capítulo anterior, se encuentra que el 97,1% de los predios tiene una extensión menor a 50 hectáreas y por tanto pueden ser beneficiarios del 100% de valor del PSA. Sin embargo, para la estimación de los análisis de costos beneficio del siguiente capítulo, se asume que todos los predios pueden acceder al 100% del pago dado que menos del 3% de los predios están superan las 50 hectáreas y que el Decreto Ley 870 de 2017 y el Decreto 1007 de 2018, el cual modificó el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, no establecen la continuidad de dicho rango.

**Tabla 3-4:** Numero de predios potenciales para un PSA según rango de extensión.

Rango de áreas	Porcentaje por pagar	Numero de predios	Participación
0-50 Hectáreas	100%	5.784	97,14%
50-100 Hectáreas	75%	111	1,86%
>100 Hectáreas	50%	59	0,99%
Total		5.954	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información del IGAC y el Decreto 953 de 2013.

Respecto a la actividad económica de la zona de estudio, desde la época de la colonia, los bosques alto andinos de la zona han sido utilizados para la explotación dendroenergética<sup>3</sup>, como el carbón (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2007). Sin embargo, en la actualidad la principal actividad económica de la zona es el monocultivo de papa, junto con grandes extensiones de pastizales y otros cultivos transitorios, los cuales año tras año aumentan su frontera y comprometen los servicios ecosistémicos.

En 2004 la CAR y CI (Conservación Internacional) estimaron que el municipio con mayor área cultivada de papa es Tausa con una superficie de 2.157 hectáreas cultivadas, seguido por Carmen de Carupa (1.697), Zipaquirá (1.574) y Cogua (935), entre otros. Según el Instituto de Investigación Alexander von Humboldt y el Fondo de Adaptación, para el 2013 se produjeron 436.702 toneladas de este tubérculo dentro del Complejo de Guerrero, siendo el municipio de Tausa el mayor productor con un alto uso de tierras de páramos.

Dentro de la denominada revolución verde, el cultivo de papa fue uno de los productos agrícolas que se vio más fortalecido con un alto nivel de tecnificación y estandarización, mediante el uso de agroquímicos y maquinaria especializada, lo cual se reflejó en la producción de papa pastusa suprema que desarrolló FEDEPAPA. El cultivo de papa, al ser transitorio, se desarrolla en ciclos de producción de 7 meses en los que se hacen dos procesos de cultivos seguidos para posteriormente ser cambiados por pastos como periodo de descanso e iniciar su ciclo nuevamente (Buitrago, 2014).

---

<sup>3</sup> Energía obtenida de combustibles sólidos.



La ganadería es otra actividad importante de la zona, con un total de 196.893 cabezas de ganado bovino para producción, ubicados principalmente en los municipios de Ubaté, Pacho y Zipaquirá para el año 2015, destacando la tradición lechera que tiene el municipio de Ubaté. Adicionalmente, se destaca que en los municipios de Subachoque y Cogua existe un número significativo de cabezas de ganado, ubicadas dentro de zonas de páramo del Complejo de Guerrero (IAVH & Fondo Adaptación, 2017).

La creciente demanda y el uso de un tipo de producción extensiva han generado que las tierras de las zonas más altas de las montañas sean utilizadas en cultivos transitorios o ganadería, reduciendo el área conservada de los páramos y comprometiendo el suministro del recurso hídrico de los municipios. Por tal motivo, los esquemas de protección ambiental y reconversión productiva juegan un papel crucial en el control del uso del suelo en el páramo, al limitar la expansión de la frontera agrícola y fomentar el uso de prácticas agropecuarias sostenibles, garantizando la sostenibilidad del ecosistema.

### **3.2.2 Salud ecosistémica e IVR**

En el marco de la ecología, la salud ecosistémica se define como un método de diagnóstico sistémico donde se evalúan las características ecosistémicas asociadas a la salud humana (Jian, Yanglin, Jiansheng, & Yuqing, 2007). En este sentido, la salud ecosistémica abarca la estabilidad, sostenibilidad y autonomía del ecosistema a lo largo del tiempo, junto a la resiliencia frente a las demandas por parte del ser humano. Lo anterior, dado que las actividades humanas, tales como ampliación de la frontera agrícola, la minería, expansión urbana y cambio en el uso del suelo, afectan la salud de los ecosistemas, comprometiendo la calidad de vida de la población (FHV, 2013).

A diferencia de la perspectiva biológica-ecológica, donde la salud ecosistémica es concebida como un aspecto netamente físico y biológico; la economía ecológica considera dentro de la salud ecosistémica al ser humano y sus interacciones con el ecosistema por medio de los servicios ecosistémicos (Jian et al., 2007).

Existen diferentes escalas en las que se puede trabajar la salud ecosistémica: desde la célula, organización, individuo, población ecosistema y región hasta un análisis global. Sin embargo, dado que el propósito del presente trabajo es evaluar la eficiencia social de los

PSA en el Páramo de Guerrero, la escala de análisis será el ecosistema, reconociendo que dicha escala resulta óptima para evidenciar la relación entre el sistema social y el biofísico.

Una evaluación completa de la salud ecosistema debe evaluar tres aspectos fundamentales: 1) el vigor; 2) la organización; y 3) la capacidad de recuperación o resiliencia. Estos factores pueden ser evaluados por medio de indicadores biológicos, socioeconómicos y de salud humana (Jian et al., 2007). De esta forma, se busca diagnosticar el estado del ecosistema mediante la agrupación e interpretación de los indicadores obtenidos, evaluando el grado de afectación por las presiones sobre el mismo y el impacto sobre los servicios ecosistémicos.

- **IVR**

El Índice de Vegetación Remanente -IVR es un indicador que mide la cobertura de vegetación natural de un área en relación con la extensión del terreno. De esta forma, usa la conservación de la vegetación de la zona como medida del el grado de sostenibilidad en el suministro de servicios (Márquez, 2000). El IVR es obtenido por medio de la siguiente ecuación:

$$IVR = \frac{AVR}{AT} * 100 \quad (3.1)$$

Donde AVR es el Área de Vegetación Remanente o vegetación natural y AT expresa el Área Total del terreno. El IVR permite medir la salud ecosistémica al evaluar el estado de la conservación del área estudiada y, de manera indirecta, la historia del ecosistema y su relación con el ser humano (CEDE, 2014).

La Tabla 3-5 muestra la interpretación que se puede hacer a partir del resultado del cálculo del IVR al dar 4 categorías que miden el grado de afectación y salud del ecosistema según el grado de transformación.

**Tabla 3-5:** Definición de la salud ecosistémica a partir del IVR.

Salud Ecosistémica	IVR	Definición
Muy buena	$\geq 75\%$	Poco o no transformado.
Buena	75%-50%	Parcialmente transformado.
Regular	50%-25%	Muy transformado.
Mala	$\leq 25\%$	Completamente transformado.

Fuente: CEDE 2014.

En cuanto a la estimación del AVR y la determinación del área de los usos del suelo, la base de datos de coberturas de la CAR permite caracterizar la cobertura del suelo por medio de la definición y clasificación del suelo en Colombia en una escala 1:25.000. Con base en las coberturas de uso del suelo *Corine Land Cover* y de los servicios ecosistémicos que estos brindan, se agrupan en 5 categorías generales, presentadas en la Tabla 3-6. Estas categorías permiten hacer un análisis del tipo de uso que se da en la zona de estudio. Sin embargo, para el propósito de calcular el área de terreno con vegetación remanente, solo se tienen en cuenta las coberturas de uso: bosque denso, bosque abierto, bosque fragmentado, bosque de galería y ripario, plantación forestal, herbazal, arbustal y vegetación secundaria o en transición. Estas coberturas representan las áreas de bosques y las áreas con vegetación herbácea o arbustiva de la zona de estudio correspondiente con ecosistemas poco intervenidos o en estado de recuperación.

**Tabla 3-6:** Coberturas del suelo según categorías *Corine Land Cover*.

<b>Coberturas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría de cobertura de uso del suelo de Corine Land Cover</b>
Ecosistemas poco intervenidos	Comprende los ecosistemas de bosques y áreas semi-naturales, mejor conservados	Bosque de galería y ripario
		Bosque denso
Ecosistemas en estado de recuperación	Comprende ecosistemas de sucesiones primarias, que están en recuperación o restauración.	Arbustal
		Bosque abierto
		Bosque fragmentado
		Herbazal
		Herbazal abierto
		Herbazal denso
Agroecosistemas	Comprende las zonas agrícolas, de cultivos, plantaciones y zonas verdes de herbáceas, árboles o arbustos con densidad pobre.	Cereales
		Cultivos permanentes arbóreos
		Cultivos permanentes arbustivos
		Cultivos permanentes herbáceos
		Mosaico de pastos y cultivos
		Pastos limpios
		Hortalizas
		Oleaginosas y leguminosas
		Otros cultivos transitorios
		Pastos enmalezados
		Plantación forestal
		Tubérculos
		Zonas verdes urbanas
Cobertura totalmente antropizada	Comprende las edificaciones, redes viarias, ferroviarias e infraestructuras y cubiertas construidas artificialmente (zonas de urbanizaciones, comercio, industriales y transporte, minería, entre otros.)	Tejido urbano continuo
		Instalaciones recreativas
		Red vial
		Zona de extracción minera
		Zonas industriales o comerciales

Cuerpos de agua	Comprende ríos, lagunas, humedales, zonas inundadas y pantanosas y turberas.	Laguna
		Ríos
		Zonas pantanosas
		Cuerpos de agua artificiales

Fuente: CEDE 2014.

▪ **Estimación del IVR**

Con base en el Artículo 1 de la Resolución 1769 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o MADS, por medio de la cual se delimita el Páramo de Guerrero, conforme a lo establecido por el Instituto Alexandre Von Humboldt o IAVH; y con la cobertura del uso del suelo de la CAR, se calcula el área total (AT) de la zona de estudio y el área de vegetación remanente AVR, mediante el *shapefile*<sup>4</sup> de las cartografías y su intersección.

De las 43.229 hectáreas que tiene el Páramo de Guerrero, 23.595 hectáreas tienen vegetación remanente, concentradas principalmente en ecosistemas en estado de recuperación, con una participación del 79,4%; seguido por agroecosistemas y ecosistemas poco intervenidos con una participación del 13,9% y 6,7%, respectivamente. A un nivel más desagregado y con base en las coberturas *Corine Land Cover*, los principales ecosistemas del área de estudio son herbazal y arbustal, con una participación conjunta del 77,6% como lo refleja la Tabla 3-7.

---

<sup>4</sup> Formato de archivo con información geográfica (.shp)

**Tabla 3-7:** Coberturas del Páramo de Guerrero.

Cobertura	Área (Has)	Participación
Bosque denso	700,1	3,0%
Bosque abierto	423,0	1,8%
Bosque de galería y ripario	881,5	3,7%
Plantación forestal	528,5	2,2%
Herbazal	11.390,3	48,3%
Arbustal	6.917,9	29,3%
Vegetación secundaria o en transición	2.753,9	11,7%
Total	23.595,1	100,0%

Fuente: Elaboración propia con base en a la Resolución 1769 de 2016 y Corine Land Cover.

Como resultado, se obtiene que el IVR del Páramo de Guerrero es de 54,6%, lo que significa que el ecosistema en su conjunto se encuentra parcialmente modificado y su condición en la salud ecosistémica se clasifica como buena, como lo resume la Tabla 3-8.

**Tabla 3-8:** IVR para el Páramo de Guerrero.

AVR (Has)	AT (Has)	IVR (%)	Condición Salud ecosistémica
23.595,1	43.228,86	54,6%	Buena

Fuente: Elaboración propia en a la Resolución 1769 de 2016 y Corine Land Cover.

## **4. Análisis costo beneficio**

El presente capítulo tiene como objetivo presentar el análisis costo beneficio de una posible implementación de un esquema de PSA en el Páramo de Guerrero, teniendo en consideración la valoración económica de la conservación del ecosistema por parte de los habitantes de la zona. Adicionalmente, se estima el costo de oportunidad del uso del suelo, dado que es el determinante legal del valor a pagar en un esquema de PSA, según las principales actividades económicas desarrolladas en el área de estudio y utilizando fuentes secundarias oficiales. Por último, se presentan los diferentes escenarios de costo beneficio que permiten evidenciar la eficiencia del programa, teniendo en cuenta diferentes extensiones de área en el programa y por medio del cálculo del valor presente neto de los ingresos, costos y beneficios.

