

CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

CAPÍTULO 5.5 Servicios Ecosistémicos



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE
IMPACTO AMBIENTAL- MODIFICACIÓN 2
LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No.
170 / 2021- INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red
en el área oriental: Línea de transmisión
La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV

UPME 07 2016

TCE-ET2W-GPB00-0003-1

Control de Cambios SMAYD LTDA

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
25/03/2022	V0	Versión Inicial
01/10/2022	VF	Versión final
ELABORADO POR: Grupo interdisciplinario SMAYD LTDA	REVISADO POR: A. Fajardo	APROBADO POR: A. Fajardo

Control de Revisiones TCE

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
02/10/2022	VF	Versión aprobada
ELABORADO POR: SMAYD LTDA	REVISADO POR: L. Montenegro	APROBADO POR: E. Bordinon

CONTENIDO

5.	Carcterización del área de influencia	5
5.5.	Servicios ecosistémicos	5
5.5.1.	Unidad mínima de análisis	5
5.5.2.	Identificación y descripción de los Servicios Ecosistémicos	7
5.5.3.	Análisis y relación funcional de los servicios ecosistémicos	19
5.5.4.	Estado de los servicios ecosistémicos	21
5.5.5.	Cuantificación de usuarios de los servicios ecosistémicos	24
5.5.6.	Cualificación de los servicios ecosistémicos	25

Índice de tablas

<i>Tabla 5.5-1 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia ...</i>	6
Tabla 5.5-2 Relación de servicios ecosistémicos y coberturas de la tierra en el área de influencia	8
Tabla 5.5-3 Identificación de Servicios ecosistémicos (SSEE) en el área de influencia del proyecto.....	9
Tabla 5.5-4 Relación de procesos, funciones y servicios ecosistémicos.....	19
Tabla 5.5-5 Criterios de evaluación de los servicios ecosistémicos	21
Tabla 5.5-6 Criterios y valores de calificación empleados en la evaluación de estado.	22
Tabla 5.5-7 Estado actual de los SSEE	23
Tabla 5.5-8 Estado de los servicios ecosistémicos en el área de influencia	23
Tabla 5.5-9 Usuarios de los SSEE en el área de influencia del proyecto.....	25
Tabla 5.5-10 Criterios y valores de calificación empleados en la evaluación.	26
Tabla 5.5-11 Nivel de dependencia de las comunidades sobre de los SSEE.	26
Tabla 5.5-12 Dependencia de las comunidades a los SSEE en el área de influencia	27
Tabla 5.5-13 Cualificación de la dependencia del proyecto sobre los SSEE	27
Tabla 5.5-14 Nivel de dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos	28
Tabla 5.5-15 Nivel de impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos.....	29
Tabla 5.5-16 Motores directos y algunas causas identificadas para Colombia y su equivalencia a los reconocidos a escala global	32
Tabla 5.5-17 Interacciones de las actividades sin proyecto en el área de influencia según su transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.....	32
Tabla 5.5-18 Calificación según influencia de las actividades sin proyecto.....	33
Tabla 5.5-19 Categorías de la tendencia de los SSEE.	33
Tabla 5.5-20 Calificación de la tendencia de los SSEE	34
Tabla 5.5-21 Caracterización general de los servicios ecosistémicos en el área de influencia	37

Índice de figuras

<i>Figura 5.5-1 Coberturas de la tierra en el área de influencia biótica del proyecto</i>	7
---	---

Índice de fotografías

Fotografía 5.5-1 Recolección de agua dulce en tanques de almacenamiento y abrevaderos	10
Fotografía 5.5-2 Aprovechamiento forestal en el área de influencia.....	11
Fotografía 5.5-3 Recursos de biomasa en el área de influencia.....	11
Fotografía 5.5-4 Cultivos transitorios en el área de influencia	12
Fotografía 5.5-5 Plantas medicinales en plantaciones forestales y vegetación secundaria.....	12
Fotografía 5.5-6 Ganadería doble propósito en el área de influencia.....	13
Fotografía 5.5-7 Almacenamiento y captura de carbono de coberturas arbóreas.....	14
Fotografía 5.5-8 Amortiguación de perturbaciones por parte de coberturas vegetales	14
Fotografía 5.5-9 Hábitat para especies en relictos de vegetación natural	15
Fotografía 5.5-10 Regulación de erosión en zonas de pendiente por coberturas vegetales.....	16
Fotografía 5.5-11 Regulación del clima y calidad de aire por coberturas boscosas.....	16
Fotografía 5.5-12 Depuración de agua en cuerpos de agua artificiales y vegetación natural	17
Fotografía 5.5-13 Apicultura (izquierda), diversidad de flores herbáceas (derecha)	18
Fotografía 5.5-14 Ecoturismo en el área de influencia.....	18
Fotografía 5.5-15 Paisaje tradicional en el área de influencia	19
Fotografía 5.5-16 Aplicación de encuestas de servicios ecosistémicos en el área de influencia.....	24

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.5. Servicios ecosistémicos

De acuerdo con (FAO, 2017), los servicios ecosistémicos corresponden a “la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. La biodiversidad es la diversidad existente entre los organismos vivos, que es esencial para la función de los ecosistemas y para que estos presten sus servicios”.

Diferentes iniciativas globales como el Plan Estratégico de la Diversidad Biológica 2011 – 2020 y las Meta Aichi (CHM, 2011), la MEA (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) y la iniciativa TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2011) y diversas producciones académicas han contribuido a avanzar en el estudio de los servicios ecosistémicos, insistiendo en la necesidad de incluir de manera integrar diferentes sistemas de valoración (Rincón, Echeverry, Piñeros, Tapia, & Arias, 2014).

A través del informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) los servicios que prestan los ecosistemas son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles.

5.5.1. Unidad mínima de análisis

En este capítulo se presentan el análisis de servicios ecosistémicos para el Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la Solicitud de la Modificación No. 2 de Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021 y confirmada mediante Resolución No. 1363 del 04 de agosto de 2021, denominada ahora «Modificación No. 2», perteneciente al Proyecto UPME 07-2016 «Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV», (en adelante el Proyecto).

A partir de lo establecido en la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (ANLA, 2018), se establece la necesidad de determinar una unidad de análisis a partir de la cual sea posible cuantificar y analizar los SSEE, la cual puede corresponder a un componente bien sea biótico, abiótico o socioeconómico. En este sentido y considerando los conceptos que enmarcan la definición del área influencia del proyecto, en donde se prevé serán visibles los impactos del proyecto dadas las condiciones sinérgicas de los ecosistemas identificados dentro del área de intervención, se establece que tanto la oferta como la demanda de los SSEE estarán limitadas al área de influencia biótica.

Se utilizó esta área de influencia para determinar las características de los SSEE, así mismo, se determina que es la unidad de cobertura de la tierra la determinante para la oferta de los servicios ecosistémicos, sin desestimar las relaciones bióticas que se establecen en la determinación del ecosistema, por su parte la demanda tomará como referencia la unidad territorial, considerando que a partir de la composición demográfica de estas es posible aproximar la demanda de los SSEE. En la [Tabla 5.5-1](#) se presenta la clasificación de las coberturas del AI biótica de la solicitud de Modificación No. 2.

Tabla 5.5-1 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia

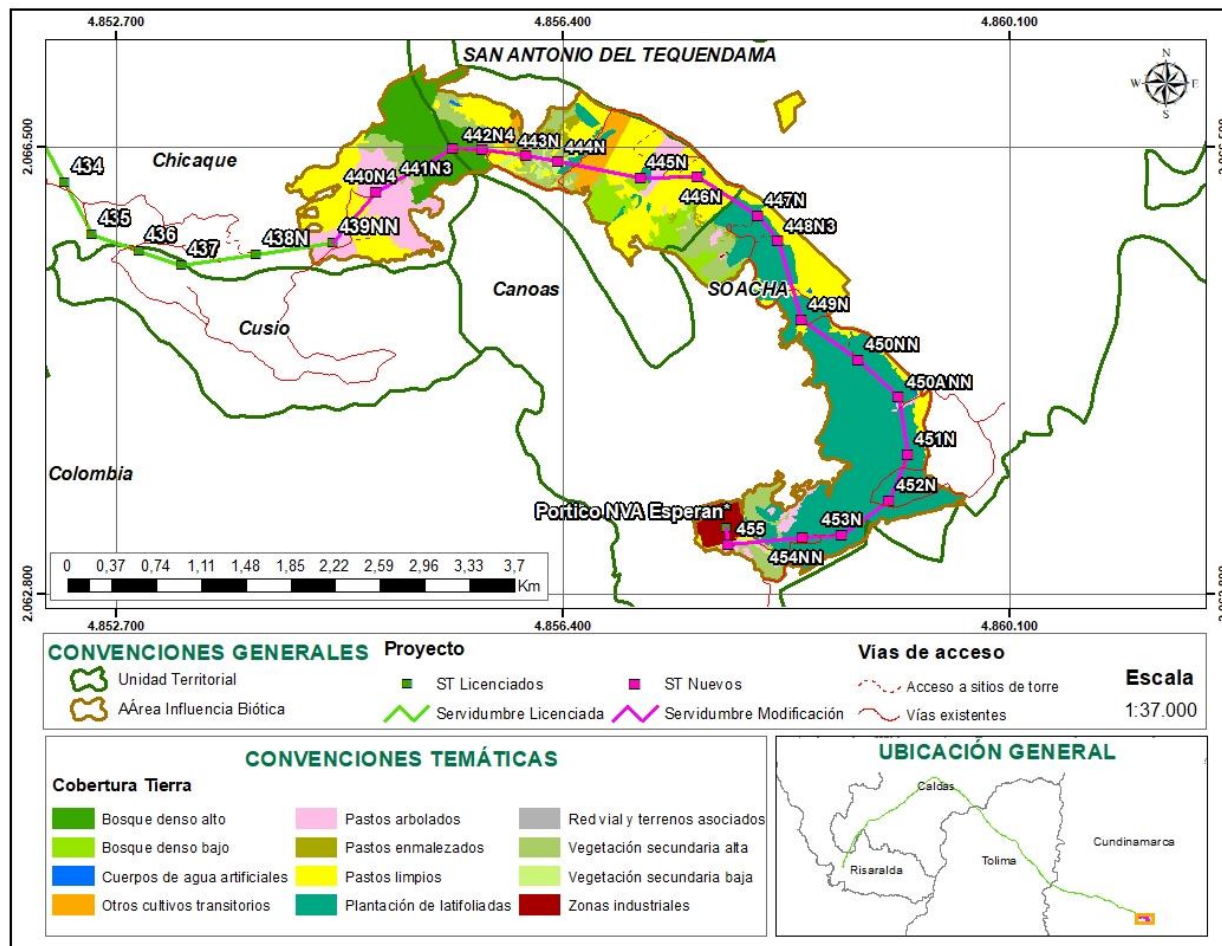
Código	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	Oferta SSEE
1211	Zonas industriales	12,68	2,16%	No
1221	Red vial y terrenos asociados	0,51	0,09%	No
211	Otros cultivos transitorios	15,58	2,65%	Si
231	Pastos limpios	152,95	26,06%	Si
232	Pastos arbolados	55,64	9,48%	Si
233	Pastos enmalezados	9,17	1,56%	Si
3111	Bosque denso alto	51,61	8,79%	Si
3112	Bosque denso bajo	24,04	4,09%	Si
3152	Plantación de latifoliadas	200,86	34,22%	Si
3231	Vegetación secundaria alta	57,81	9,85%	Si
3232	Vegetación secundaria baja	5,46	0,93%	Si
514	Cuerpos de agua artificiales	0,69	0,12%	Si
Total general		587,00	100%	