### **4.1 Valoración económica de los servicios ecosistémicos del Páramo de Guerrero**

La valoración económica es una herramienta que permite estimar el valor de los servicios ecosistémicos que otorga una zona de interés. De esta forma, la valoración económica busca asignar valores monetarios a los bienes, servicios y atributos que los ecosistemas brindan, aun cuando no exista un mercado (Castibanco, 2003).

Al medir las variaciones el bienestar humano producidas por un cambio en los servicios ecosistémicos en unidades monetarias, la valoración económica tiene la ventaja de tener una fácil interpretación, sin que esto implique que los valores económicos estimados puedan ser equiparados con los precios de un mercado. De esta forma, Castibanco (2003) señala que la valoración económica tiene importancia dentro de la política ambiental al evaluar proyectos de usos alternativos del suelo, diseñar mecanismos de gestión ambiental y estimar el aporte al bienestar social del capital natural de un país.

Existen varios estudios de valoración que se han hecho sobre los páramos, en los que se estima el valor de los servicios ecosistémicos que brinda el ecosistema, en especial, en lo referente al suministro de agua. En 2007, Juan Pablo Ruiz estimó que el valor de la conservación del páramo de Chingaza fue de US\$18.2 millones, con base en los costos asociados al tratamiento para potabilizar el agua y el volumen de consumo de agua en Bogotá, proveniente de dicho páramo. Por otro lado, en 2013 Fedesarrollo realizó un ejercicio para calcular la disponibilidad a pagar por la provisión y regulación hídrica del Páramo de Santurbán, obteniendo como resultado que la calidad del agua, el conocimiento sobre el ecosistema y el uso que se da al recurso hídrico está relacionado positivamente con la probabilidad de pagar por la conservación del servicio. De esta forma, la disposición a pagar, de acuerdo con el estudio de Fedesarrollo, está entre \$3,066 y \$ 17,686 pesos promedio por persona en un periodo bimensual. Adicionalmente, Fedesarrollo calculo el valor de la recreación por medio de la metodología de costo de viaje, de la captura de carbono por medio de transferencia de beneficios, y el valor de la existencia y legado; dando como resultado un valor económico total del páramo de 398.311 a 1.586.703 millones de pesos.

Para este trabajo, la valoración económica de los servicios ambientales del Páramo de Guerrero será empleada como una medida del beneficio que se obtiene por su conservación. Para ello, se cuenta con una base obtenida a través de realizar 332 encuestas en los municipios de Zipaquirá, Tausa y Carmen de Carupa, municipios con mayor extensión de terreno en el Páramo de Guerrero.

#### **4.1.1 Modelo: Valoración de contingente**

Una forma de proteger el capital natural es la formulación de acciones de política que reduzcan la vulnerabilidad futura. En este sentido, para el Páramo de Guerrero los programas de PSA representan la oportunidad de reducir el riesgo por la expansión de la frontera agrícola. Por lo tanto, se quiere valorar mejoras futuras en el páramo a partir de acciones de conservación y restauración que, a su vez, generen una mejor oferta de servicios ambientales. En este orden de ideas, se realizará la valoración por medio del método de valoración de contingente, para cuantificar las variaciones en el bienestar social asociadas a posibles cambios en el uso de suelo.



La valoración de contingente es un método en el cual se simula un mercado hipotético para bienes o servicios ambientales, por medio de encuestas. Este método es ampliamente utilizado para evaluar los beneficios de proyectos que no tienen mercado específico, debido a que, al ser un método de preferencias declaradas, permite la cuantificación de los valores de no uso, a través del cálculo de la Disposición A Pagar o la Disposición a Aceptar, como aproximación a la variación compensatoria o equivalente del individuo.

Mendieta (2005) enlista los siguientes supuestos de la valoración contingente:

- Partiendo de una restricción presupuestal dada por el ingreso disponible, el individuo maximiza su utilidad.
- Los individuos conocen los beneficios que obtiene por el bien o servicios estudiados y cuál es su estado actual. Es decir, hay perfecta información.
- Se asume que el comportamiento en el mercado hipotético es igual al que existiría en un mercado real.

Típicamente, la valoración contingente se realiza mediante encuestas en las que se les pregunta a los individuos cuánto están dispuestos a pagar a cambio de un beneficio o cuánto están dispuestos a recibir a cambio de un perjuicio. A partir de dicha información, se construye un modelo econométrico que permita estimar la Disposición a Pagar o la Disposición a Aceptar de la población objetivo, incorporando, además, una serie de variables socioeconómicas que ayuden a calibrar y estimar el modelo. De esta forma, se obtiene de manera directa el monto monetario de la valoración.

Las encuestas pueden estar basadas en preguntas tipo referéndum, en las cuales se plantea al encuestado preguntas como: ¿Estaría usted dispuesto a pagar \$X cantidad de dinero por recibir un Y cantidades de un bien o servicio? Así, se puede obtener el límite superior o inferior de la variación en el bienestar del individuo, dependiendo de si se aproxima a través de la Disposición a Pagar o a Aceptar, respectivamente. Finalmente, extrapolando estas disposiciones individuales a la población objetivo, se puede hacer una estimación de la variación en el bienestar social derivada de un cambio en el ecosistema (Mendieta, 2005).

De esta forma Mendieta explica que los modelos de valoración contingente con varias variables parten de una función de utilidad  $U(Y, S)$  con dos posibilidades:

- $U_0(Y, S)$ : Si la respuesta a la disposición a pagar es no.
- $U_1(Y - p, S)$ : Si la respuesta a la disposición a pagar es sí.

Donde:

- $S$ : son el conjunto de variables que caracterizan a la unidad de análisis (individuo o bien).
- $Y$ : es ingreso del entrevistado.
- $p$ : es la cantidad que tendría que pagar el individuo por acceder al bien que se está evaluando.

De esta forma la forma asociada a las funciones de utilidad son las siguientes:

$$U_0(Y, S) = B_{00} + B_{01}S + B_Y Y + e_0 \quad (4.1)$$

$$U_1(Y, S) = B_{10} + B_{11}S + B_Y(Y - p) + e_1 \quad (4.2)$$

$$U_1(Y, S) - U_0(Y, S) = B_{10} - B_{00} + (B_{11} - B_{01})S + B_Y p + e_1 - e_0 \quad (4.3)$$

Para reducir términos asumimos las siguientes variables:

$$B_0 = B_{10} - B_{00} \quad (4.4)$$

$$B_1 = B_{11} - B_{01} \quad (4.5)$$

$$e = e_1 - e_0 \quad (4.6)$$

Por tanto, la probabilidad de tener una respuesta positiva a la pregunta de disposición a pagar es:

$$Prob(si) = Prob(B_0 + B_1S + B_Y Y > e) \quad (4.7)$$

En este orden de ideas, la máxima disposición a pagar se obtiene cuando la ecuación (4.3) es igual a cero, que es lo mismo que  $U_1 = U_0$ ; para luego estimar el valor esperado de la DAP lo cual se expresa como:

$$B_{00} + B_{01}S + B_Y Y + e_0 = B_{10} + B_{11}S + B_Y(Y - DAP) + e_1 \quad (4.8)$$

$$E(DAP) = E((B_{10} - B_{00} + (B_{11} - B_{01})S + e_1 - e_0)/B_Y) \quad (4.9)$$

$$E(DAP) = E\left(\frac{B_0 + B_1 S}{B_Y}\right) + E\left(\frac{e}{B_Y}\right) \quad (4.10)$$

Dado que el valor esperado de los errores es cero, la formula final para el cálculo de la DAP es:

$$E(DAP) = E\left(\frac{B_0 + B_1 S}{B_Y}\right) \quad (4.11)$$

Donde:

- *DAP*: Disposición a pagar.
- $B_0$ : Constante del modelo.
- $B_1$ : Betas asociadas a las características del encuestado.
- $B_Y$ : Beta que acompaña a la variable ingreso.

Sin embargo, Freeman III (1979) señala dos problemas de este tipo de métodos. El primero es la existencia de incentivos por parte de los entrevistados para comportarse estratégicamente, con el fin de influenciar la política pública a través de su respuesta. El segundo es que, ante una situación hipotética, el encuestado puede no tener incentivos para dar una respuesta confiable.

Para solucionar estos problemas, el presente trabajo calcula la Disposición a Pagar o DAP por la conservación del ecosistema del Páramo de Guerrero a través de encuestas a los propietarios o arrendatarios de predios ubicados en la zona de estudio, preguntando por información del valor comercial del predio, como aproximación de la restricción presupuestal. Adicionalmente, se tienen en cuenta las características biofísicas del predio (ubicación, presencia de área conservada y distancia a la vía principal más cercana) y las características socioeconómicas de los propietarios o arrendatarios que habitan en este (precio del predio, condición respecto a la propiedad de la tierra y años viviendo en el predio).

Con el objetivo de minimizar el riesgo asociado a la existencia de incentivos por parte de los entrevistados para responder estratégicamente, se les aclara que la captura de información tiene una finalidad académica, sin efectos sobre posibles políticas. Igualmente, se utiliza información de mercado para calcular la probabilidad de conservación del ecosistema, evitando así el uso de mercados hipotéticos que sesguen las respuestas.

Para el ejercicio planteado en este trabajo y con base en las encuestas realizadas, el modelo a estimar es el siguiente:

$$Prob(Con) = F(PT, CP, CSE) \quad (4.12)$$

Donde las variables se definen así:

- *Prob(Con)*: Probabilidad de conservación del ecosistema.
- *PT*: Precio de la tierra por hectáreas.
- *CP*: Características físicas del predio.
- *CSE*: características socioeconómicas del encuestado.

De esta forma se define el siguiente modelo de estimación de la siguiente manera:

$$Prob(Con) = B_0 + (B_1 * PT) + (\sum_{i=2}^n B_i * CP) + (\sum_{j=n+1}^m B_j * CSE) + U \quad (4.13)$$

Con base en las variables seleccionadas para el modelo y con los  $B_i$  y  $B_j$  estimados, la DAP por conservación se define así:

$$alpha = -[B_0 + (\sum_{i=2}^n B_i * CP) + (\sum_{j=n+1}^m B_j * CSE)] \quad (4.14)$$

$$DAP = alpha/B_1 \quad (4.15)$$

### 4.1.2 Estimación de la DAP

Con base en la información obtenida a partir de 332 encuestas realizadas a los propietarios y arrendatarios de la zona de páramo en los municipios de Zipaquirá, Tausa, Cogua y San Cayetano, de las cuales después del proceso de revisión y diputación se obtuvo una muestra final de 310 observaciones. Dichas encuestas tienen como objetivo identificar las características socioeconómicas de cada predio teniendo en cuenta:

- Información Personal.
- Características del predio.
- Características de la vivienda.
- Condiciones de Transporte.

Como resultado, se obtiene que el modelo a estimar es un Logit dado que los errores tienen una distribución logística y se define de la siguiente manera:

$$\text{logit } D_1 = B_0 + B_1 \ln(X_p) + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_4 \quad (4.16)$$

Donde cada variable se define de la siguiente manera:

- $D_1$ : Variable *dummy* que toma el valor de 1 si el predio tiene un área conservada y 0 si lo contrario.
- $X_p$ : Precio de la tierra por hectárea.
- $X_2$ : Variable *dummy* que toma el valor de 1 si el predio está en arriendo y 0 si el predio no es arrendado.
- $X_3$ : Años vividos en el predio.
- $X_4$ : Variable continua que representa la distancia a la vía principal más cercana.

Teniendo en cuenta el modelo de estimación, la tabla a continuación presenta las estadísticas descriptivas básicas de las variables especificadas en el modelo. De lo anterior, se destaca que, de la muestra obtenida, el 52% de los predios tiene un área destinada a la conservación; así mismo, el 29% de los predios se encuentran arrendados. Del valor de la tierra por hectárea, se encontró que el valor promedio es de 8.794.239 pesos, con un rango de precios desde 312.500 hasta 78.125.000 pesos. Adicionalmente, la distancia promedio a la vía más cercana es de 17,6 km y de 23 años vividos en el predio.

**Tabla 4-1:** Estadísticas descriptivas de las variables del modelo.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Xp	332	8.794.239	10.100.000	312.500	78.125.000
X <sub>2</sub>	332	0,2952	0,4568	-	1
X <sub>3</sub>	324	23,1019	19,7891	-	72
X <sub>4</sub>	318	17,5800	24,7558	-	240
D <sub>1</sub>	332	0,5271	0,5000	-	1

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan los coeficientes estimados a partir de la ecuación señalada anteriormente.

**Tabla 4-2:** Resultado del modelo de estimación.

Variable	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf.Interval]	
lnXp **	- 0,2848	0,1267	- 2,25	0,0250	- 0,5332	- 0,0364
X4 **	0,0115	0,0049	2,32	0,0200	0,0018	0,0212
X2 ***	1,2424	0,2964	4,19	-	0,6614	1,8233
X3	- 0,0053	0,0063	- 0,84	0,4030	- 0,0177	0,0071
cons **	4,1131	1,9538	2,11	0,0350	0,2838	7,9424

Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos, se encuentra que la mayor distancia a la carretera ( $X_4$ ) y que el predio esté arrendado ( $X_2$ ), están asociados con una mayor probabilidad de conservación. Por el contrario, un mayor valor comercial del predio ( $\ln X_P$ ) y un mayor tiempo vivido en el predio ( $X_3$ ), reducen la probabilidad de conservar parte del área.

Con respecto al nivel de significancia, las variables asociadas al logaritmo natural del valor comercial del predio ( $\ln X_P$ ), la distancia a la vía más cercana ( $X_4$ ) y la constante son significativas al 95%; mientras que la variable *dummy* que mide si el predio está en arriendo ( $X_2$ ) es significativa al 99%. Para la variable que mide el tiempo vivido en el predio ( $X_3$ ), se obtiene que no es significativa a ningún nivel de significancia. Sin embargo, se deja en la estimación por ser la una variable social que generar mejores estimadores al reducir el problema de variables omitidas, adicionalmente esta soportada bajo la teoría que las variables sociales se relacionan con la probabilidad de conservar.

Con base en los  $B_i$  mostrados en la tabla anterior y reconociendo que el modelo de estimación trabaja con el logaritmo natural del valor del predio por hectárea, se calcula la disposición aceptada a pagar por conservación con los siguientes resultados:

**Tabla 4-3:** Coeficientes de estimación de la DAP.

Variable	Coef.
Alpha	- 4,565
ln_DAP	16,025
DAP	\$ 9.114.253

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se estima que la DAP por conservación de una hectárea en el Páramo de Guerrero es de 9.114.253 pesos. Para validar la coherencia de este valor, se contrasta con el valor del avalúo predial promedio de la zona rural de los municipios en los que está ubicado el Páramo de Guerrero, el cual es obtenido de la información catastral a enero de 2018 del IGAC en datos abiertos, dando como resultado que la DAP por conservación representa el 65.9% del valor del avalúo rural promedio de la zona que es de 13.825.634 pesos, lo cual sugiere que el valor de la DAP obtenido es consistente con el comportamiento económico del área de estudio.

## **4.2 Costo de oportunidad por uso del suelo en el páramo de guerrero**

Partiendo del Artículo 2.2.9.8.2.5 del Decreto 1076 de 2015, modificado por el Decreto 1007 de 2018, el cual señala que la estimación del valor a pagar dentro de los programas de PSA se calcula a partir del “costo de oportunidad de las actividades productivas agropecuarias más representativas que se adelantan en las áreas y ecosistemas estratégicos y que afectan en mayor grado su cobertura natural”, la siguiente sección tiene como objetivo calcular y estimar el valor del PSA para el Páramo de Guerrero.

El mapa de cobertura *Corine Land Cover* de uso de suelo, utilizado anteriormente para calcular el IVR de la zona, ofrece información adicional sobre el uso antropogénico del suelo, por lo cual se cruzan los *shapes* de limitación del área de páramo de la Resolución 1769 de 2016, con la cobertura *Corine Land Cover* por medio del programa ArcGIS.

Como resultado, se observa que 0,3% del Páramo de Guerrero son territorios artificializados, es decir, espacios transformados por el ser humano para la construcción de ciudades y centros poblados, así como zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (IDEAM, 2018). Sin embargo, el resultado más relevante es la estimación de 18.970,1 hectáreas con fines agropecuarios, los cuales representan el 43,9% del territorio estudiado.

La tabla a continuación muestra la extensión del área de terreno según el uso que se le está dando, junto con su respectiva participación. En términos generales, la mayor área de terreno se utiliza en pastos, con un área total de 12.691,1 hectáreas y una participación del 66,9% sobre el área total de uso agropecuario y de un 29,4% del total del páramo. En segundo lugar, se encuentran los cultivos transitorios con una extensión de 4.796,6 hectáreas, lo que significa un 25,3% del área con uso agropecuaria y un 11,1% del área total del páramo.

**Tabla 4-4:** Área del páramo de guerrero con uso agropecuario.

Tipo	Cobertura	Área (Ha)	Participación
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	179,6	0,9%
	Mosaico de cultivos y espacios naturales	19,2	0,1%
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3,9	0,0%
	Mosaico de con espacios naturales	192,3	1,0%
	Mosaico de pastos y cultivos	1.084,2	5,7%
Cultivos permanentes	Cultivos agroforestales y árboles plantados	3,1	0,0%
Cultivos transitorios	Cereales Arroz	2,0	0,0%
	Cereales Maíz	22,9	0,1%
	Hortalizas Zanahoria	14,0	0,1%
	Otros	26,0	0,1%
	Tubérculos Papa	4.731,6	24,9%
Pastos	arbolados	0,2	0,0%
	enmalezados	1.041,5	5,5%
	limpios	11.649,4	61,4%
Total		18.970,1	100,0%

Fuente: Elaboración propia con base en la Resolución 1769 de 2016

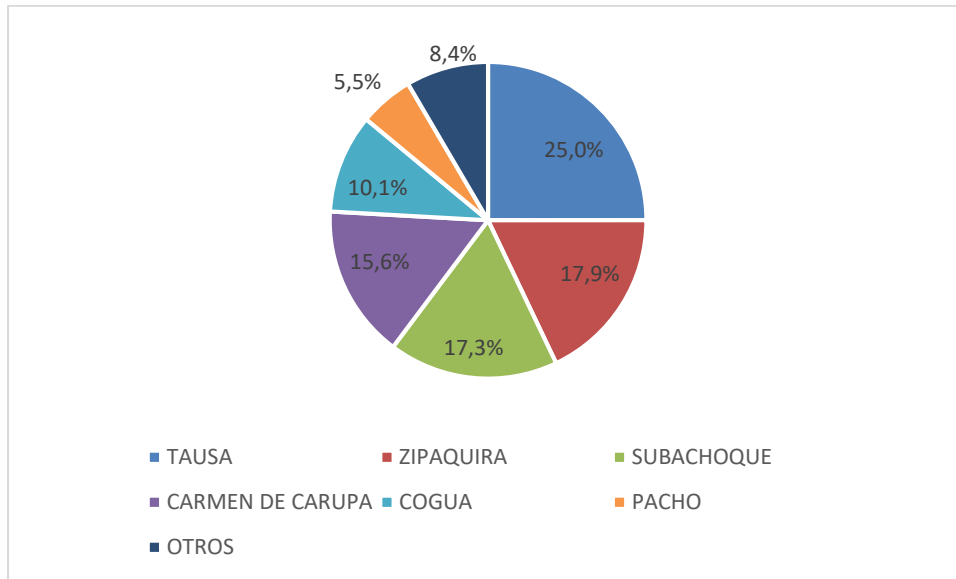
A nivel más desagregado, los pastos limpios y el cultivo de tubérculos, en particular la papa, son los principales usos que se desarrolla en el área de estudio. Según la información obtenida del mapa de coberturas *Corine Land Cover*, el 61,4% de la zona agropecuaria del páramo está siendo utilizada para pastos limpios, mientras que el 24,9% de dicha área se destina al cultivo de papa.

La cobertura de pastos limpios se define como el área mayor a 25 ha con porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, así como los cuerpos de agua asociados (IDEAM, 2018). Como lo muestra la gráfica a continuación, de las 11.649,4 hectáreas destinadas al cultivo de



pastos limpios, el 25% se encuentran en el municipio de Tausa, mientras que los municipios de Tausa, Zipaquira y Subachoque del departamento de Cundinamarca concentran el 60,2% del área de pastos del páramo. Es de señalar que la cobertura de pastos limpios está relacionada directamente con la presencia de actividad pecuaria en la zona.

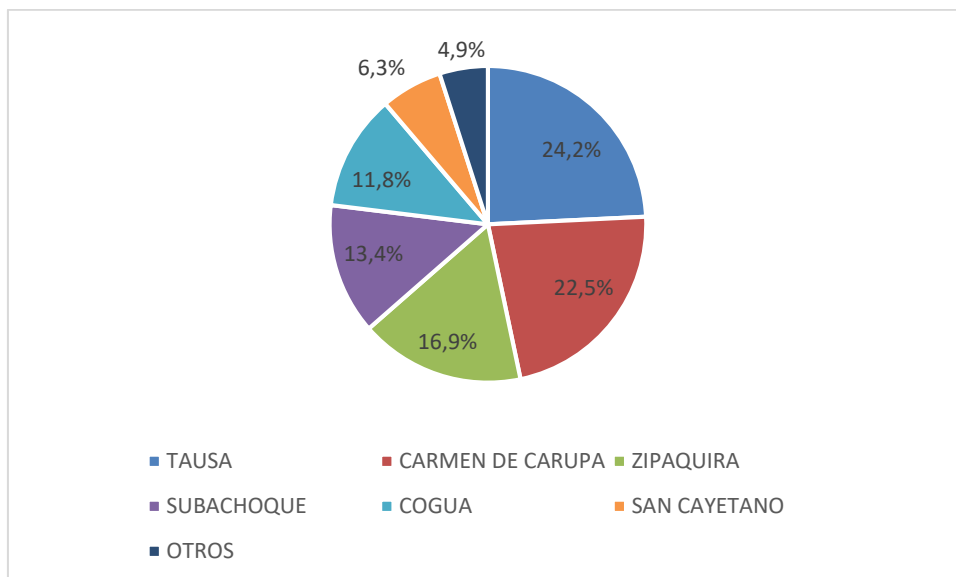
**Gráfica 4-1:** Cultivo de pasto limpios por municipio.



Fuente: Elaboración propia con base en la Resolución 1769 de 2016

De manera similar, de las 4.731,6 hectáreas de cultivo de papa, el 24,2% se encuentran ubicadas en el municipio de Tausa, seguido de cerca por el municipio de Carmen de Carupa con el 22,5%. De manera conjunta, los municipios de Tausa, Carmen de Carupa y Zipaquirá, del departamento de Cundinamarca, concentran el 63,6% del total del área cultivada de papa en el Páramo de Guerrero.

**Gráfica 4-2:** Cultivo de papa por municipio.



Fuente: Elaboración propia con base a la Resolución 1769 de 2016.

Estos resultados son consistentes con la revisión del estado del arte presentada en el capítulo anterior y permiten concluir que la actividad ganadera y el cultivo de papa son las principales actividades económicas desarrolladas en la zona, sin ser estas actividades estrictamente excluyentes en la medida que se tienen en cuenta los ciclos productivos de cada producto y son descritos en los siguientes numerales. De esta manera, para efectos del presente trabajo, el cálculo del costo de oportunidad por uso del suelo se hace con respecto a estas actividades, utilizando fuentes de información secundarias oficiales provenientes del DANE y del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, reconociendo que lo ideal para un programa de PSA de carácter público es utilizar información de fuentes primarias que aseguren el mejor cálculo del costo de oportunidad. Sin embargo, el ejercicio aquí planteado provee una línea base para la valoración del costo de oportunidad a un bajo costo, teniendo en cuenta que el levantamiento de información socio económica requiere una cantidad sustancial de recursos financieros y humanos, así como de tiempo para la obtención depuración y procesamiento de los datos.