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Si bien en el área de influencia existen diferentes coberturas de tipo antrópico, la mayoría de coberturas son ofertantes de algún tipo de servicio asociado a la cobertura vegetal ya sea de tipo herbáceo, arbustivo o arbóreo. Las coberturas agrícolas presentan un mínimo de cobertura vegetal asociado a pastos o cultivos generando la oferta limitada de algunos servicios, así mismo las coberturas de mayor desarrollo vegetal como bosque denso alto, bosque denso bajo, vegetación secundaria alto y vegetación secundaria baja son las unidades de análisis que tienen la potencialidad de ofertar servicios ecosistémicos en el área de influencia.

Los fuertes procesos de transformación de los ecosistemas naturales han llevado a la introducción de especies foráneas como Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Acacia Gris (*Acacia melanoxylon*), Acacia Negra (*Acacia decurrens*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), entre otras (POMCA, 2017). Estas especies son de común presencia en zonas rurales o suburbanas en el área de estudio, donde confluyen actividades pecuarias, agrícolas y plantaciones forestal productoras - protectoras. Los procesos de transformación debido al avance de la frontera agroindustrial, la extensión de las ciudades y los monocultivos son algunos de los procesos que amenazan la biodiversidad en la sabana de Bogotá (Calderon, 2017).

Figura 5.5-1 Coberturas de la tierra en el área de influencia biótica del proyecto



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.2. Identificación y descripción de los Servicios Ecosistémicos

En el presente numeral se identifican y analizan los servicios ecosistémicos – SSEE que generan beneficios en el área de influencia del proyecto. De acuerdo con lo anterior, se partió de la identificación de los servicios ecosistémicos, como los componentes de la naturaleza que permiten mantener el equilibrio global, responsable de las condiciones que hacen posible la vida en el planeta. Estos permiten al hombre satisfacer las diferentes necesidades como alimentación, abrigo, resguardo, recreación y esparcimiento.

Para este análisis se tomaron los datos obtenidos en el taller de servicios ecosistémicos para las veredas que hacen parte del área de influencia socioeconómica y se complementaron con los resultados de la caracterización del área de influencia resultante de información primaria y consulta de información secundaria.

Además, se consideró la evaluación ambiental y el capítulo demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, para estimar la dependencia de las comunidades y del proyecto a los servicios ecosistémicos.

Tabla 5.5-2 Relación de servicios ecosistémicos y coberturas de la tierra en el área de influencia

Servicio Ecosistémico / Cobertura	Zonas industriales	Red vial	Otros cultivos transitorios	Pastos limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Bosque denso alto	Bosque denso bajo	Plantación de latifoliadas	Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria baja	Cuerpos de agua artificiales
Agua							✓	✓				✓
Productos forestales maderables					✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Productos forestales no maderables							✓	✓				
Biomasa (Leña, carbón)			✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Plantas medicinales							✓	✓	✓	✓	✓	
Agricultura			✓									
Ganadería				✓	✓	✓						
Almacenamiento y captura de carbono							✓	✓	✓	✓	✓	
Hábitat para especies							✓	✓		✓	✓	
Amortiguación de perturbaciones							✓	✓	✓	✓	✓	
Regulación de la erosión							✓	✓	✓	✓	✓	✓
Regulación del clima y calidad del aire							✓	✓	✓	✓		
Depuración del agua							✓	✓				✓
Polinización y dispersión de semillas						✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Recreación y turismo							✓	✓				
Inspiración cultural y artística				✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Tabla 5.5-3 se relacionan los SSEE identificados en el área de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Los servicios ecosistémicos son vistos como contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de vida.

Los servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia del estudio corresponden a servicios de aprovisionamiento, regulación - soporte y culturales de acuerdo con la clasificación definida por la Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS - IAVH, 2012).

Es importante mencionar, que la zona de ubicación del proyecto presenta procesos de transformación y alteración de ecosistemas naturales; producto de las actividades de expansión urbana, desarrollo económico local y procesos históricos asociados a la transformación de zonas de bosque. En la Tabla

5.5-3 se muestra el listado de servicios ecosistémicos su presencia e identificación en el área de influencia biótica del proyecto.

Tabla 5.5-3 Identificación de Servicios ecosistémicos (SSEE) en el área de influencia del proyecto.

Categoría del SSEE identificado	SSEE identificado	Presencia en el Área
Servicios de aprovisionamiento	Agua	Si
	Productos forestales maderables	Si
	Productos forestales no maderables (PFNM)	No
	Biomasa (leña, carbón)	Si
	Arena y roca	No
	Carnes, pieles y fauna ornamental	No
	Pesca	No
	Ganadería	Si
	Plantas Medicinales	Si
	Agricultura	Si
	Recursos ornamentales	No
Servicios de soporte	Almacenamiento y captura de carbono	Si
	Amortiguación de perturbaciones	Si
	Hábitat para especies	Si
Servicios de regulación	Regulación de la erosión	Si
	Regulación del clima y calidad del aire	Si
	Depuración del agua	Si
	Polinización y dispersión de semillas	Si
Servicios culturales	Recreación y turismo	Si
	Inspiración cultural y artística	Si

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En el área de influencia del proyecto se identificaron diferentes tipos de servicios ecosistémicos producto de la aplicación de encuestas a diferentes pobladores en la zona de estudio y la caracterización de línea base

5.5.2.1. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Según (MADS - IAVH, 2012), los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento corresponden al conjunto de bienes y productos obtenidos de los ecosistemas tales como alimento, productos forestales maderables y no maderables, pieles, carne y fauna ornamental; recursos genéticos, ingredientes naturales, plantas medicinales, productos farmacéuticos y productos cosméticos y agua.

- Agua

A partir de la caracterización biótica y abiótica en el área de influencia del proyecto se identificó la presencia de ecosistemas acuáticos de agua dulce, pozos subterráneos y drenajes superficiales empleados para la obtención del recurso hídrico para consumo humano, animales y regadío de cultivos como se muestra en la Fotografía 5.5-1. En el área de influencia se identificaron 6 manantiales y 2 pozos profundos, adicionalmente se evidenciaron 5 concesiones de agua autorizadas en la subzona hidrográfica Río Bogotá. En la vereda Chicaque del Municipio de San Antonio del Tequendama se identificó un tanque de almacenamiento comunitario con el cual se abastecen algunas viviendas aledañas.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

Fotografía 5.5-1 Recolección de agua dulce en tanques de almacenamiento y abrevaderos



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Productos forestales maderables

Los ecosistemas proporcionan una gran diversidad de materias primas, como la madera, empleada para múltiples usos como la construcción, muebles, postes, vigas, pulpa para papel, entre otros. Ecosistemas naturales y transformados con desarrollo arbóreo son ofertantes de este tipo de servicio de abastecimiento. En el área se encuentran bosques densos y abiertos con diferentes especies vegetales que han sido empleadas durante generaciones para la provisión de materias primas.

En el área de influencia se presentan coberturas de bosque denso alto, bosque denso bajo, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja y plantaciones Forestales de latifoliadas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto común) y *Acacia decurrens* (Acacia gris). Estos proporcionan servicios ecosistémicos como materias primas, entre las que se encuentran la madera, la leña, las fibras y otras.

De acuerdo con los instrumentos utilizados para identificar con las comunidades los servicios ecosistémicos y la información de línea base del presente estudio, se tiene que las actividades extractivas son efímeras en la región. Las especies maderables se utilizan en la construcción o reparación de estructuras utilitarias (corrales), así como elemento de combustión en cocinas domésticas en menor proporción.