#### 4.2.1 Pecuario

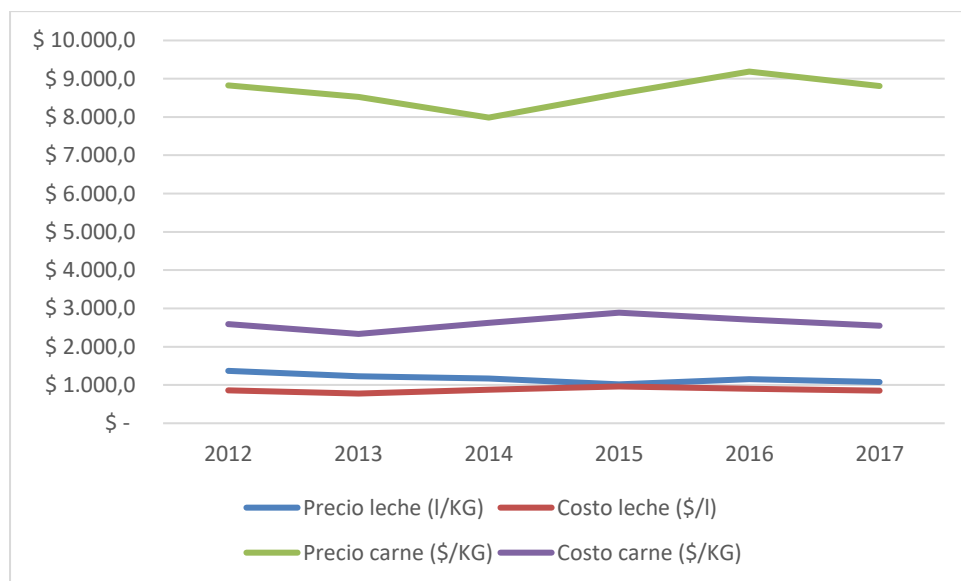
Como principal actividad productiva en la zona del Páramo de Guerrero, la ganadería bovina para la producción de carne y leche son el otro foco de análisis para calcular el

costo de oportunidad del uso del suelo. Para esto, se presenta la evolución de los precios y costos de la carne de res por kilogramo y de la leche por litro, encontrando un amplio margen para la producción de carne frente a la de los lácteos.

Para la producción de carne, se toman los precios promedio anuales del kilogramo de carne de res en canal del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario -SIPSA para los productores mayoristas, mientras que los costos fueron calculados a partir del costo promedio de producción de un kilogramo de carne en Colombia en 2012 (1.754 \$/kg), calculados por la Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN y actualizados de acuerdo con la variación del Índice de Precios al Productor - IPP del sector.

Por otro lado, los precios de la leche son tomados de los boletines mensuales de los precios de leche en finca del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, para los municipios en los que se encuentra el páramo, mientras que los costos fueron calculados a partir del IPP del sector y del costo de producción de un litro de leche en la región cundiboyacense en 2010 de AGRONET, con base en la información del SIPSA. La siguiente grafica muestra los resultados obtenidos de los precios de ambos productos a precios constantes a junio de 2018.

**Gráfica 4-3:** Evolución histórica de los precios y costos promedio de la carne y leche.



Fuente: Elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA y FEDEGAN.

Para el caso pecuario y con base en la información del Encuesta de Sacrificio de Ganado -ESAG del DANE, la cual suministra el número de cabezas y carne en pie, se estima el costo de oportunidad del uso del suelo para la producción de carne de res en el departamento de Cundinamarca, reconociendo que la mayor parte del páramo de Guerrero se encuentra en dicho departamento y que la información publicada por el DANE está a nivel departamental.

Junto con lo anterior, según la FEDEGAN, la ganadería en el departamento de Cundinamarca tiene una capacidad de carga de 0,79 cabezas por hectárea, lo cual refleja la presencia de ganadería extensiva en la zona de estudio. Adicionalmente, el 24% del ganado bovino del departamento tiene una orientación de ceba, mientras que el 27% se destina a la producción de leche.

Tomando un periodo de análisis de 5 años, iniciando en 2013 y terminando en 2017, se estima que en el departamento de Cundinamarca hay en promedio más de 212 mil vacas al año, lo que significa un poco más 85 mil de toneladas de carne en pie. Junto con lo anterior, se observa una tendencia creciente en la productividad del sector, dando como resultado un promedio de 403 kg por cabeza de ganado y de 318,4 kg por hectárea, los cuales están por debajo de la productividad nacional que se estima en 414,8 y 327,7, respectivamente.

**Tabla 4-5:** Producción, productividad y costo de oportunidad para la producción de carne.

<b>Año</b>	<b>Cabezas</b>	<b>Peso en pie (kg)</b>	<b>Productividad kg/cabeza</b>	<b>Productividad kg/ha</b>
2013	216.704,5	78.561.842,5	362,5	286,4
2014	222.974,0	89.838.489,0	402,9	318,3
2015	216.022,5	88.094.222,5	407,8	322,2
2016	216.799,0	91.220.775,0	420,8	332,4
2017	188.340,0	79.275.765,0	420,9	332,5
Promedio	212.168,0	85.398.218,8	403,0	318,4

Fuente: elaboración propia con base en la información de ESAG y FEDEGAN.

Para calcular los beneficios por hectárea al año para la producción de carne se toma en cuenta que, a partir de la socialización hecha con expertos de Minambiente, el tiempo del ciclo productivo del sector es de dos años por cabeza y, por tanto, la ecuación que define los beneficios anuales para la producción de carne es la siguiente.

$$BHAC_t = \frac{PROC_t * (PC_t - CC_t)}{2 * HAC_t} \quad (4.17)$$

Donde:

- $BHAC_t$ : beneficios por hectárea para la producción de carne en el año t.
- $PROC_t$ : productividad por cabeza en el año t.
- $HAC_t$ : área destinada a la producción de carne en el año t.
- $PC_t$ : precio de carne en pie por volumen en el año t.
- $CC_t$ : costo de carne en pie por volumen en el año t.

Al calcular los beneficios netos por hectárea año para las zonas dedicadas a la producción de carne de res, se observa una tendencia creciente en los beneficios, teniendo un crecimiento del 17,3% en los 5 años estudiados, lo cual significa un crecimiento anual promedio de 4,4%. Adicionalmente, se obtiene que el beneficio promedio obtenido por el productor es de 955.856 pesos por hectárea al año. Es de señalar que los beneficios mostrados en la tabla están en precios constantes a julio de 2018.

**Tabla 4-6:** Beneficio por hectárea año carne.

<b>Año</b>	<b>Beneficio por hectárea año carne</b>
2013	\$886.987
2014	\$853.567
2015	\$920.953
2016	\$1.077.175
2017	\$1.040.597
Promedio	\$955.856

Fuente: elaboración propia con base en la información de SIPSA, FEDEGAN y ESAG.

Por último, tomando la información de producción de leche y cabezas de ganado en el departamento de Cundinamarca de la Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA de los años

2012 a 2016, junto con la capacidad de carga anteriormente señalada, se estima que en promedio en el departamento existen 244.302 cabezas de ganado las cuales producen más de 950 millones de litros al año. De esta forma y teniendo en cuenta que el ciclo es inferior a un año, la ecuación que define los beneficios anuales para la producción de leche es la siguiente:

$$BHAL_t = \frac{PROL_t * (PL_t - CL_t)}{HAL_t} \quad (4.18)$$

Donde:

- $BHAL_t$ : beneficios por hectárea para la producción de leche en el año t.
- $PROL_t$ : Producción de leche en el año t.
- $HAL_t$ : área destinada a la producción de leche en el año t.
- $PL_t$ : precio de leche por volumen en el año t.
- $CL_t$ : costo de leche por volumen en el año t.

Con base en lo anterior, la productividad de leche en la zona de estudio se calcula en 3.452 litros por vaca al año y 2.727,1 litros por hectárea al año, siendo estas superiores al promedio nacional, calculado en 2.018 litros por vaca y 1.594,5 litros por hectárea.

Como resultado principal, se estima que el costo de oportunidad anual para la actividad lechera es de 842.640 pesos, los cuales reflejan los beneficios promedio netos recibidos por el productor por hectárea al año. Es de señalar que los beneficios mostrados en la tabla están en precios contantes a julio de 2018.

**Tabla 4-7:** Producción, productividad y costo de oportunidad para la producción de leche.

Año	Cabezas	Producción (l)	Productividad (l/cabeza)	Productividad (l/ha)	Beneficios por hectárea
2012	275.036	880.689.642,9	3.202,1	2.529,6	\$1.051.698
2013	68.355	98.993.760,9	1.448,2	1.144,1	\$456.017
2014	328.430	1.877.638.305,5	5.717,0	4.516,4	\$1.431.896
2015	272.120	905.718.568,6	3.328,4	2.629,4	\$380.170
2016	277.566	989.370.030,2	3.564,4	2.815,9	\$893.419
Promedio	244.301,8	950.482.061,6	3.452,0	2.727,1	\$842.640

Fuente: elaboración propia con base en la información de ENA.

A partir de los resultados de los beneficios para la produciendo carne y leche calculados, calculado con la ecuación (4.17) y (4.18), se estima el promedio simple del beneficio de la actividad agrícola teniendo en cuenta que la ganadería desarrollada en el páramo es doble propósito.

$$BHAG = \frac{BHAC+BHAL}{2} \quad (4.19)$$

Donde:

- *BHAG*: Beneficio hectárea año de ganadería.
- *BHAC*: Beneficio hectárea año para la producción de carne.
- *BHAL*: Beneficio hectárea año para la producción de leche.

Lo que da como resultado que el costo de oportunidad para el sector ganadero es de 899.248 peso por hectárea al año.

### 4.2.2 Agrícola

Reconociendo que la principal actividad agrícola desarrollada en el Páramo de Guerrero es el cultivo de papa, se analiza el comportamiento de los precios y costos de la producción de papa parda pastusa en los últimos 5 años, resaltando que, según el Censo Nacional del Cultivo de Papa del DANE, la papa parda pastusa es la variedad de papa más producida en la zona.

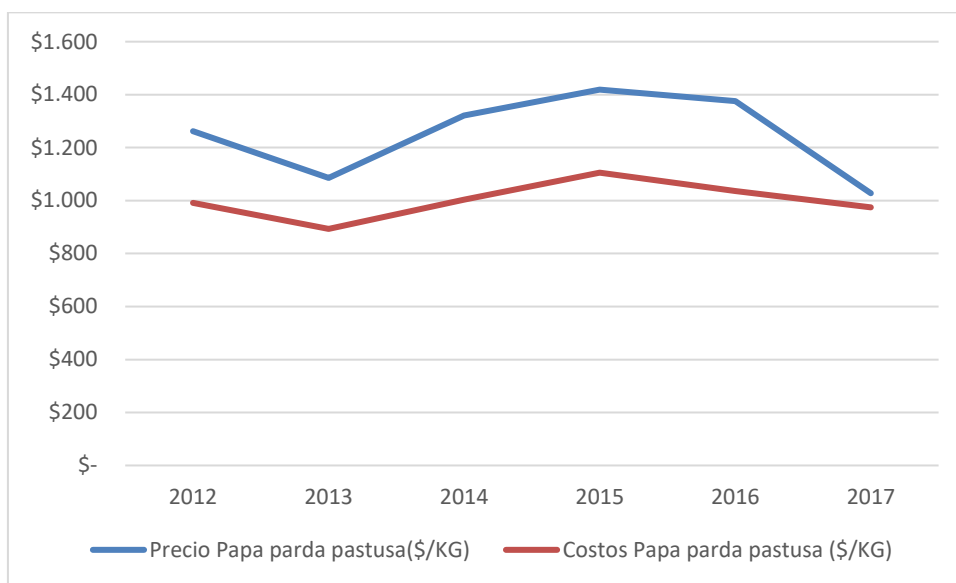
De esta forma, se presenta el precio promedio anual de en la central de Corabastos de la papa parda pastusa, teniendo en consideración que es la central de abastos más cercana a la zona de estudio y del país. Para los costos de producción, se toma el valor calculado en 2010 por AGRONET<sup>5</sup> con base en la información del SIPSA y que da como resultado un costo de 675 pesos por kilogramo para la producción de papa. A partir de lo anterior, se calculan precios para los años 2012 a 2017, con base al IPP del sector. La gráfica a

---

<sup>5</sup> Red de información del sector agropecuario colombiano a cargo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en colaboración con las Organización de las Naciones Unidas y la FAO.

continuación presenta la serie histórica de los precios y costos anuales a precios constantes a junio de 2018.