Sin embargo, debido a que las coberturas arbóreas están inmersas en áreas de protección especial como el Distrito de manejo integrado Cerro de Manjuí – Salto del Tequendama y la Reserva forestal productora protectora de la cuenca alta del Río Bogotá, estas coberturas no son utilizadas como fuente de obtención de materias primas de manera intensiva por las comunidades, sino más bien como coberturas para la protección y conservación de suelos. En la Fotografía 5.5-2, se muestra algunas actividades de tala selectiva registradas dentro del área de influencia.

Fotografía 5.5-2 Aprovechamiento forestal en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Leña, carbón y biomasa

En esta categoría se clasifican los productos maderables empleados como biocombustibles asociados al uso directo de leña o carbón vegetal y productos secundarios de aprovechamiento forestal como aserrín. En la caracterización socioeconómica no se identificaron economías a partir de biocombustibles de manera industrial, sin embargo, se utiliza carbón vegetal y leña de manera local como se muestra en la Fotografía 5.5-3.

Fotografía 5.5-3 Recursos de biomasa en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Agricultura

Se presenta producción agrícola en las unidades territoriales del área de influencia enfocadas en el autoconsumo y en la comercialización local. Específicamente se presentan cultivos transitorios de hortalizas, cebollas y papá como se muestra en la Fotografía 5.5-4.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

Fotografía 5.5-4 Cultivos transitorios en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Plantas medicinales

Si bien no se evidenció la presencia generalizada de plantas medicinales, algunas personas cosechan las hojas verdes de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y utilizarlas para inhalaciones y desinfección de vías respiratorias. Adicionalmente, se emplean diferentes hierbas o frutos silvestres para el tratamiento de diferentes dolencias, estas materias primas se presentan principalmente en coberturas arborizadas como se muestra en la Fotografía 5.5-5.

Fotografía 5.5-5 Plantas medicinales en plantaciones forestales y vegetación secundaria



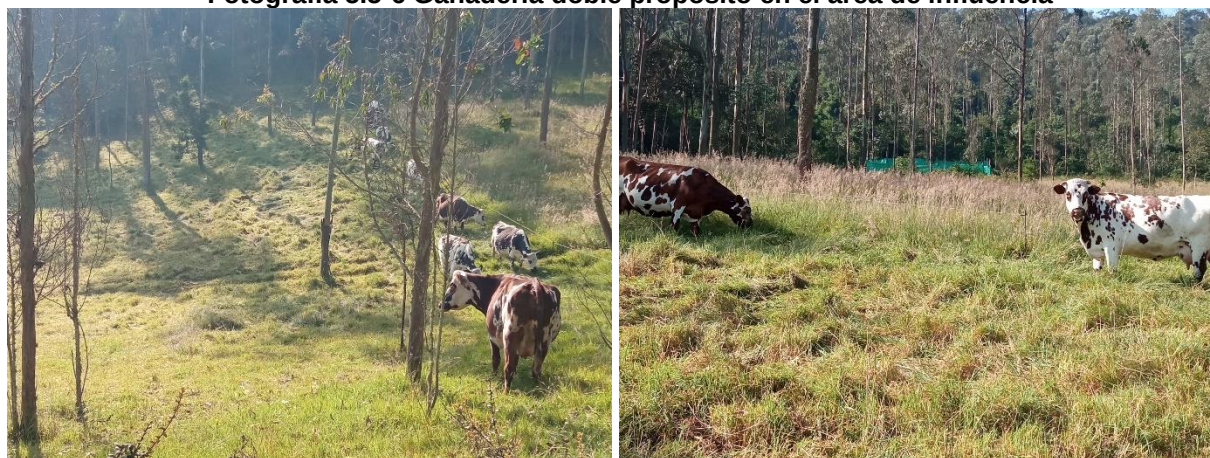
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Ganadería

Los servicios ecosistémicos ofrecidos para el forraje de los animales y como insumos para la ganadería, son quizá los de mayor distribución en el área de influencia asociados a las zonas de pastos. De acuerdo con las encuestas realizadas y la caracterización socioeconómica, se constató actividades pecuarias como

ganado caprino, porcino y en mayor distribución el ganado bovino para ganadería de doble propósito, desarrollados en coberturas de pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados como se muestra en la Fotografía 5.5-6. Adicionalmente, se evidenció la presencia de equinos utilizados como complemento a las actividades agrícolas; específicamente destinados para funciones de carga y transporte.

Fotografía 5.5-6 Ganadería doble propósito en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.2.2. Servicios ecosistémicos de soporte.

Los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas y permiten provisión del resto de los servicios. Estos pueden no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes y la producción primaria.

- Almacenamiento y captura de carbono

Los ecosistemas regulan el clima mundial mediante el almacenamiento de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, cuando los árboles y plantas crecen, capturan dióxido de carbono de la atmósfera y lo retienen eficazmente en sus tejidos (FAO, 2017).

En el área de influencia hay una gran distribución de zonas con vegetación con desarrollo arbóreo, la cual tiene altos niveles de producción primaria con la colonización y proliferación de especies vegetales pioneras que se caracterizan por el desarrollo vegetativo rápido, en estas coberturas encontramos los bosques densos altos, bosques denso bajos, plantaciones forestales, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja como se muestra en la Fotografía 5.5-7.

Fotografía 5.5-7 Almacenamiento y captura de carbono de coberturas arbóreas



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Amortiguación de perturbaciones

Los ecosistemas y los organismos vivos crean amortiguadores contra las catástrofes naturales. Reducen los daños causados por inundaciones, tormentas, avalanchas, desprendimientos de tierras y sequías entre otros. Los fenómenos meteorológicos extremos y las catástrofes naturales representan una amenaza cada vez mayor para los bosques del mundo (FAO, 2017).

Las condiciones de los propios bosques pueden influir en los fenómenos extremos. Por ejemplo, una buena cubierta forestal y una adecuada gestión de los bosques pueden reducir la incidencia y el alcance de inundaciones y desprendimientos de tierras en la zona circundante, en la Fotografía 5.5-8 se muestran algunas coberturas de amortiguación en zonas de ladera con la proliferación de individuos arbóreos en diferentes densidades y diferentes especies

Fotografía 5.5-8 Amortiguación de perturbaciones por parte de coberturas vegetales



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Hábitat para especies

Los ecosistemas naturales proporcionan refugio y hábitat de reproducción de plantas y animales silvestres y, por lo tanto, contribuyen con la conservación (in situ) de la diversidad biológica y genética y procesos evolutivos, en el área de influencia este servicio es ofertado por las coberturas vegetales naturales como bosque denso alto, bosque denso bajo, vegetación secundaria baja y vegetación secundaria alta como se muestra en la Fotografía 5.5-9.

Fotografía 5.5-9 Hábitat para especies en relictos de vegetación natural



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.2.3. Servicios ecosistémicos de regulación

Los servicios de regulación son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

De otro lado, los de soporte son servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y la existencia de los demás servicios ecosistémicos. Estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación del suelo, el ciclado de nutrientes, entre otros (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

- Regulación de la erosión

La cubierta vegetal previene la erosión del suelo y garantiza la fertilidad del suelo mediante procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno. La erosión del suelo es un factor clave en el proceso de degradación de la tierra, pérdida de fertilidad del suelo y desertificación, y contribuye a reducir la productividad de la pesca en los cursos inferiores de los ríos y lagunas. En la zona de estudio este servicio es ofertado por los ecosistemas naturales y seminaturales asociados al desarrollo de cubierta vegetal de tipo herbácea, arbustiva y/o arbórea (véase la Fotografía 5.5-10).

Fotografía 5.5-10 Regulación de erosión en zonas de pendiente por coberturas vegetales



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Regulación del clima y calidad del aire

Los ecosistemas influyen en el clima local y la calidad del aire. Por ejemplo, los árboles proporcionan sombra mientras que los bosques influyen en las precipitaciones y en la disponibilidad de agua, tanto a escala local como regional. En el área de influencia se presenta un clima es frio y seco, con una temperatura entre 10 – 15 °C y una precipitación media de 550 mm al año, que genera un déficit hídrico en la mayoría de los meses del año. Estas condiciones se presentan debido a que las laderas occidentales manifiestan un efecto Foehn, fenómeno evidenciado cuando a las masas de aire se les interpone una cadena montañosa, lo cual hace que estas se enfríen y se condensen en una de las laderas de la montaña (Armenta, 2013), mientras que al descender por el otro costado de la montaña se generan corrientes secas con baja humedad y vientos secos (Brinkmann, 1971) (Hoinka, 1985). Este servicio está asociado a coberturas boscosas de la falla del Tequendama como se muestra en la Fotografía 5.5-11.

Fotografía 5.5-11 Regulación del clima y calidad de aire por coberturas boscosas



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

- Depuración de agua

Algunos ecosistemas como los humedales, zonas pantanosas, bosques y vegetación secundaria filtran efluentes, descomponen residuos mediante la actividad biológica de los microorganismos y eliminan agentes patógenos nocivos (FAO, 2017). Los árboles contribuyen en gran medida al tratamiento de las aguas a través de su sistema radicular y de su función en el ciclo de los nutrientes.

Adicionalmente, coberturas boscosas influyen en la cantidad de agua disponible y en el ciclo temporal del suministro de agua en especial los bosques de niebla ubicados en la falla del Tequendama los cuales por su ubicación orográfica garantiza la condensación de las masas de aire ascendentes por la cuenca media y baja del Río Bogotá y su transición al altiplano de la sabana de Bogotá como se muestra en la Fotografía 5.5-12.

Fotografía 5.5-12 Depuración de agua en cuerpos de agua artificiales y vegetación natural



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Polinización y dispersión de semillas

La fauna silvestre y el viento polinizan las plantas y los árboles, lo cual es fundamental para el desarrollo de las frutas, hortalizas y semillas. La polinización animal es un servicio ecosistémico proporcionado principalmente por los insectos, pero también por algunos pájaros y murciélagos. Las coberturas naturales con flores son importantes hábitats para los polinizadores, proporcionándoles refugio y alimento. Cuando en un bosque hay suficientes polinizadores, se produce una mejor dispersión de semillas que da lugar a regeneración de los árboles y conservación de la biodiversidad del bosque.

En los agroecosistemas, los polinizadores son vitales para la producción hortícola y de forraje, así como para la producción de semillas de numerosos cultivos de raíces y fibras. Algunos polinizadores como las abejas, los pájaros y algunos mamíferos se evidenciaron en el área de influencia como el *Sporathraupis cyanocephala* (Azulejo montañero) y la *Sciurus granatensis* (Ardilla colorada).

Adicionalmente, en el área de influencia se evidenciaron algunas áreas empleadas para el desarrollo de actividades de apicultura como se muestra en la Fotografía 5.5-13.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

Fotografía 5.5-13 Apicultura (izquierda), diversidad de flores herbáceas (derecha)



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.2.4. Servicios ecosistémicos culturales

Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, fortalecimiento cultural y tradicional, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

- Recreación y turismo

Estos servicios dentro del área de influencia del proyecto se asocian a aquellos lugares que por su paisaje o por la presencia de flora y fauna se perciben como zonas de importancia ecoturística, aspecto que refleja gran interés de conservación para la comunidad del área de influencia como se muestra en la Fotografía 5.5-14 algunos sitios de recreación ecoturística.

Fotografía 5.5-14 Ecoturismo en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Inspiración cultural y artística

La naturaleza es un elemento común en todos los asentamientos humanos. El patrimonio natural, el sentimiento espiritual de pertenencia, el conocimiento tradicional y las costumbres conexas son importantes para crear un sentido de pertenencia con el territorio (FAO, 2017). En el área de influencia se caracteriza por un paisaje de montaña andino como se muestra en la Fotografía 5.5-15 el cual hace parte de las costumbres y vivencias de los pobladores de la región.

Fotografía 5.5-15 Paisaje tradicional en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.3. Análisis y relación funcional de los servicios ecosistémicos

Adicionalmente, se analizaron las relaciones entre procesos ecosistémicos, funciones ecosistémicas, estructuras biológicas y SSEE, donde se señalan qué procesos permiten el desarrollo de qué funciones, qué funciones se vinculan a qué estructuras y qué estructuras proveen cuales SSEE.

Esta información se relaciona con lo descrito en el numeral 5.5.2 Identificación y descripción de los Servicios Ecosistémicos, en el cual se asocia la unidad mínima de análisis (coberturas de la tierra de tipo natural o semi natural) y su incidencia en la oferta de servicios ecosistémicos en la zona de estudio. En la Tabla 5.5-4 se muestra la relación de procesos, funciones y servicios ecosistémicos identificados.

Tabla 5.5-4 Relación de procesos, funciones y servicios ecosistémicos

Cobertura de la tierra	Procesos ecosistémicos	Función ecosistémica	Servicios ecosistémicos
Otros cultivos transitorios (2.1.1)	La seguridad alimentaria, la diversidad de la alimentación, la nutrición humana y los precios de los alimentos dependen fuertemente de las dinámicas ecosistémicas. La agricultura es un gran consumidor de agua y al mismo tiempo ejerce una importante influencia en la regulación del flujo de agua.	Producción de alimentos	Biomasa y Agricultura

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

Cobertura de la tierra	Procesos ecosistémicos	Función ecosistémica	Servicios ecosistémicos
Pastos limpios (2.3.1) Pastos Arbolados (2.3.2) Pastos enmalezados (2.3.3)	Desarrollo de cubierta vegetal del suelo, alimento para ganado, provisión temporal de hábitats y alimento para especies de faunísticas. Los pastizales son un importante hábitat para los polinizadores cuando son gestionados de manera sostenible.	Producción de alimentos para ganadería	Biomasa y Ganadería
Bosques denso alto (3.1.1.1.) Bosque denso bajo (3.1.2.1)	La cubierta vegetal previene la erosión del suelo y garantiza la fertilidad del suelo mediante procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno. La erosión del suelo es un factor clave en el proceso de degradación de la tierra, pérdida de fertilidad del suelo y desertificación, y contribuye a reducir la productividad de la pesca en los cursos inferiores de los ríos.	Transferencia de información genética de la biota vegetal para garantizar la diversidad y la continuidad de los ecosistemas	Madera, Leña, Biomasa, Plantas medicinales, Regulación de la erosión, Polinización y dispersión de semillas, Almacenamiento y captura de carbono, Amortiguación de perturbaciones, Hábitat para especies, Regulación del clima y calidad del aire
	Las oportunidades recreativas basadas en la naturaleza desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud mental y física (por ejemplo, caminar y practicar deportes en parques y espacios verdes).	Oportunidades recreativas, ambiente sano y zonas de esparcimiento	Recreación y turismo, Inspiración cultural y artística
Plantación de latifoliadas (3.1.5.2)	Desarrollo de biomasa área vegetal, cubierta vegetal del suelo, las cubiertas boscosas influyen en la cantidad de agua disponible y en el ciclo temporal del suministro de agua. Se desarrollan en la cubierta de copas, en la superficie y bajo la superficie del suelo: una combinación de intercepción, transpiración, evaporación, evapotranspiración e infiltración.	Provisión de recursos naturales, prevención de riesgos y equilibrio ecológico	Madera, Leña, Biomasa, Plantas Medicinales, Regulación de la erosión, Regulación del clima y calidad del aire, Almacenamiento y captura carbono, Amortiguación de perturbaciones, Polinización y dispersión de semillas
Vegetación secundaria alta (3.2.3.1) Vegetación secundaria baja (3.2.3.2)	Proveedor de biomasa en diferentes tipos de sucesión, desarrollo de plantas medicinales, el fortalecimiento de su diversidad florística puede ser enormemente beneficioso para los insectos polinizadores. Algunos estudios han demostrado que cuanto más se parece un sistema agrícola a un bosque natural en su estructura de cubierta, espaciado de árboles y cubierta vegetal, menos posibilidades hay de erosión del suelo.	Producción de alimentos para ganadería, biomasa y plantas medicinales	Madera y Leña, Biomasa, Ganadería, Plantas Medicinales, Regulación de la erosión, Amortiguación de perturbaciones, Almacenamiento y captura carbono, Hábitat para especies, Polinización y dispersión de semillas

Cobertura de la tierra	Procesos ecosistémicos	Función ecosistémica	Servicios ecosistémicos
Cuerpos de agua artificiales (5.1.4)	Desempeñan un papel fundamental en el suministro y almacenamiento de agua dulce. La vegetación acuática no solo filtra y limpia el agua, sino que también contribuye a evitar la sedimentación y mitigar el riesgo de desprendimientos de tierra.	Provisión de agua, regulación de fenómenos climáticos. Depuración de contaminantes	Agua, Regulación de la erosión, Depuración del agua

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.4. Estado de los servicios ecosistémicos

Para la evaluación del estado actual de los servicios ecosistémicos identificados se llevó a cabo una evaluación cuantitativa y cualitativa de indicadores basados en los resultados obtenidos de la caracterización de línea base del área de influencia. Para este ejercicio, se tomará como base la metodología propuesta por (Castañeda, 2013) para la evaluación del estado actual de los servicios ecosistémicos y dependencia de las comunidades.

En la Tabla 5.5-5 se muestran los criterios de evaluación de los servicios ecosistémicos identificados en la zona de estudio del proyecto, indicando cuáles de ellos aplican para el estado actual de los ecosistemas (véase la columna Tipo).

Tabla 5.5-5 Criterios de evaluación de los servicios ecosistémicos

Criterio	Descripción	Tipo
Dimensión	Medio en el que sobresale la potencialidad de un ecosistema dependiendo del bienestar humano que brinda, se atañe el hecho de que son vitales para la mantener el beneficio. Se encuentran: <u>Económica</u>: Son representativos cuando los beneficios obtenidos son producto de procesos productivos, industriales y agropecuarios que generan ganancia para una población <u>Social</u>: Relevantes cuando hacen parte de la identidad, creencias o recreación de una comunidad. <u>Ambiental</u>: Importantes, cuando se reconocen las funciones en cuanto al mantenimiento de la vida, la biodiversidad y la protección y conservación de ecosistemas estratégicos y los recursos que de allí se obtienen.	Conceptual
Cobertura	Se refiere al área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico. La calificación puede ser: <u>Puntual</u>: Cuando el beneficio se halla muy localizado, y no va más allá del área donde se produce. <u>Local</u>: Cuando el beneficio se extiende más allá de donde se genera, en ese caso se introduce a nivel de localidad, vereda, casco urbano y/o municipio. <u>Regional</u>: Cuando el beneficio obtenido se traslada a otras poblaciones o municipios adyacentes.	Estado Actual
Oferta	Cantidad de elementos benéficos para el hombre provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumple y el servicio que provee. La calificación está dada a partir de tres niveles: <u>Baja</u>: Cuando los elementos benéficos tienden a ser homogéneos, reduciendo el nivel de oferta. <u>Media</u>: Cuando se encuentran diferencias entre uno y otro elemento, y el nivel de oferta se regula.	Estado Actual

Criterio	Descripción	Tipo
	<u>Alta</u>: Cuando existe heterogeneidad entre los elementos, lo que amplía la oferta del ecosistema.	
Permanencia	Corresponde al tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un eco-servicio. La calificación se establece de la siguiente manera: <u>Corto plazo</u>: Cuando el beneficio transcurre en un tiempo inferior a 1 año. <u>Mediano plazo</u>: Cuando el beneficio se presenta en un periodo de tiempo de 1 a 5 años. <u>Largo plazo</u>: Cuando el beneficio permanece por más de 10 años.	Estado Actual
Periodicidad	Es la regularidad con la que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema. La calificación propuesta es: <u>Periódico</u>: Cuando la manifestación del beneficio es de forma recurrente o cíclica. <u>Discontinuo</u>: Cuando el beneficio se presenta de manera irregular o impredecible. <u>Continuo</u>: Cuando el beneficio se manifiesta constante en el tiempo.	Dependencia de las comunidades
Nivel de satisfacción	El nivel de satisfacción es el grado en que se suple una necesidad humana a través del bienestar propiciado por un eco-servicio. Se presenta así: <u>Nulo</u>: Cuando no se cubre ninguna de las necesidades requeridas por un grupo social o individuo. <u>Parcial</u>: Cuando las necesidades humanas no son cubiertas en su totalidad, pero se trabaja en las más prioritarias. <u>Total</u>: Cuando se cubre la totalidad de las necesidades manifestadas por una comunidad o individuo.	Dependencia de las comunidades

Fuente: Adaptado de (Castañeda, 2013) por SMAYD LTDA., 2022.