**Gráfica 4-4:** Evolución histórica de los precios y costos promedio de la papa pastusa y criolla en Corabastos.



Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET y SIPSA

Tomando la información de AGRONET sobre la producción y área sembrada en los municipios en los que este contenido el Páramo de Guerrero para los últimos 5 años, se calcula que la productividad promedio del suelo en el cultivo de papa es de 19 toneladas por hectárea, siendo esta inferior a la productividad promedio del departamento de Cundinamarca (22,8 toneladas por hectárea promedio) pero superior a la nacional (16,6 toneladas por hectárea promedio).



**Tabla 4-8:** Producción, productividad y costo de oportunidad para el cultivo de papa.

Año	Producción (Ton)	Área Sembrada (ha)	Rendimiento (ton/ha)
2012	435.802	23.421	18,2
2013	434.531	22.516	19,5
2014	485.860	25.609	19,0
2015	620.312	28.538	19,5
2016	630.404	26.867	18,8
Promedio	521.381,8	25.390,2	19,0

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET.

Con base en lo anterior y con base en la socialización hecha con expertos de Minambiente<sup>6</sup>, se toma en consideración el ciclo productivo de la papa en páramo, el cual se caracteriza por ser un cultivo transitorio que arroja dos cosechas por año, teniendo dos años de producción y dos de descanso donde se destina la tierra para la producción de carne.

Teniendo en cuenta que, en el ciclo de 4 años mencionado anteriormente, un 50% del tiempo se destina a la producción de papa y un 50% a la producción de carne, los beneficios por hectárea año para la producción de papa fueron calculados a partir del promedio simple entre los beneficios anuales de la papa y los beneficios anuales de la carne, calculados con base en la ecuación (4.17). Como resultado los beneficios por hectárea año del sector se calculan con base a la siguiente formula:

$$BHAP_t = \frac{(PROP_t * (PP_t - CP_t) / HAP_t) + BHAC_t}{2} \quad (4.20)$$

Donde las variables son:

- $BHAP_t$ : beneficios por hectárea para la producción de papa en el año t.
- $PROP_t$ : producción de papa en la zona de estudio en el periodo t.
- $PP_t$ : precio de la papa por volumen en el periodo t.
- $CP_t$ : costo de la papa por volumen en el periodo t.
- $HAP_t$ : área sembrada de papa en hectáreas en el periodo t.

<sup>6</sup> Juan Alejandro Uribe, Carlos Moreno, Carlos Borda y Gloria Quintana.

- $BHAC_t$ : beneficios por hectárea año para la producción de carne en el periodo t.

Como resultado, se observa una tendencia creciente en los beneficios promedios por hectárea, creciendo un 24,9% en el periodo de 5 años, lo que da una tasa de crecimiento anual de 8,6% y es explicado principalmente por el aumento en la frontera agrícola. Igualmente, se observa que el costo de oportunidad del uso del suelo por la actividad agrícola de cultivo de papa es de 3.198.232 pesos. Es de señalar que los beneficios mostrados en la tabla a continuación están en precios constantes a julio de 2018.

**Tabla 4-9:** Beneficio por hectárea año para la producción de papa considerando el ciclo productivo.

Año	Beneficio por hectárea año Papa	Beneficio por hectárea año carne	Beneficio por hectárea año papa ciclo total
2012	\$4.926.325	\$1.040.597	\$2.983.461
2013	\$3.748.881	\$886.987	\$2.317.934
2014	\$6.032.268	\$853.567	\$3.442.917
2015	\$6.118.327	\$920.953	\$3.519.640
2016	\$6.377.243	\$1.077.175	\$3.727.209
Promedio	\$5.440.609	\$955.856	\$3.198.232

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN y ESAG.

De acuerdo con los resultados obtenidos para las principales actividades económicas realizadas en el Páramo de Guerrero, se concluye que el costo de oportunidad por uso del suelo medido como los beneficios netos por hectárea al año, están en un rango de 842.640 pesos a 3.198.232 pesos. Sin embargo, el Artículo 2.2.9.8.2.5 del Decreto 1007 de 2018 señala que la determinación del pago del PSA se hace de acuerdo con el menor costo de oportunidad calculado, lo que significa que, para el Páramo de Guerrero, el monto a pagar para el PSA sería de 842.640 por hectárea al año, lo que equivale al 107,9% del salario mínimo de 2018 establecido en 781.242 pesos.

## 4.3 Estimación del costo beneficio

### 4.3.1 Ingresos, costos y beneficios

Dado que el objetivo del presente trabajo es hacer un análisis de eficiencia de un posible programa de PSA en el Páramo de Guerrero utilizando como criterio de eficiencia de Kaldor-Hicks, es necesario calcular los beneficios sociales netos generados por el ecosistema bajo dos escenarios: situación inicial o sin PSA, y situación con PSA o con programa. De esta forma, se puede evaluar si los beneficios sociales netos generados por el programa son al menos iguales a las pérdidas de los agentes que dejan de percibir una utilidad mayor por el uso de suelo en actividades productivas como la leche y carne.

Con base en lo anterior, la tabla a continuación resume los principales resultados obtenidos para el área de estudio y los cuales fueron utilizados para calcular los beneficios de los programas frente a la situación inicial.

**Tabla 4-10:** Resumen de los principales valores.

Concepto	Valor por hectárea
PSA o valor del programa	\$842.640
Costo de oportunidad Papa	\$3.198.232
Costo de oportunidad Carne	\$955.856
Costo de oportunidad Leche	\$842.640
Valoración Económica Ambiental	\$9.114.253
IVR	54,6%

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el beneficio social, se hace la estimación de los ingresos y costos generados por el uso del suelo según la actividad desarrollada en la zona y su extensión, las cuales son clasificadas en cuatro categorías:

- Cultivos transitorios: área asociada principalmente al cultivo de papa, para la cual se toma el costo de oportunidad calculado a partir de la ecuación (4.20).
- Pastos: área asociada a la producción pecuaria, para la cual se toma el costo de oportunidad por hectárea año de la ganadería, obtenida a partir de la ecuación (4.19).
- Vegetación remanente: área con cobertura vegetal explicada, mencionada en el capítulo anterior.
- Otros: área con uso antrópico como construcciones rurales, industriales, comerciales y vías la cual no se tendrá en cuenta en el análisis costo beneficio dado que su destinación no coincide con los intereses del PSA.

Se entiende como Beneficio Social Inicial -BSI el beneficio generado por el Páramo de Guerrero en su estado actual, teniendo en cuenta que los ingresos generados son los beneficios netos por el uso del suelo según la actividad productiva de la zona o del valor de la conservación de la zona con vegetación remanente; mientras que los costos son entendidos como la pérdida del valor de la conservación para la zona con uso productivo y para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$BSI = (A_p * BHAP) + (A_g * BHAG) + ((A_v - A_p - A_g) * VA) \quad (4.21)$$

Donde:

- *BSI*: Beneficio social inicial.
- *BHAG*: Beneficio hectárea año de ganadería.
- *BHAP*: Beneficio hectárea año para la producción de papa.
- *A<sub>p</sub>*: Área destinada al cultivo transitorio o papa.
- *A<sub>g</sub>*: Área destinada a la ganadería.
- *A<sub>v</sub>*: Área con vegetación remanente.
- *VA*: Valoración ambiental por conservación del ecosistema por hectárea.
- *PSA*: Valor por hectárea del programa.

El beneficio social del PSA o BPSA, es el beneficio social generado por el área de conservación del ecosistema, para lo cual se toma como ingreso el valor de la conservación del ecosistema generado por el programa de PSA; mientras que los costos están asociados al costo de efectuar los pagos en el esquema y la pérdida del beneficio

neto generado por las actividades productivas de la zona. De esta forma, la ecuación a continuación señala la fórmula del cálculo del BPSA.

$$BPSA = \left( (A_p + A_g + A_v) * VA \right) - PSA \left( (A_p * BHAP) + (A_g * BHAG) + A_v \right) \quad (4.22)$$

Donde:

- *BPSA*: Beneficio social del PSA.
- *BHAG*: Beneficio hectárea año de ganadería.
- *BHAP*: Beneficio hectárea año para la producción de papa.
- *A<sub>p</sub>*: Área destinada al cultivo transitorio o papa.
- *A<sub>g</sub>*: Área destinada a la ganadería.
- *A<sub>v</sub>*: Área con vegetación remanente.
- *VA*: Valoración ambiental por conservación del ecosistema por hectárea.
- *PSA*: Valor por hectárea del programa.

Para determinar el área óptima a conservar, es decir el área con PSA que genera al menos los beneficios generados por la situación inicial, se calcula un delta que corresponde al porcentaje del área total que define la mínima área que debería tener PSA para que los beneficios de programa sean al menos los de la situación inicial, asumiendo que el delta es igual para todas las coberturas, teniendo en cuenta que los PSA reconocen las acciones de conservación y restauración por igual.

$$\left( (\Delta A_p + \Delta A_g + \Delta A_v) * VA \right) - PSA \left( (\Delta A_p * BHAP) + (\Delta A_g * BHAG) + \Delta A_v \right) = BSI \quad (4.23)$$

Despejando de la ecuación anterior el termino  $\Delta$  se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta = \frac{BSI}{BPSA} \quad (4.24)$$

Donde:

- *BSI*: Beneficio social inicial.
- *BPSA*: Beneficio social del PSA.
- $\Delta$ : Porcentaje de área óptima a conservar.

Utilizando la información presentada en la tabla anterior y la ecuación del BSI y BPSA, a continuación se presentan los ingresos, costos y beneficios sociales netos generados en las cuatro coberturas de uso de suelo, señalando que, para el caso del BPSA, se asume que el total del área del páramo entraría en el programa de PSA, siendo las coberturas de cultivos transitorios y de pastos PSA de restauración, mientras que la cobertura de vegetación remanente está asociada a acciones de preservación, dando de esta forma el límite superior de los beneficios sociales netos del PSA.

Como resultado, se obtiene que los beneficios sociales netos que actualmente está generando el Páramo de Guerrero (BSI) son de 82.418 millones de pesos, explicados por el alto valor ambiental que las 23.595 hectáreas conservadas, mientras que, para las zonas en uso agropecuario, el beneficio social es negativo. Para el caso de la implementación del PSA en la totalidad del territorio de interés (BPSA), los beneficios ascienden a 313.067 millones de pesos, teniendo un costo total de 61.371 millones de pesos, de los cuales 34.617 millones o 56,4% corresponden al costo directo de implementación del programa, mientras el resto corresponde con la pérdida por la producción no generada.

**Tabla 4-11:** Estimación de costo beneficio con y sin PSA.

Cobertura	Has	Situación actual BSI			Con PSA 100% BPSA		
		ingreso	costo	beneficio social neto	ingreso	costo	beneficio social neto
Cultivos transitorios	4.797	\$15.340	\$43.717	-\$28.376	\$43.717	\$19.382	\$24.334
Pastos	12.691	\$11.412	\$115.670	-\$104.257	\$115.670	\$22.106	\$93.563
Vegetación remanente	23.595	\$215.052	\$-	\$215.052	\$215.052	\$19.882	\$195.170
Otros	2.146	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-
<b>Total</b>	<b>43.229</b>	<b>\$241.804</b>	<b>\$159.386</b>	<b>\$82.418</b>	<b>\$374.438</b>	<b>\$61.371</b>	<b>\$313.067</b>

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA y ESAG.