Específicamente para la evaluación del estado de los servicios ecosistémicos se utilizaron los criterios de cobertura, oferta y permanencia; las escalas de calificación para los criterios van de 1 a 10, siendo 1 el valor más bajo y 10 el más significativo (véase la Tabla 5.5-6).

Tabla 5.5-6 Criterios y valores de calificación empleados en la evaluación de estado.

Criterio	Símbolo	Calificación	Valor
Cobertura	Co	Puntual	1
		Local	5
		Regional	10
Oferta	Of	Baja	1
		Media	5
		Alta	10
Permanencia	Pem	Corto plazo (< 1 año)	1
		Mediano plazo (1-5 años)	5
		Largo plazo (> 10 años)	10

Fuente: Adaptado de (Castañeda, 2013) por SMAYD LTDA., 2022.

Por consiguiente, el estado actual de los SSEE resulta de sumar los indicadores de cobertura, oferta y permanencia según lo relacionado en la Ecuación 1. Este valor, cuyo total que estará en un rango de 3 a 30, se interpreta en tres niveles de Estado: Bajo, Medio y Alto, tal como se detalla en la Tabla 5.5-7. Donde, E = Estado; Co = Cobertura; Of = Oferta; Pem = Permanencia.

$$E = Co + Of + Pem \text{ (Ecuación 1)}$$

Tabla 5.5-7 Estado actual de los SSEE

Estado	Valor
<u>Bajo</u> El servicio ecosistémico se encuentra en mal estado, ya sea por problemáticas de contaminación, baja diversidad, composición poco diversa o estructura muy simple del ecosistema. La cobertura es puntual o local, la oferta de servicios es baja o media, y la permanencia de los efectos del servicio podría perderse en el corto plazo.	3-10
<u>Medio</u> El estado actual del servicio ecosistémico es regular, su cobertura es de alcance local, la oferta del servicio baja o media y su permanencia de corto o mediano plazo	11-20
<u>Alto</u> El estado actual del servicio ecosistémico es bueno, brinda una cobertura local o regional, su oferta es media o alta debido a la diversidad del ecosistema y por lo tanto, es de esperar que la permanencia de sus efectos sea de mediano a largo plazo	21-30

Fuente: Adaptado de (Castañeda, 2013) modificada por SMAYD LTDA., 2022.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta indicadores cuantitativos según la caracterización de línea base, estructura, composición y función de ecosistemas naturales y transformados, y actividades económicas desarrolladas en el área de influencia del proyecto.

En general, los ecosistemas transformados del área de influencia del proyecto presentan una oferta muy limitada de SSEE, debido a que se encuentran en un nivel de estado actual “Bajo” o “Medio”, solamente los servicios de ganadería y agricultura presentan estado “alto” (véase la Tabla 5.5-8).

Tabla 5.5-8 Estado de los servicios ecosistémicos en el área de influencia

SSEE	Cobertura	Oferta	Permanencia	Suma	Estado
Agua	5	5	5	15	Medio
Productos forestales maderables	1	10	5	16	Medio
Biomasa (Leña, carbón)	1	5	1	7	Bajo
Plantas medicinales	1	5	1	7	Bajo
Agricultura	5	5	5	15	Medio
Ganadería	5	5	10	20	Alto
Almacenamiento y captura de carbono	10	10	10	30	Alto
Hábitat para especies	10	5	10	25	Alto
Amortiguación de perturbaciones	5	5	5	15	Medio
Regulación de la erosión	5	10	10	25	Alto
Regulación del clima y calidad del aire	10	10	5	25	Alto
Depuración del agua	5	5	5	15	Medio
Polinización y dispersión de semillas	1	5	5	11	Medio
Recreación y turismo	5	5	1	11	Medio
Inspiración cultural y artística	5	5	5	15	Medio

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.5. Cuantificación de usuarios de los servicios ecosistémicos

La cuantificación de usuarios se basó en preguntar sobre elementos ambientales, su uso e importancia para la comunidad. Todo esto en relación directa a los SSEE y las funciones que prestan. Los resultados de las encuestas permiten evidenciar el conocimiento local sobre los SSEE presentes y la importancia para las comunidades en el área de influencia. Además, evidencia el número de beneficiados que se extrapoló con la información oficial de población por vereda en la caracterización social del presente estudio.

En las 4 veredas del área de influencia socioeconómica se presenta un total de 845 personas, distribuidas en 329 viviendas, la relación de población por vereda es de esta forma: vereda Cusbio 222 personas y 90 viviendas, vereda Chicaque 469 personas y 180 viviendas, vereda Cascajal 114 personas y 49 viviendas, y vereda Canoas 40 personas y 10 viviendas.

Con esta población objetivo se llevaron a cabo 17 encuestas prediales y 7 encuestas específicas relacionadas con los servicios ecosistémicos apoyadas con las 9 encuestas de evaluación de paisaje que brindan una noción general de la relación del ecosistema con los pobladores locales. En la Fotografía 5.5-16 se evidencia los encuentros que se llevaron a cabo de manera personalizada con habitantes del área de influencia.

Fotografía 5.5-16 Aplicación de encuestas de servicios ecosistémicos en el área de influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

El promedio de tiempo de residencia en el área de influencia por parte de los entrevistados fue de 47,48 años, sin embargo, en las zonas cercanas a centros poblados como Soacha con alto índice de población flotante es donde se registraron los tiempos de residencia más pequeños con 4 años.

En la Tabla 5.5-9 se muestra la cuantificación poblacional de los usuarios de servicios ecosistémicos con base a la información de caracterización demográfica y a las encuestas aplicadas, determinada por cada una de las veredas y municipios dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 5.5-9 Usuarios de los SSEE en el área de influencia del proyecto

Servicio ecosistémico identificado	San Antonio de Tequendama		Soacha		Total (personas)
	Vda. Cubsio	Vda. Chicaque	Vda. Cascajal	Vda. Canoas	
Agua *		84	28	16	128
Productos forestales maderables		469	180	114	763
Biomasa (Leña, carbón)		469		114	583
Plantas medicinales		469	180	114	763
Agricultura			180		180
Ganadería		469	180	114	763
Almacenamiento y captura de carbono	222	469	180	114	985
Hábitat para especies	222	469	180	114	985
Amortiguación de perturbaciones	222	469	180	114	985
Regulación de la erosión	222	469	180	114	985
Regulación del clima y calidad del aire	222	469	180	114	985
Depuración del agua	222	469	180	114	985
Polinización y dispersión de semillas	222	469	180	114	985
Recreación y turismo		469	180		649
Inspiración cultural y artística	222	469	180	114	985

* Número de usuarios por vereda determinando un promedio de 4 habitantes por usuario identificado

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.6. Cualificación de los servicios ecosistémicos

Una vez identificados los SSEE y cuantificados los usuarios de cada uno de los servicios ecosistémicos, se cualificaron los siguientes aspectos teniendo en cuenta la metodología empleada.

5.5.6.1. Dependencia de las comunidades sobre los servicios ecosistémicos

En la Tabla 5.5-12 se presenta la dependencia de las comunidades sobre los servicios ecosistémicos de los que se benefician en el área de influencia del proyecto. Cabe aclarar que en este caso el criterio de “dimensión” no es calificable de manera cuantitativa, sino simbólica, pues la idea es resaltar el medio en el que sobresale el bienestar obtenido de un ecosistema, a nivel ambiental, social o económico. Entre las dimensiones evaluadas se encuentran:

- **Económica:** Son representativos cuando los beneficios obtenidos son producto de procesos productivos, industriales y agropecuarios que generan ganancia para una población
- **Social:** Relevantes cuando hacen parte de la identidad, creencias o recreación de una comunidad.
- **Ambiental:** Importantes, cuando se reconocen las funciones en cuanto al mantenimiento de la vida, la biodiversidad y la protección y conservación de ecosistemas estratégicos y los recursos que de allí se obtienen.

Al implementar la herramienta, la interpretación de los resultados permitirá conocer el nivel de importancia que un determinado ecosistema alcanza para una comunidad específica de acuerdo con la satisfacción de sus necesidades y el bienestar brindado. Los criterios de valoración tienen en cuenta la evaluación utilizada para la determinación del estado actual, adicionando criterios de dependencia de las comunidades como periodicidad y nivel de satisfacción (véase la Tabla 5.5-10).

Tabla 5.5-10 Criterios y valores de calificación empleados en la evaluación.

Criterio	Símbolo	Calificación	Valor
Dimensión	-	Económico	-
		Sociocultural	-
		Ambiental	-
Cobertura	Co	Puntual	1
		Local	5
		Regional	10
Oferta	Of	Baja	1
		Media	5
		Alta	10
Permanencia	Pem	Corto plazo (< 1 año)	1
		Mediano plazo (1-5 años)	5
		Largo plazo (> 10 años)	10
Periodicidad	Per	Periódico	1
		Discontinuo	5
		Continuo	10
Nivel de satisfacción	NS	Nula	1
		Parcial	5
		Total	10

Fuente: Adaptado de (Castañeda, 2013) por SMAYD LTDA., 2022.

Por consiguiente, el nivel de dependencia e importancia para las comunidades resulta de sumar los indicadores de cobertura, oferta, permanencia, periodicidad y nivel satisfacción; el valor numérico que arroja la ecuación (2) se convierte luego en una expresión que indica el grado de significancia de un eco-servicio; cuyo valor estará considerado en un rango de 5 a 50, tal y como se detalla en la Tabla 5.5-11.

$$I = Co + Of + Pem + Per + NS \text{ (Ecuación 2)}$$

Tabla 5.5-11 Nivel de dependencia de las comunidades sobre de los SSEE.

Dependencia	Valor
<u>Baja</u> Servicio ecosistémico con una cobertura puntual o local, oferta baja del servicio, corto plazo en la permanencia de los efectos del servicio, periodicidad discontinua o intermitente y un nivel de satisfacción nulo o parcial frente al servicio.	5-19
<u>Media</u> Servicio ecosistémico con una cobertura local, oferta media, mediado plazo en la permanencia de los efectos del servicio, periodicidad discontinua o intermitente, y nivel de satisfacción parcial para la comunidad.	20-35
<u>Alta</u> Servicio ecosistémico de cobertura regional y alta oferta, largo plazo en la permanencia de los efectos del servicio, periodicidad continua y nivel de satisfacción total de la comunidad.	36-50

Fuente: Adaptado de (Castañeda, 2013) por SMAYD LTDA., 2022.

En la Tabla 5.5-12 se muestra la evaluación de los criterios y la dependencia de las comunidades frente a los servicios ecosistémicos identificados. El método de evaluación tiene una gran importancia para establecer comparaciones escalares de tiempo y espacio, pues bien, se sabe que tanto la provisión de servicios y los beneficios obtenidos de ellos pueden variar conforme a las dinámicas del entorno.

La aplicación de encuestas a habitantes de la zona permitió conocer la visión que tienen los pobladores rurales ante los beneficios que obtiene de los ecosistemas, y que identificaran cuales ecosistemas por sus características y poder de resiliencia pueden mantener el flujo de servicios, o cuales por sus potencialidades se consideran estratégicos.

Tabla 5.5-12 Dependencia de las comunidades a los SSEE en el área de influencia

Categoría	SSEE	Dimensión	Cobertura	Oferta	Permanencia	Periodicidad	Nivel de satisfacción	Sumatoria	Categoría
Servicios de aprovisionamiento	Agua	Económica	5	5	5	5	5	25	Media
	Productos forestales maderables	Económica	1	10	5	1	5	22	Media
	Biomasa (Leña, carbón)	Económica	1	5	1	5	5	17	Baja
	Plantas medicinales	Social	1	5	1	5	5	17	Baja
	Agricultura	Económica	5	5	5	5	5	25	Media
	Ganadería	Económica	5	5	10	10	5	35	Alta
Servicios de soporte	Almacenamiento y captura de carbono	Ambiental	10	10	10	5	1	36	Alta
	Hábitat para especies	Ambiental	10	5	10	5	1	31	Media
	Amortiguación de perturbaciones	Ambiental	5	5	5	10	5	30	Media
Servicios de regulación	Regulación de la erosión	Ambiental	5	10	10	5	1	31	Media
	Regulación del clima y calidad del aire	Ambiental	10	10	5	10	5	40	Alta
	Depuración del agua	Ambiental	5	5	5	5	1	21	Media
	Polinización y dispersión de semillas	Ambiental	1	5	5	10	5	26	Media
Servicios culturales	Recreación y turismo	Social	5	5	1	5	5	21	Media
	Inspiración cultural y artística	Social	5	5	5	10	5	30	Media

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.6.2. Dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos

Para evaluar el grado de dependencia del proyecto en relación con los SSEE se analizaron los requerimientos de los recursos (Capítulo 7. Demanda de recursos naturales) que el proyecto necesita para su construcción y operación, diferenciando si la dependencia es alta, media o baja según lo descrito en la Tabla 5.5-13.

Tabla 5.5-13 Cualificación de la dependencia del proyecto sobre los SSEE

Dependencia	Descripción
Alta	Las actividades que hacen parte integral y central del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
Media	Algunas actividades secundarias asociadas al proyecto dependen directamente del servicio ecosistémico, pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
Baja	Las actividades principales o secundarias no dependen directamente del servicio ecosistémico

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

A partir de las necesidades de demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales para la ejecución del proyecto, se identificó que la construcción y puesta en marcha del proyecto no depende directamente de los servicios ecosistémicos ofrecidos por el territorio salvo el servicio ecosistémico de agua para la provisión de agua potable y de servicio. Gracias a su ubicación estratégica en el territorio, mucho de los

SSEE demandados por el proyecto pueden ser ofertados por terceros; sin embargo, el proyecto depende de algunos servicios de regulación y soporte como depuración de agua, regulación de clima y calidad de aire, y regulación de la erosión (véase la Tabla 5.5-14).

Tabla 5.5-14 Nivel de dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos

Demanda, uso o aprovechamiento	Tipo de SSEE	Descripción	Nivel de dependencia
Provisión de agua potable y de servicio	Aprovisionamiento	Captación y ocupaciones de cauce	Baja
Disposición de aguas residuales (vertimiento)	Regulación	Depuración de agua	Nula
Aprovechamiento forestal	Aprovisionamiento	Madera	Nula
Regulación del clima local y calidad del aire	Regulación	Regulación del clima y Calidad del aire	Nula
Regulación de la erosión	Regulación	Control de erosión en movimiento de tierras	Baja
Amortiguación de perturbaciones	Soporte		Baja

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos en general es baja, debido a que la mayoría de la demanda, uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales se focalizará a través de terceros en el caso del abastecimiento de agua, ya que no se requerirá captar aguas superficiales de fuentes naturales y la ubicación del proyecto garantiza la que la demanda sea cubierta a través de la compra de agua en bloque a acueductos o distribuidores autorizados.

Adicionalmente, no se requerirá puntos de ocupación de cause, no se solicitará permiso de exploración ni concesión de aguas subterráneas, al igual que no se generará ningún tipo de vertimiento ni doméstico o industrial. Finalmente, el proyecto requerirá aprovechamiento forestal para la instalación y construcción de algunas estructuras y servidumbres, sin embargo, el proyecto no depende del abastecimiento de este servicio ecosistémico.

Debido a que, muchas de las estructuras están ubicadas en zonas de alta montaña y con alta pendiente el proyecto tiene una baja dependencia al servicio ecosistémico de regulación de la erosión y amortiguación de perturbaciones, en el sentido de protección y conservación de las estructuras en un posible evento natural de movimiento de tierras o erosión superficial.

5.5.6.3. Nivel de impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos

La identificación de los impactos y la valoración cualitativa sobre los servicios ecosistémicos se determinó acorde a los impactos identificados en el escenario con proyecto desarrollado en el capítulo 8. Evaluación ambiental. En la Tabla 5.5-15 se indica el nivel del impacto del proyecto sobre los SSEE identificados, para ello se calificó si hay una relación negativa o positiva generan una valoración de -1 o +1.

La calificación general del nivel de impacto aseguró la trazabilidad y concordancia de las categorías de nivel de significancia de los impactos ambientales utilizados en la evaluación ambiental con unos rangos de 0 a -4 irrelevante, -5 a -9 moderado, -10 a -14 severo y < -15 crítico.



Tabla 5.5-15 Nivel de impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos

Etapas	ID	SSEE	Agua	Productos forestales maderables	Biomasa (Leña, carbón)	Plantas medicinales	Agricultura	Ganadería	Almacenamiento y captura de carbono	Hábitat para especies	Amortiguación de perturbación	Regulación de la erosión	Regulación del clima y calidad del agua	Depuración del agua	Polinización y dispersión de semillas	Recreación y turismo	Inspiración cultural y artística
PRE CONSTRUCCIÓN	1	Información, comunicación y participación de las comunidades al inicio del proyecto															
	2	Verificación del replanteo y plantillado															
	3	Contratación de mano de obra (calificada y no calificada)															
	4	Gestión de servidumbres															
CONSTRUCCIÓN	5	Adecuación de zonas de uso temporal, plazas de tendido y patios de almacenamiento		-1	-1	-1		-1	-1							-1	-1
	6	Adecuación y mantenimiento de vías usadas por el proyecto										-1				1	
	7	Conformación de corredores de accesos nuevos		-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	
	8	Movilización de personal										-1				-1	
	9	Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por transporte vehicular										-1				-1	
	10	Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por						-1									