\*Cifras en millones de pesos

Al utilizar la ecuación para el cálculo del área óptima para implementar el PSA, se encuentra que, bajo la situación expuesta en la tabla anterior, si el 26,3% del área del páramo tuviera PSA, los beneficios sociales netos generados por el programa en el

---

Páramo de Guerrero serían iguales a los generados en la situación sin el programa. La siguiente tabla muestra la diferencia entre los beneficios sociales netos del programa y la situación inicial bajo diferentes porcentajes de conservación. De esta forma, se encuentra que incorporar el 50% del área del páramo en un programa de PSA, generaría un beneficio social de 156.534 millones de pesos, es decir, 74.116 millones más que en la situación sin el programa. En la situación ideal de una conservación del 100% del área del páramo, la diferencia entre los beneficios del programa frente a la situación inicial es de 230.649 millones de pesos, lo que equivale a un incremento del 279,9%.

**Tabla 4-12:** Diferencia en el beneficio social según porcentaje de conservación.

Porcentaje de conservación	Situación inicial	Situación con PSA	Diferencia
26,3%	\$82.418	\$82.418	\$-
50%		\$156.534	\$74.116
75%		\$234.801	\$152.383
100%		\$313.067	\$230.649

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA y ESAG.

\*Cifras en millones de pesos

La salud ecosistémica se constituye como una pieza crítica para garantizar el suministro de servicios ecosistémicos y, por tanto, hace parte de los atributos ambientales que explican el valor económico del ecosistema. Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea que, con el fin de obtener una valoración ambiental más robusta, el resultado obtenido anteriormente debe incorporar el Índice de Salud Ecosistémica. Al respecto, en la valoración contingente los resultados obtenidos están sobrevalorados, pues este método no tiene en cuenta el grado de afectación que el ecosistema tiene (Mendieta, Mogollón, Ramirez, Nieto, & Arenas, 2015; Schmidt & Batker, 2012).

De esta forma, al tomar el IVR calculado del 54,6% para el Páramo de Guerrero y el valor de la conservación del ecosistema inicial, el valor de la conservación del ecosistema por hectárea pasa a ser de 4.974.725 pesos por hectárea.

Teniendo en cuenta el nuevo valor de la conservación por hectárea, el BSI y el BPSA se calculan a partir de las siguientes ecuaciones:

$$BSI2 = (A_p * BHAP) + (A_g * BHAG) + ((A_v + A_p + A_g) * VA * IVR) \quad (4.25)$$

Donde:

- *BSI2*: Beneficio social inicial con IVR.
- *BHAG*: Beneficio hectárea año de ganadería.
- *BHAP*: Beneficio hectárea año para la producción de papa.
- *A<sub>p</sub>*: Área destinada al cultivo transitorio o papa.
- *A<sub>g</sub>*: Área destinada a la ganadería.



- $A_v$ : Área con vegetación remanente.
- $VA$ : Valoración ambiental por conservación del ecosistema por hectárea.
- $IVR$ : Índice de vegetación remanente.

$$BPSA2 = \left( (A_p + A_g + A_v) * VA * IVR \right) - PSA \left( (A_p * BHAP) + (A_g * BHAG) + A_v \right) \quad (4.26)$$

Donde:

- $BPSA2$ : Beneficio social del PSA con IVR.
- $BHAG$ : Beneficio hectárea año de ganadería.
- $BHAP$ : Beneficio hectárea año para la producción de papa.
- $A_p$ : Área destinada al cultivo transitorio o papa.
- $A_g$ : Área destinada a la ganadería.
- $A_v$ : Área con vegetación remanente.
- $VA$ : Valoración ambiental por conservación del ecosistema por hectárea.
- $IVR$ : Índice de vegetación remanente.
- $PSA$ : Valor por hectárea del programa.

De esta forma, se obtiene que, en la situación inicial, los beneficios sociales netos generados por el Páramo de Guerrero son de 57.136 millones de pesos, explicados por las más de 23 mil hectáreas con vegetación remanente y el beneficio social que generan. Para el caso de una implementación de PSA en el 100% del área del páramo, los beneficios sociales netos generados ascienden a 143.004 millones de pesos, con un costo directo del programa de 34.617 millones, al igual que en el ejercicio anterior.

En el caso de un PSA en la totalidad del territorio, vale resaltar que los costos más altos se encuentran en el área asociada a la producción pecuaria o de pastos, lo cual se explica por la extensión del terreno en dicho uso; mientras que, para la zona con uso agrícola o de cultivos transitorios, el costo se explica por la reducción en los beneficios percibidos por hectárea por el cambio de actividad.

**Tabla 4-13:** Estimación de costo beneficio con y sin PSA considerando el servicio ecosistémico.

Cobertura	Has	Situación actual BSI			Con PSA 100% BPSA		
		Ingreso	Costo	Beneficio Social	Ingreso	Costo	Beneficio Social
Cultivos transitorios	4.797	\$15.340	\$23.861	-\$8.521	\$23.861	\$19.382	\$4.479
Pastos	12.691	\$11.412	\$63.135	-\$51.722	\$63.135	\$22.106	\$41.028
Vegetación remanente	23.595	\$117.379	\$-	\$117.379	\$117.379	\$19.882	\$97.497
Otros	2.146	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-
Total	43.229	\$144.132	\$86.996	\$57.136	\$204.375	\$61.371	\$143.004

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA y ESAG.

\*Cifras en millones de pesos

Utilizando la ecuación (4.24) y aplicándola a los nuevos beneficios, se encuentra que, si el 40% del área del páramo tuviera un programa de PSA, dicha área generaría los mismos beneficios que la situación inicial o sin el programa en todo el páramo, sin embargo esta medida no tiene en cuenta la resiliencias del ecosistema. La tabla a continuación muestra la diferencia de los beneficios sociales netos generados por el PSA, considerando el IVR frente a la situación inicial bajo diferentes porcentajes de áreas de conservación por PSA, encontrando que, si el 50% del área del páramo estuviera en un programa de PSA, los beneficios sociales netos serían de 71.502 millones de pesos, lo que equivale a 14.366 millones más que en la ausencia del programa. En la situación ideal de una conservación del 100% del área del páramo, la diferencia entre los beneficios del programa frente a la situación inicial es de 143.004 millones de pesos, lo que equivale a un incremento del 150,3%.

**Tabla 4-14:** Diferencia en el beneficio social según porcentaje de conservación considerando la salud del ecosistema.

Porcentaje de conservación	Situación inicial	Situación con PSA	Diferencia
40%	\$57.136	\$57.136	\$-
50%		\$71.502	\$14.366
75%		\$107.253	\$50.117
100%		\$143.004	\$85.869

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA y ESAG.

\*Cifras en millones de pesos

### 4.3.2 Valor Presente Neto del PSA

Para terminar el análisis costo beneficio del posible programa de PSA en el Páramo de Guerrero, se realiza la estimación del valor presente neto o VPN del programa bajo diferentes escenarios hipotéticos de conservación, al igual que en el escenario sin el programa. De esta forma, se determina la Relación Costo Beneficio Costo -RBC de las simulaciones, dando así un criterio económico de elección en el que se maximiza el bienestar social frente la inversión y costos asociados.

Dado que el Artículo 2.2.9.8.3.1 del Decreto 1007 de 2018 establece que la duración del programa es hasta 5 años con la posibilidad de una prórroga dependiendo de los recursos disponibles y de la evolución del programa, se toma un periodo de 5 años en el flujo de los costos y beneficios del Páramo de Guerrero.

Junto con lo anterior y con base en los resultados mostrados en la tabla 4.10, se realiza la estimación de los valores por hectárea para los siguientes 5 años, utilizando las siguientes tasas de crecimiento:

- PSA o valor del programa: considerando que es el valor que el Estado reconocería año a año a los propietarios, poseedores y ocupante de buena fe, que tomen acciones preservación y restauración en el páramo, la tasa de crecimiento se estima a partir del promedio de la inflación de los últimos 5 años, lo que da como resultado una tasa de 4,4%.
- Costo de oportunidad de la papa: a partir de la información presentada anteriormente en los análisis de costo de oportunidad de uso del suelo, se calcula la tasa de crecimiento anual del sector en 8,6%.
- Costo de oportunidad pecuario (carne y leche): a partir de la información presentada anteriormente, se calcula la tasa de crecimiento anual del sector en 4,4%.
- Valoración ambiental (con y sin IVR): tomando el valor de la conservación como una aproximación al valor del capital natural y reconociendo su bajo nivel de riesgo, se

utiliza el promedio de la tasa de interés de los últimos 5 años de los Depósitos a Término Fijo -DTF, como tasa de crecimiento del capital natural, dando como resultado un crecimiento anual del 5,17%.

Para la Tasa de Social de Descuento, se utilizó la actualización del Departamento Nacional de Planeación -DNP 2018, entendiendo que la tasa social de descuento mide el costo de oportunidad del consumo a lo largo del tiempo, es decir el consumo de hoy frente a futuros retornos. En esta actualización, el DNP concluye que la tasa social de descuento es de 9% para Colombia a partir de los datos de cuentas nacionales de 2015 y bajo la metodología de Harberger.

Con base en lo anterior, se plantean tres escenarios de estimación de VPN:

1. VPN de los ingresos, costos y beneficios del Páramo de Guerrero sin el programa de PSA.
2. VPN del área de conservación bajo el programa de PSA.
3. VPN del área de conservación bajo el programa de PSA considerando la salud ecosistémica.

Para los escenarios 2 y 3, se plantean cuatro simulaciones, según el área destinada a la conservación bajo el programa y los cuales se definen de la siguiente manera:

- PSA con el área mínima.
- PSA en la totalidad del páramo.
- PSA del 5% del área hasta el área mínima de conservación.
- PSA del área mínima de conservación hasta la totalidad del páramo.

La siguiente tabla muestra el flujo de ingresos, costos y beneficios sociales netos generados por el Páramo de Guerrero bajo la premisa de mantener el estado actual de uso del suelo durante un periodo de 5 años bajo y de lo cual se obtiene el VPN. De esta forma, se puede concluir que, por cada peso invertido en el Páramo de Guerrero en la actualidad, se generan 1,5 pesos, lo que significa que bajo este escenario de uso el páramo se genera un crecimiento en el bienestar.

**Tabla 4-15:** Flujo de ingresos y costos a 5 años sin PSA.

<b>AÑO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>VPN</b>
<b>Ingreso</b>	\$241.804	\$254.744	\$268.394	\$282.795	\$297.989	\$1.037.513
<b>Costo</b>	\$159.386	\$167.627	\$176.293	\$185.407	\$194.993	\$681.524
<b>Beneficio</b>	\$82.418	\$87.117	\$92.101	\$97.387	\$102.996	\$355.989

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA, ESAG Banco de la República y DNP.

\*Cifras en millones de pesos

Para el escenario de conservación bajo el programa de PSA, la tabla a continuación muestra el flujo de los ingresos, costos y beneficios sociales netos generados en un periodo de 5 años para las 4 simulaciones anteriormente mencionadas. De lo anterior, se resalta que la simulación en la que se plantea un programa de PSA en el 5% del área de terreno al 26,3%, el VPN de los beneficios sociales netos generados por el Páramo de Guerrero son inferiores a los beneficios sociales netos del escenario anteriormente expuesto. Sin embargo, como lo muestra la tabla 4.17, en todas las simulaciones por cada peso invertido en la protección del páramo bajo un programa de PSA, se genera más de 6 pesos, cifra que supera en 398% a la situación actual.

Para la simulación del programa del 5% al 26,3% del área de estudio, la tasa de crecimiento de la cobertura anual es del 5,3%, mientras que para la simulación del 26,3% al 100% del área la tasa de crecimiento de la cobertura del programa es de 18,3% anual.

**Tabla 4-16:** Flujo de ingresos y costos a 5 años bajo diferentes escenarios de conservación con PSA.

	AÑO	1	2	3	4	5	VPN
PSA 26,3%	Ingreso	\$98.574	\$103.671	\$109.031	\$114.667	\$120.596	\$421.497
	Costo	\$16.156	\$17.037	\$17.971	\$18.962	\$20.013	\$69.479
	Beneficio	\$82.418	\$86.634	\$91.060	\$95.706	\$100.583	\$352.018
PSA 100%	Ingreso	\$374.438	\$393.797	\$414.156	\$435.568	\$458.087	\$1.601.068
	Costo	\$61.371	\$64.715	\$68.262	\$72.026	\$76.020	\$263.917
	Beneficio	\$313.067	\$329.081	\$345.893	\$363.542	\$382.066	\$1.337.151
PSA 5%-26,3%	Ingreso	\$18.722	\$40.659	\$64.815	\$91.360	\$120.477	\$244.471
	Costo	\$3.069	\$6.682	\$10.683	\$15.107	\$19.993	\$40.385
	Beneficio	\$15.653	\$33.978	\$54.132	\$76.253	\$100.483	\$204.086
PSA 26,3%-100%	Ingreso	\$98.574	\$176.202	\$261.593	\$355.343	\$458.087	\$990.198
	Costo	\$16.156	\$28.957	\$43.117	\$58.760	\$76.020	\$163.523
	Beneficio	\$82.418	\$147.246	\$218.477	\$296.583	\$382.066	\$826.674

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA, ESAG Banco de la República y DNP.

\*Cifras en millones de pesos

**Tabla 4-17:** Relación de beneficio costo bajo diferentes escenarios de conservación.

Escenario	RBC
PSA 26,3%	6,0666
PSA 100%	6,0666
PSA 5%-26,3%	6,0535
PSA 26,3%-100%	6,0554

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA, ESAG Banco de la República y DNP.

Por último, la siguiente tabla muestra el flujo de los ingresos, costos y beneficios sociales netos, considerando la salud ecosistémica dentro del valor de conservación, dando como resultado que solo el VPN de los beneficios en las simulaciones de un PSA en el 100% del territorio y en la que el programa de PSA pasa de 40% del territorio en el año uno al 100% en el quinto año, son superiores a los reflejados en la situación sin programa. Sin embargo,

en las cuatro simulaciones planteadas se encuentra que, por cada peso invertido en un programa de PSA, se obtiene un retorno de 3,3 pesos, como se observa en la tabla 4.19. Para la simulación del programa del 5% al 40% del área de estudio, la tasa de crecimiento de la cobertura anual es del 8,8%, mientras que para la simulación del 40% al 100% del área la tasa de crecimiento de la cobertura del programa es de 15% anual.

**Tabla 4-18:** Flujo de ingresos y costos a 5 años bajo diferentes escenarios de conservación con PSA considerando la salud ecosistémica.

	AÑO	1	2	3	4	5	VPN
PSA 40%	Ingreso	\$81.750	\$85.977	\$90.422	\$95.096	\$100.013	\$349.557
	Costo	\$24.548	\$25.886	\$27.305	\$28.810	\$30.408	\$105.567
	Beneficio	\$57.202	\$60.090	\$63.117	\$66.286	\$69.605	\$243.990
PSA 100%	Ingreso	\$204.375	\$214.941	\$226.054	\$237.741	\$250.032	\$873.892
	Costo	\$61.371	\$64.715	\$68.262	\$72.026	\$76.020	\$263.917
	Beneficio	\$143.004	\$150.226	\$157.791	\$165.715	\$174.012	\$609.975
PSA 5%-40%	Ingreso	\$10.219	\$29.554	\$50.862	\$74.294	\$100.013	\$191.158
	Costo	\$3.069	\$8.898	\$15.359	\$22.508	\$30.408	\$57.873
	Beneficio	\$7.150	\$20.656	\$35.503	\$51.786	\$69.605	\$133.285
PSA 40%-100%	Ingreso	\$81.750	\$118.218	\$158.238	\$202.080	\$250.032	\$602.352
	Costo	\$24.548	\$35.593	\$47.784	\$61.222	\$76.020	\$182.157
	Beneficio	\$57.202	\$82.624	\$110.454	\$140.858	\$174.012	\$420.195

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA, ESAG Banco de la República y DNP.

\*Cifras en millones de pesos

**Tabla 4-19:** Relación de beneficio costo bajo diferentes escenarios de conservación considerando la salud ecosistémica.

<b>Escenario</b>	<b>RBC</b>
PSA 26,3%	3,3112
PSA 100%	3,3112
PSA 5%-26,3%	3,3031
PSA 26,3%-100%	3,3068

Fuente: elaboración propia con base en la información de AGRONET, SIPSA, FEDEGAN, ENA, ESAG Banco de la República y DNP.

De esta forma, se puede concluir que en comparación al escenario base, donde no existe ningún programa de conservación del ecosistema por medio de programas de PSA, la relación costo beneficio es mayor en cualquier simulación y, por tanto, es preferida. Este resultado se obtiene dado el alto valor que tiene la conservación del ecosistema y a pesar de tener una salud ecosistémica buena, los servicios ecosistémicos que brinda el Páramo de Guerrero son indispensables para el bienestar de las poblaciones aledañas, por lo que el valor ambiental supera a los costos de oportunidad o al valor del desarrollo productivo del suelo.

Esto refleja la potencialidad que tiene los PSA en la gestión ambiental del territorio nacional, puesto que sin desproteger a la población que habita los paramos se generan los beneficios sociales suficientes para tener una relación costo beneficio preferible. Se debe destacar que estos resultados pueden mejorar en la medida que el pago en especie tenga un impacto sobre los niveles de bienestar de la población dentro del programa, ya sea por mejoramiento de la productividad o por mejoramiento en las condiciones de vida por necesidades expuestas por la comunidad o el individuo.



## 5. Conclusiones

Los PSA son una herramienta económica con fines ambientales que tiene la capacidad de agrupar y articular diferentes actores, tanto públicos como privados, para trabajar conjuntamente en pro de mejorar el suministro de un servicio ambiental de interés a diferentes escalas. De esta forma los PSA tienen un potencial y un alcance más allá de lo ambiental al ofrecer una alternativa productiva y sostenible a la población rural, y en el caso particular de Colombia, una herramienta en el proceso de posconflicto. En este sentido, los PSA mediante el otorgamiento de incentivos en dinero o especie a los propietarios de predios ubicados en ecosistemas estratégicos, buscan generar acciones para el cambio del uso de suelo para proteger el ecosistema y garantizar el flujo de servicios ambientales. Sin embargo, para la correcta implementación de un PSA con origen público, es necesario la evaluación de la eficiencia con la finalidad de dar un soporte técnico y económico al PSA que garantice el mejor uso de los recursos públicos.

El ejercicio aquí planteado muestra un análisis costo beneficio utilizando fuentes secundarias oficiales para el cálculo del costo de oportunidad del uso del suelo, teniendo la ventaja de obtener información que refleja el conflicto del uso de suelo a un bajo costo monetario y de tiempo. Sin embargo, para una implementación concreta de un PSA en la zona de estudio con recursos públicos, es necesario el levantamiento de información más puntual del uso actual del suelo. Esto significaría una evaluación más precisa del costo de oportunidad del uso del suelo, así como de la vegetación remanente de la zona, de la salud ecosistémica y de las características biofísicas del suelo; señalando que es una realidad que en este tipo de ecosistemas la frontera agropecuaria crece año a año y amenaza el suministro de algunos servicios como el provisionamiento de agua y la captura de carbono.

En este sentido se identificó que de las 43.228,86 hectáreas del Páramo de Guerrero, el 54,6% tienen una cobertura de vegetación remanente, lo que le da al ecosistema una

calificación de salud ecosistémica buena. Así mismo, se estimó que existen 18.970,1 hectáreas con fines agropecuarios, las cuales representan el 43,9% del territorio estudiado y donde los dos principales usos productivos son la producción pecuaria y de papa, con una participación de 61,4% y 24,9% del área de uso productivo, respectivamente.

Referente al costo de oportunidad del uso del suelo, se estimó que el beneficio promedio por año para la producción de papa es de 3.198.232 pesos por hectárea, mientras que para el sector pecuarios los beneficios netos son de 955.856 pesos por hectárea año para la producción de carne y de 842.640 pesos por hectárea año para la producción de leche, siendo este último valor el que determina el monto a pagar en el PSA. De igual manera se identificó que 9.114.253 pesos por hectárea es la DAP por la conservación del ecosistema por parte de la población aledaña al páramo.

Bajo el marco normativo colombiano actual y reconocido las características de los PSA tales como el monto a pagar, la duración de programa y la forma de pago, una implementación de un PSA en el ecosistema de Páramo de Guerrero ha demostrado poder ser eficiente teniendo en cuenta el valor de la conservación por hectárea y la salud ecosistémica medida por IVR. Como resultado se obtuvo que incorporar el 40% de la zona de estudio en un programa de PSA, genera los mismos beneficios sociales que todo el ecosistema en ausencia del programa, dando una relación costo beneficio del PSA de 3,3 la cual duplicada a la situación sin programa en un panorama a 5 años.

Para el caso colombiano existe un marco normativo que ha venido asegurando y soportando diferentes mecanismos económicos para la conservación de los ecosistemas, al mismo tiempo que refleja la evolución y el avance en el interés político por la protección del medio ambiente en el país, dando reconocimiento a cada vez más a diferentes servicios ecosistémicos y a la coordinación de diferentes actores. Sin embargo, existen una serie de discusiones que no se estudiaron durante el presente trabajo, pero si merecen un espacio de presentación.

Después de evaluar la eficiencia de los PSA, la siguiente duda que surge es el impacto distributivo que tiene el programa, dado que en Colombia existe una gran disparidad de concentración de tierra que puede generar que un reconocimiento económico a los

propietarios de tierras con alto valor ambiental, como es el PSA, se convierta en un subsidio regresivo en términos de distribución del ingreso. Por tanto, la correcta selección de propietarios o poseedores juega un papel fundamental al tener en cuenta sus características socioeconómicas, como el nivel de vulnerabilidad y de extensión del predio, como lo señala el Decreto 870 de 2017, previniendo así los riesgos de oportunidad en la selección de los beneficiarios del programa. Adicionalmente la posibilidad de un pago en especie en el que se contempla mejores prácticas productivas y desarrollos alternos, se puede convertir en un mejoramiento de las condiciones iniciales de la población implicada y garantizar un proceso de largo plazo.

Una segunda discusión gira en torno al valor del monto a pagar en los PSA, dado que como el incentivo está determinado por el menor costo de oportunidad del uso del suelo en la zona y dicho valor se le reconoce a todos por igual, el valor del PSA no genera incentivos a acceder al programa a los propietarios que tengan su suelo destinado a actividades más productivas. Para el caso del Páramo de Guerrero se determinó que el monto a pagar está en base al costo oportunidad para la producción de leche, sin embargo, existen otras actividades de gran importancia por extensión y valor comercial como la producción de carne y papá, los cuales pueden no verse atraídos a cambiar el uso del suelo por una actividad de conversación o restauración.

Dado que las comunidades negras y los pueblos indígenas en Colombia están asentados en zonas con un alto valor ambiental, con fuerte presencia de conflicto armado y de cultivos ilícitos; un tercer punto a señalar es la inclusión de las comunidades indígenas y comunidades negras en los programas de PSA en el marco del posconflicto. Si bien en el Decreto 870 de 2017 se reconoce la importancia que tienen los territorios indígenas al considerar la territorialidad, autonomía y la libre autodeterminación fundamentada en sus cosmovisiones; su alcance es poco puntual frente al trabajo a desarrollar con dichas comunidades. De igual manera, el Decreto no reconoce a las comunidades negras como actores importantes en la conservación de ecosistemas estratégicos del país. Por lo tanto, existe un amplio espacio de trabajo a futuro tanto en el marco normativo de los PSA como de la investigación de los efectos sociales y ambientales del mismo.



## A. Anexo: Formato de encuesta para la valoración ambiental

# Encuesta para la evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia

La siguiente encuesta tiene como propósito identificar las características socioeconómicas de los predios en el área de influencia del Páramo de Guerrero. La información aquí recolectada será utilizada para fines académicos del trabajo de grado de la maestría en economía de la Universidad Nacional de Colombia, por lo cual la información suministrada no tiene implicación políticas ni fiscales.