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Etapa	ID	SSEE	Agua	Productos forestales maderables	Biomasa (Leña, carbón)	Plantas medicinales	Agricultura	Ganadería	Almacenamiento y captura de carbono	Hábitat para especies	Amortiguación de perturbación	Regulación de la erosión	Regulación del clima y calidad del agua	Depuración del agua	Polinización y dispersión de semillas	Recreación y turismo	Inspiración cultural y artística
		transporte en semoviente															
	11	Movilización de materiales, equipos, suministros y estructuras por teleférico															-1
	12	Movilización de materiales, suministros, estructuras y riego por helicóptero											-1		-1	-1	-1
	13	Operación de maquinaria en la línea											-1			-1	
	14	Remoción de la cobertura vegetal	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	15	Descapote					-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1			-1
	16	Excavación y explanación en sitios de torre									-1	-1					
	17	Cimentación, relleno y compactación en los sitios de torre									-1	-1					
	18	Montaje y vestida de estructuras															-1
	19	Tendido del cable								-1					-1	-1	-1
	20	Reconformación y empradización de los sitios de torre, zonas de uso temporal y plazas de tendido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Etapa	ID	SSEE	Agua	Productos forestales maderables	Biomasa (Leña, carbón)	Plantas medicinales	Agricultura	Ganadería	Almacenamiento y captura de carbono	Hábitat para especies	Amortiguación de perturbación	Regulación de la erosión	Regulación del clima y calidad del	Depuración del agua	Polinización y dispersión de semillas	Recreación y turismo	Inspiración cultural y artística
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	21	Energización y transmisión de energía								-1							
	22	Mantenimiento de estructuras, aisladores y herrajes en la línea															
	23	Mantenimiento de la servidumbre		-1	-1	-1			-1	-1	-1				-1		
DESMANTELAMIENTOS Y ABANDONO	24	Desmantelamiento de conductores, cable de guarda, cadenas de aisladores y demás infraestructura asociada al proyecto														1	1
	25	Demolición de las cimentaciones o bases de las torres									1						1
	26	Restauración del sitio de torre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Suma			0	-2	-2	-2	0	-3	-3	-4	-3	-3	-5	-1	-3	-2	-3
Categoría			Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.5.6.4. Tendencia de los servicios ecosistémicos

La acción directa de las actividades humanas sobre la biodiversidad ha ocasionado que se superen, o se esté cerca de superar, los límites de transformación o extracción de los sistemas socio ecológicos, superando umbrales de estabilidad, donde el bienestar y la supervivencia humanas se están viendo amenazados (MADS - IAVH, 2014). Estas presiones actúan como motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad (véase la Tabla 5.5-16), y su acción solitaria y/o combinada ha originado los escenarios ambientales actuales y marcan una tendencia.

Tabla 5.5-16 Motores directos y algunas causas identificadas para Colombia y su equivalencia a los reconocidos a escala global

Motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos identificados a escala global (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)	Motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos identificados a escala nacional y sus expresiones en Colombia (MADS - IAVH, 2014)
1. Transformación y pérdida de ecosistemas y hábitats naturales	MOTOR 1. Cambios en el uso del territorio (continental o acuático), su ocupación y la fragmentación de sus ecosistemas. -Transformación directa y pérdida de ecosistemas naturales o semi - naturales. -Transformación de sistemas productivos que mantienen elementos y procesos de la biodiversidad. -Desarrollo de infraestructura. -Represamientos y cambios de cursos de agua.
2. Sobre - explotación	MOTOR 2. Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas. -Sobreutilización de poblaciones de especies. -Degradación de ecosistemas. -Pérdida de diversidad genética de cultígenos y variedades
3. Invasiones biológicas	MOTOR 3. Invasiones biológicas -Introducción y trasplante de especies -Introducción y liberación de Organismos Vivos Modificados (OVM)
4. Contaminación	MOTOR 4. Contaminación y toxificación -Contaminación orgánica de aguas y suelos. -Contaminación química y otra (aire, suelo y agua).
5. Cambio climático	MOTOR 5. Cambio Climático

Fuente: Política Nacional para la gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (MADS - IAVH, 2014).

Para determinar la tendencia de los SSEE, se analizaron las actividades sin proyecto identificadas en el área de influencia según su contribución directa o indirecta como motor de transformación y pérdida de biodiversidad en los ecosistemas ofertantes de SSEE (véase la Tabla 5.5-17).

Tabla 5.5-17 Interacciones de las actividades sin proyecto en el área de influencia según su transformación y pérdida de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Actividades sin proyecto	Motor 1. Cambios de uso	Motor 2. Sobre explotación	Motor 3. Invasiones biológica	Motor 4. Contaminación	Motor 5. Cambio climático
Agroindustria	Indirecto	Directo		Directo	Indirecto

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

Actividades sin proyecto	Motor 1. Cambios de uso	Motor 2. Sobre explotación	Motor 3. Invasiones biológica	Motor 4. Contaminación	Motor 5. Cambio climático
Industria	Indirecto			Directo	Directo
Transmisión y distribución de energía eléctrica	Indirecto				
Ganadería extensiva	Directo	Directo		Indirecto	Indirecto
Actividad agrícola	Directo	Directo	Indirecto		Indirecto
Plantaciones forestales		Indirecto (+)	Indirecto		Directo (+)
Aprovechamiento de agua subterránea		Indirecto			Indirecto
Aprovechamiento de agua superficial	Indirecto	Directo		Indirecto	Indirecto
Tránsito vehicular	Indirecto			Directo	Directo
Ecoturismo y paisajismo	Indirecto (+)	Indirecto (+)			
Extracción de minerales y materiales	Directo	Directo		Indirecto	Indirecto
Disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos			Directo	Directo	Indirecto

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Luego, se analizó la influencia y relación de las actividades actuales en el territorio con cada uno de los SSEE identificados, en cuanto a su contribución positiva o negativa en un escenario tendencial en la oferta de SSEE. En la Tabla 5.5-18 se muestra la calificación asignada para cada caso.

Tabla 5.5-18 Calificación según influencia de las actividades sin proyecto

Influencia	Positivo	Negativo
Motor Directo	2	-2
Motor Indirecto	1	-1
Sin relación	0	0

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Adicionalmente, se establecen, según rangos de calificación, las tendencias de cada uno de los servicios a partir de la sumatoria y agrupación de los puntajes obtenidos en cada uno de los criterios (véase la Tabla 5.5-19).

Tabla 5.5-19 Categorías de la tendencia de los SSEE.

Tendencia	Descripción	Puntaje
Tendencia creciente	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente.	5 a 18
Tendencia estable	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en el nivel registrado actualmente.	-5 a 5
Tendencia decreciente	La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es descendente.	-18 a -5

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Tabla 5.5-20, se presenta la tendencia de los servicios ecosistémicos según la metodología planteada en relación con las actividades sin proyecto y el comportamiento tendencial de cada uno de los servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia.

Tabla 5.5-20 Calificación de la tendencia de los SSEE

SSEE	Actividades sin proyecto												Sumatoria	Tendencia
	Agroindustria	Industria	Transmisión y distribución de energía eléctrica	Ganadería extensiva	Actividad agrícola	Plantaciones forestales	Aprovechamiento de agua subterránea	Aprovechamiento de agua superficial	Tránsito vehicular	Ecoturismo y paisajismo	Extracción de minerales y materiales	Disposición de residuos sólidos y líquidos domésticos		
Agua	-2	-1	0	-2	-2	0	2	2	0	-1	-1	-2	-7	Decreciente
Productos forestales maderables	-1	-1	-1	-2	-1	2	0	0	0	0	-2	0	-6	Decreciente
Biomasa (Leña, carbón)	-1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	-2	0	-1	Estable
Plantas medicinales	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	Estable
Agricultura	2	0	0	1	2	0	1	1	1	0	0	-1	7	Creciente
Ganadería	2	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	8	Creciente
Almacenamiento y captura de carbono	-1	-1	0	-1	1	2	0	0	-1	0	-1	0	-2	Estable
Hábitat para especies	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-2	1	-2	-1	-8	Decreciente
Amortiguación de perturbaciones	0	0	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	1	-2	-1	-6	Decreciente
Regulación de la erosión	0	0	0	-2	-1	2	0	-1	-2	-1	-2	-2	-9	Decreciente
Regulación del clima y calidad del aire	-1	-1	0	-1	0	2	0	-1	-2	0	-2	-2	-8	Decreciente
Depuración del agua	0	-1	0	0	-2	2	-1	-2	-1	-1	-2	-2	-10	Decreciente
Polinización y dispersión de semillas	0	0	0	0	1	1	0	0	-1	0	0	0	1	Estable
Recreación y turismo	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	-2	-2	2	Estable
Inspiración cultural y artística	0	-1	-2	-1	1	2	0	0	-1	2	-2	-2	-4	Estable

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En términos generales, se puede observar que, en el área del proyecto se presentan SSEE de aprovisionamiento, regulación y soporte y culturales. De acuerdo con los resultados del escenario tendencial de los SSEE identificados en el área de influencia y su relación de las actividades sin proyecto, se evidencia que la mayoría de estos presentan una tendencia decreciente o estable.

Los motores de transformación y pérdida de la biodiversidad se deben reconocer como procesos que afectan la biodiversidad en su ocurrencia espacial en un territorio específico (MADS - IAVH, 2014). De acuerdo con los resultados de tendencia del comportamiento del estado de los SSEE identificados se

observa que la mayoría presentan una tendencia decreciente, debido a que su estado actual es de nivel Bajo, y a que los procesos de perturbación asociados a una creciente antropización de ecosistemas naturales y una posible demanda de zonas para la implementación de actividades económicas primarias como la ganadería o agricultura.

En este caso la tendencia decreciente de los SSEE se debe no solo a presión por uso de los recursos (mayor demanda de agua, cambio de uso del suelo para urbanización), sino también al deterioro de las condiciones de entorno debido a procesos de contaminación (producción de residuos sólidos y líquidos, emisiones atmosféricas) en crecimiento en las zonas andinas del país.

5.5.6.5. Caracterización de los servicios ecosistémicos en el área de influencia

En general en el área de influencia se presenta una presión constante a los servicios ecosistémicos de abastecimiento principalmente asociados por la demanda continua de nuevas tierras para la implementación de ganadería, zonas de cultivo en lugares con mayor productividad y el abastecimiento de agua de centros poblados y rurales, adicionalmente, la presión en ecosistemas naturales por construcción de vías, abastecimiento de madera y crecientes actividades ecoturísticas en donde se tiene la posibilidad de una mala gestión y convertirse en una presión generalizada en los relictos de bosques andinos remanentes en el área.