Fecha

DD	MM	AA

Nombre del Encuestador \_\_\_\_\_

### A IDENTIFICACION CATASTRAL

1 Municipio: \_\_\_\_\_

2 Vereda: \_\_\_\_\_

<b>3</b>	<b>Área del Predio:</b> _____									
<b>4</b>	<b>Código de la Encuesta</b>									
<b>B CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LA VIVIENDA</b>										
<b>5</b>	<b>Propia</b> _____ <b>Arriendo</b> _____									
<b>6</b>	<b>Tamaño del lote</b> _____	<b>m2</b>								
<b>7</b>	<b>Tamaño de la construcción</b> _____									
<b>8</b>	<b>Área de conservación natural</b> _____									
<b>9</b>	<b>Número habitaciones</b> _____									
	<b>SI</b> <b>NO</b>									
<b>10</b>	<b>Cocina</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 20px;"></td><td style="width: 50%; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>								
<b>11</b>	<b>Acueducto</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 20px;"></td><td style="width: 50%; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>								
<b>12</b>	<b>Sanitario</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 20px;"></td><td style="width: 50%; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>								
<b>13</b>	<b>Luz</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 20px;"></td><td style="width: 50%; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>								
<b>14</b>	<b>Valor total del predio</b> _____									
<b>C CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DEL PREDIO</b>										
<b>15</b>	<b>Actividades de Producción</b>									
	<b>Tipos de Cultivos</b>	<b>Área Cultivada (Hectáreas)</b>								
	<b>Ganado</b>	<b>unidades</b>								
	<b>Aves</b>	<b>Unidades</b>								

<b>Productos Lácteos</b>	<b>Producción</b>

**16 ¿Su predio cuenta con fuentes de agua?**

Si No

---

**D CARACTERISTICAS GENERALES DEL HOGAR**

---

**17 ¿Trabaja para alguien?** Si    No

---

**18 Género:** Femenino Masculino

---

**19 Edad**

---

**20 Estado Civil:** Separado \_\_\_\_\_ Soltero \_\_\_\_\_  
Unión Libre Casado Viudo

---

**21 Lugar de Nacimiento**  
**Municipio:** \_\_\_\_\_  
**Departamento:** \_\_\_\_\_

---

**22 Tiempo de Residencia:** Años \_\_\_\_\_  
Hace cuánto tiempo vive usted en este municipio  
(si es menos de un año cuantos meses) Mes \_\_\_\_\_

---

**23 Asiste en la actualidad a algún centro educativo**  
**¿Cual (en caso de responder si)?**

Si No Cual \_\_\_\_\_

---

**24 Grado de Escolaridad**  
**Cuál es el último grado de escolaridad que aprobó?**

25	¿Sabe leer y escribir?	Si	No
26	¿Cuándo alguno de los miembros de la familia se enferma a donde asisten?		
	1. Hospital	_____	2. Clínica _____
	3. Puesto de Salud		4. Otro
27	¿Tiene usted seguro de salud o este afiliado al SISBEN?	Si	No
28	¿Estaría usted dispuesto a participar en actividades de mejoramiento ambiental?	Si	No
29	¿Su finca o predio agrícola cuenta con vías de penetración?	Si	No
30	De qué tipo		
	Carretera	_____	
	Camino de Tierra	_____	
	Trocha	_____	
	Otro	_____	
31	A que distancia se encuentra de la principal vía de comunicación		
32	¿Le gustaría sembrar algún tipo de cultivo diferente del que actualmente siembra?	Si	No
33	¿Le gustaría recibir algún tipo de asesoría para buscar nuevas alternativas de producción agrícola?	Si	No
34	¿De dónde toma su agua?		
	Fuente	Nacimiento	Aljibe
	Quebrada	Río	Reservorio



<b>35 Uso del Agua</b>				
	<b>Doméstico</b>	_____	<b>Riego</b>	_____
	<b>Abrevadero</b>	_____	<b>Otro</b>	_____
<b>36 Calidad del Agua</b>				
<b>Buena</b>		<b>Regular</b>		<b>Mala</b>
<b>37 ¿Hay acueducto en su predio de origen?</b>				
<b>Si</b>		<b>No</b>		



## Bibliografía

- Acuerdo de Paz. (2016). Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera.
- Alcama, J., Ash, N. J., Butler, C. D., Callicott, J. B., Carpenter, S. R., Cropper, A., ... Foley, J. (2003). Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación.
- Alix-García, J. M., Sims, K., & Yañez-Pagans, P. (2015). Only one tree from each seed? Environmental effectiveness and poverty alleviation in Mexico's payments for ecosystem services program. *aej: Economic Policy.*, 2015.
- Andrade, N. I., Romero, C., & Germ, A. (2004). International Conservation Organizations and the Fate of Local Tropical Forest Conservation Initiatives, *18(2)*, 578–580.
- Asamblea, & Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política De Colombia 1991, 108. Retrieved from <http://www.registraduria.gov.co/IMG/pdf/constitucio-politica-colombia-1991.pdf>
- Blas, D. E. De, Le Coq, J.-F., & Guevara, A. (2016). Los pagos por servicios ambientales en américa latina: gobernanza , impactos y perspectivas.
- Blas, D. E. De, Le Coq, J.-F., & Guevara, A. (2016). Los pagos por servicios ambientales en américa latina: gobernanza, impactos y perspectivas.
- Buitrago, C. (2014). Sostenibilidad del Páramo de Guerrero. Una aproximación.
- CAR, & CI. (2004). Declaratoria y formulación del plan de manejo de un área de conservación en jurisdicción del páramo de Guerrero., 2004.
- Cárdenas, C. de los Á. (2013). El fuego y el pastoreo en el páramo húmedo de Chingaza (Colombia): efectos de la perturbación y respuestas de la vegetación. Retrieved from <http://www.tesisenxarxa.net/handle/10803/120219>
- Castibanco, C. (2003). Los métodos de valoración económica de medio ambiente.
- Cecilia, C., Leal, C., Denegri, G. A., & Delgado, M. I. (2013). Costos mínimos de compensación y cuantificación de la oferta hídrica en la cuenca alta del río Sauce Grande , Argentina Minimum compensation costs and quantification of water supply

in the upper watershed of the Sauce Grande River , Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 80, 55–70.

CEDE. (2014). *Informe Final de Valoración de Servicios Ecosistémicos del PNR Páramo del Duende*.

Claassen, R., Cattaneo, A., & Johansson, R. (2005). Cost-Effective Design of Agri-Environmental Payment Programs: U.S. Experience in Theory and Practice, 1–42.

Coase, R. H. (1960). El problema del costo social. *The Journal of Law and Economics*, 3(1), 1.

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. *Diario Oficial No. 41.146, 1993(41), 254*.

Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 165 de 1994, 42. Retrieved from [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Recursos\\_Geneticos\\_/Ley\\_165\\_de\\_1994.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Recursos_Geneticos_/Ley_165_de_1994.pdf)

Congreso de la República de Colombia. (2011). Ley 1450 de 2011, 1–93.

Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1930 de 2018.

Corte Constitucional de Colombia. (2016). Sentencia C-035-16.

DANE. (2002). *Censo Nacional del Cultivo de Papa*.

DANE. (2015). *Boletín mensual Precios de leche en finca*.

Díaz, C. (2014). *Enfoques teóricos y metodológicos de las compensaciones ambientales en el contexto de la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia*.

DNP. (2018). *Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger*.

Dos Santos, R., & Vivan, J. (2012). *Pagamentos por Serviços Ecosistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão.*, 1–124.

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>

FAO. (2003). *El foro regional sobre sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas, Informe fi*, 1–27.

- FEDEGAN. (2014). Bases para la formulación del Plan de Acción 2014 – 2018 para el mejoramiento de la ganadería del departamento de Cundinamarca.
- Fedesarrollo. (2013). Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Santurbán.
- FHV. (2013). Salud Ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto de la cuenca media y baja del río Paut Casanare, Colombia.
- Freeman III, M. (1979). The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice, 20(Summer).
- García-Amado, L. R., Pérez, M. R., Escutia, F. R., García, S. B., & Mejía, E. C. (2011). Efficiency of Payments for Environmental Services: Equity and additionality in a case study from a Biosphere Reserve in Chiapas, Mexico. *Ecological Economics*, 70(12), 2361–2368. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.07.016>
- Gobierno Nacional. (1973). Ley 23 de 1973, 1973, 8–10.
- Hall, A. (2008). Better RED than dead: paying the people for environmental services in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1498), 1925–1932. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0034>
- IAVH, & Fondo Adaptación. (2017). Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos de Guerrero, 14(8).
- IDEAM, & MADS. (2014). Estudio Nacional del Agua 2014.
- IDEAM. (2018). Metodología corine land cover, (Clc), 1–5.
- IGAC. (2011). Resolución 070 de 2011, 2011.
- Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. (2007). Atlas de páramos de Colombia.
- Irina Prokofieva, Sven Wunder, E. V. (2012). Pagos por Servicios Ambientales:, 42(42), 16.
- Jian, P., Yanglin, W., Jiansheng, W., & Yuqing, Z. (2007). Evaluation for regional ecosystem health : methodology and research progress, 27(11).
- Karsenty, A., & Ezzine de Blas, D. (2014). Du mésusage des métaphores: Les paiements pour services environnementaux sont-ils des instruments de marchandisation de la nature?, 2014.

- Kiss, A., & Ferraro, P. J. (2002). Direct Payments to Conserve Biodiversity. *Science*, 294(November 2001), 64–65. <https://doi.org/10.5042/daat.2010.0465>
- Kosoy, N., & Corbera, E. (2010). Payments for ecosystem services as commodity fetishism ☆. *Ecological Economics*, 69(6), 1228–1236. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.002>
- Le Coq, J. F., Froger, G., Pesche, D., Legrand, T., & Saenz, F. (2015). Understanding the governance of the Payment for Environmental Services Programme in Costa Rica: A policy process perspective. *Ecosystem Services*, 16, 253–265. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.003>
- Mariana, B., Oliveira, A. C., Marcelo, O., & Gonçalves Jacovine, L. A. (2012). Criterios e indicadores para la valoración de los servicios ambientales en Brasil. *Letras Verde*.
- Márquez, G. (2000). Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia, 33–49.
- Marshall A. (2009). *Principles Of Economics*.
- Mendieta, J. C. (2005). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables*.
- Mendieta, J. C., Mogollón, A., Ramirez, H., Nieto, N., & Arenas, D. (2015). Metodología para el avalúo de predios de interés ambiental.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2013). Decreto 953 de 2013, 1–8.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Decreto 1007 de 2018.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Decreto 870 de 2017.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-10>
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Resolución 1769 de 2016.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Programa nacional para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de alta montaña colombiana: páramos. Congreso Mundial de Páramos- Memorias Tomo I, 73. Retrieved from [http://www.paramocolombia.info/doc\\_memorias.html](http://www.paramocolombia.info/doc_memorias.html)
- Moberg, F., & Hauge, S. (2016). What is resilience?

- Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N., & May, P. H. (2010). Reconciling theory and practice : An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services ☆. *Ecological Economics*, 69(6), 1202–1208. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.006>
- Ostrom, E. (2000). El gobierno de los bienes comunes. El Gobierno de Los Bienes Comunes. La Ecolución de Las Instituciones de Acción Colectiva.
- Pagiola, S. (2008). Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 65(4), 712–724. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.033>
- Pavan, M., & Cenamo, M. (2012). REDD + nos estados da Amazônia: Mapeamento de iniciativas e desafios para integração com a estratégia brasileira, 36.
- Pigou, A. Cecil. (1929). *Economics of Welfare*, 1–551.
- Presidencia de la república de Colombia. (1974). Decreto 2811 de 1974, 1–59.
- Presidencia de la república de Colombia. (1981). Decreto 2857 de 1981, 1–10.
- Rangel, O. (2000). Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna. *Igarss* 2014, (1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Rincón, A., Rojas, C., & Nieto, M. (2018). Entre el mercado y la construcción local : reflexiones para una gestión más incluyente de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el marco de los pagos por servicios ambientales, 103–118.
- Schmidt, R., & Batker, D. (2012). Nature's Value in the McKenzie Watershed. *Earth Economics*, (May).
- Soto, J. P. (2007). *Servicios ambientales, agua y economía*, (Cc).
- Tacconi, L. (2012). Redefining payments for environmental services, 73, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.028>
- TEEB. (2010). *Incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza*.