En cuanto al impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos se determina que el proyecto tiene un impacto irrelevante a moderado en el sentido de las actividades puntuales que requiere el proyecto y la formulación de las respectivas medidas de manejo, en relación en lo expuesto en el capítulo 8. Evaluación Ambiental y capítulo 7. Demanda, uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales los cuales los servicios de abastecimiento tendrán un impacto irrelevante únicamente asociado a las actividades de aprovechamiento forestal, desmonte y descapote de la vegetación.

Los servicios ecosistémicos de regulación y soporte están ligados principalmente a las coberturas naturales en el sentido de proporcionalidad a su área, los cuales brindan beneficios a nivel regional en donde su presión y cambio de uso impactan directamente a la provisión y oferta de estos servicios los cuales sustentan los demás y la estructura misma de los ecosistemas. En las encuestas realizadas a la población se mencionó en varias ocasiones la tendencia estable de ecosistemas naturales representados en zonas de protección local y regional y con algunas iniciativas de restauración ecológica en la región.

La biodiversidad tiene una expresión territorial concreta (ecosistemas, especies e individuos) en cualquier región o zona. Esta riqueza ha sido el soporte y el marco de contexto en el que las diferentes culturas se han venido desarrollando, originando manifestaciones culturales diversas en la zona de estudio. Esta estrecha relación, manifestada a diferentes escalas, se expresa y entiende como la relación interdependiente entre los sistemas ecológicos y los sistemas sociales, en que la biodiversidad le da cuerpo a la cultura y la cultura, a su vez, transforma y estructura el arreglo espacial de la biodiversidad (Nassauer, 1995).

Basados en lo anterior, si bien la actividad de transmisión de energía se ha implementado en los últimos años en la región, los habitantes y visitantes de la zona han desarrollado una familiarización con el entorno típico andino en las zonas antropizadas de la sabana de Bogotá y zonas rurales agrícolas de la cuenca media del río Bogotá reflejando una apropiación con diferentes elementos discordantes del paisaje como vías, torres de energía, viviendas rurales, zonas industriales y accidentes orográficos de alta montaña.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016



Finalmente, en la Tabla 5.5-21, se muestra el consolidado de la caracterización de servicios ecosistémicos en el área de influencia del proyecto.

Tabla 5.5-21 Caracterización general de los servicios ecosistémicos en el área de influencia

Categoría del servicio	Servicio ecosistémico identificado	Estado actual del SSEE	Tendencia de los SSEE	Cuantificación de usuarios de los SSEE	Impacto del proyecto sobre los SSEE	Dependencia de las comunidades sobre el SSEE	Dependencia del proyecto sobre los SSEE
Servicios de aprovisionamiento	Agua	Medio	Decreciente	128	Irrelevante	Media	Baja
	Productos forestales maderables	Medio	Decreciente	763	Irrelevante	Media	Baja
	Biomasa (Leña, carbón)	Bajo	Estable	583	Irrelevante	Baja	Baja
	Plantas medicinales	Bajo	Estable	763	Irrelevante	Baja	Baja
	Agricultura	Medio	Creciente	180	Irrelevante	Media	Baja
	Ganadería	Alto	Creciente	763	Irrelevante	Alta	Baja
Servicios de soporte	Almacenamiento y captura de carbono	Alto	Estable	985	Irrelevante	Alta	Baja
	Hábitat para especies	Alto	Decreciente	985	Irrelevante	Media	Baja
	Amortiguación de perturbaciones	Medio	Decreciente	985	Irrelevante	Media	Baja
Servicios de regulación	Regulación de la erosión	Alto	Decreciente	985	Irrelevante	Media	Baja
	Regulación del clima y calidad del aire	Alto	Decreciente	985	Moderado	Alta	Baja
	Depuración del agua	Medio	Decreciente	985	Irrelevante	Media	Baja
	Polinización y dispersión de semillas	Medio	Estable	985	Irrelevante	Media	Baja
Servicios culturales	Recreación y turismo	Medio	Estable	649	Irrelevante	Media	Baja
	Inspiración cultural y artística	Medio	Estable	985	Irrelevante	Media	Baja

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Bibliografía

- Aguilera, F. (2009). Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje. *Observatorio Medioambiental*, ISSN: 1139-1987. Vol. 12, 17-36. 18p.
- Aguilera, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. AGUILERA, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana. *Anales de Geografía*, ISSN: 0211-9803 2010, vol. 3, num 2 9-29. 12p.
- Andrade, G. (2011). *ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA Y SUS AMENAZAS. CONSIDERACIONES PARA FORTALECER LA INTERACCIÓN CIENCIA-POLÍTICA*. Bogotá D.C.: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Bogaert, J., Bamba, I., Koffi, K. J., Sibomana, S., Djibu, J.-P. K., Champluvier, D., & Visser, M. N. (2008). *Fragmentation of Forest Landscapes in Central Africa: Causes, Consequences and Management*. In R. Laforzezza, G. Sanesi, J. Chen, & T. R. Crow (Eds.).
- Buzai, G. (2004). Memorias del primer seminario argentino de geografía cuantitativa. *GEPAMA*, Publicación Especial de Fronteras ISSN 1667-3999.
- Calderon, A. (2017). *EPIFITARIO UN JARDÍN DENTRO DEL BOSQUE*. Bogotá, D.C.: FOTOSÍNTESIS COLOMBIA.
- Cárdenas, A. (2017). Canoas, un lugar único. *Aprendizaje Interactivo Ltda*, 14 p.
- Castañeda, A. C. (2013). *Diseño de una metodología para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos*. Bogotá, D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Castrejón. (2022). Bosques Transformados ¿cómo responden las especies a los cambios? *UNAM*.
- Catalyud, T., & Velarde, D. (2015). EL ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE: APROXIMACIÓN. *Universidad Politécnica de Madrid, C/Hiedra 173*. 28109 Alcobendas, Madrid.
- CHM. (2011). *Mecanismos de Facilitación. Convenio sobre la diversidad biológica*. Bogotá D.C.: Clearing - House Mechanism.
- Consultoría Colombiana, S. (2016). Concesión Ruta del Cacao. *Agencia Nacional de Infraestructura*, Contrato No APP-013. Pag, 4.
- de Groot, R., Wilson, M., & Boumans, R. (2002). A Typology for the Classification Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics* 41(3).
- deMaynadier, P., & Hunter, M. (1997). Effects of silvicultural edges on the distribution and abundance of amphibians in Maine. *Conservation Biology*, 12: 340-352.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

- Eliano, G., Somma, D., & Quintana, R. (2010). Análisis y evaluación del proceso de fragmentación de hábitat en un sector de Yungas argentinas. *RASADEP- Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 1: 67-76.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. . *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 487-515.
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>
- Forman, R. (1998). Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions. *Cambridge University Press*, 143-156.
- García, Q. F., & Abad, S. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, vol. 17 253-298.
- Gustafson, E. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. *Ecosystems*, 143 - 156 p.
- Higuera, D., & Reyes, M. (2010). EL CASO DE LOS BOSQUES DE NIEBLA DE LA FALLA DEL TEQUENDAMA: CUNDINAMARCA - COLOMBIA. *GRUPO DE ESTUDIOS EN ECONOMÍA POLÍTICA Y MEDIO AMBIENTE*.
- IAvH. (2003). *Indicadores de fragmentación de los ecosistemas en áreas de interés*. Bogotá, Colombia,: Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica.
- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 72p.
- Kattan, G. H. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Págs. 561-590 en M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica*.
- López, R. C. (2008). Productos forestales no maderables: Importancia e impacto de su aprovechamiento. *Colombia Forestal Vol. 11*, 215 - 231.
- MADS - IAVH. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- MADS - IAVH. (2014). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07 2016

- Mallarach, J. (2004). Análisis y diagnóstico de la conectividad ecológica y paisajística en el sector sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz. Centro de Estudios Ambientales. *Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz*, Inédito.
- Matteucci, D. (2003). El paisaje visto por un ecólogo. *Contextos, revista de la facultad de arquitectura, diseño y urbanismo de la Universidad de Buenos Aires*, No. 12. P. 68 - 73.
- McGarical, K. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Report PNW-GTR-351 . USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, Portland, OR, 1995. p 22.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being : synthesis*. Washington, DC: Island Press. ISBN 1-59726-040-1.
- MinAmbiente y ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Nassauer, J. I. (1995). Culture and Changing Landscape Structure. *Landscape Ecology*, 10, 229-237. <https://doi.org/10.1007/BF00129257>.
- POMCA. (2017). *Actualización POMCA del Río Bogotá*. Bogotá: CONTRATO DE CONSULTORÍA N°. 1412 DE 2014:.
- Primack, R. (1998). *Essentials of conservation biology*. 659 p.: 2ed. Sinauer.
- Rincón, A., Echeverry, M., Piñeros, A., Tapia, C., & Arias, P. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Roy, A., Shanthala, B., & Devi Debnath, B. M. (2010). Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. . *Special issue on Biodiversity and Landscape Ecology. Journal of the Indian Society of Remote Sensing*.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2011). <http://teebweb.org/>.
- Vargas, G. (2008). *Fragmentación y conectividad de ecosistemas en el sector del proyecto geotérmico Miravalles y sus alrededores*. 1975 - 2007. p. 87.: Revista científica Redalyc.
- Wales, B. (1972). Vegetation analysis of North and South edges in a mature oak-hickory forest. *Ecological Monographs*, p. 451 - 471.