ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 5.2 Evaluación Económica Ambiental Bucare

CONTENIDO

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL 1
5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 1
5.2.1 Identificación de impactos significativos 4
5.2.2 Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos 5
5.2.3 Presencia de elementos ecológicos vulnerables 7
5.2.4 Cuantificación biofísica del cambio en los servicios ecosistémicos – SSEE 7
5.2.5 Clasificación de impactos internalizables, no internalizables e impactos positivos 18
5.2.6 Análisis de internalización de impactos 20
5.2.6.1 Alteración a la hidrobiota 20
5.2.6.2 Alteración a ecosistemas acuáticos 20
5.2.6.3 Alteración en los niveles de presión sonora 21
5.2.6.4 Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire 23
5.2.6.5 Generación y/o alteración de conflictos sociales 24
5.2.6.6 Alteración de las condiciones geológicas en profundidad 25
5.2.6.7 Cambio en las variables demográficas 25
5.2.6.8 Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local 26
5.2.6.9 Flujo de costos impactos internalizados 27
5.2.7 Valoración de impactos no internalizados 32
5.2.7.1 Valoración económica del impacto: Alteración en la percepción visual del paisaje 32
5.2.7.2 Valoración económica del impacto: Alteración a comunidades de fauna terrestre 40
5.2.7.3 Valoración económica de los impactos: Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional 43
5.2.7.4 Valoración económica del impacto: Alteración a ecosistemas terrestres 51
5.2.7.5 Valoración económica de los impactos: Cambio en el uso social del suelo y Modificación de las actividades económicas de la zona 52
5.2.7.6 Valoración económica del impacto: Alteración a la calidad del suelo 58
5.2.7.7 Valoración económica del beneficio: Cambio en la dinámica de empleo 62
5.2.7.8 Valoración económica del beneficio: Incremento o disminución de la oferta de bienes y servicios 66
5.2.8 Indicadores de Análisis Económico 69
5.2.9 Flujo proyectado de costos y beneficios 70
5.2.9.1 Valor Presente Neto (VPN) 71
5.2.9.2 Relación Beneficio Costo (RBC) 72
5.2.9.3 Análisis de sensibilidad 73
5.2.10 Resultados 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Jerarquización de impactos ambientales significativos 6
Tabla 5-2 Cuantificación biofísica de los impactos relevantes 8
Tabla 5-3 Tipos de medidas 19
Tabla 5-4 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados 19
Tabla 5-5 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a la hidrobiota 20

Tabla 5-6 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a ecosistemas acuáticos 21
Tabla 5-7 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a los niveles de presión sonora. 22
Tabla 5-8 Indicadores que internalizan el impacto Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire 23
Tabla 5-9 Indicadores que internalizan el impacto Generación y/o alteración de conflictos sociales 24
Tabla 5-10 Indicadores que internalizan el impacto Alteración de las condiciones geológicas en profundidad 25
Tabla 5-11 Indicadores que internalizan el impacto Cambio en las variables demográficas 25
Tabla 5-12 Indicadores que internalizan el impacto Cambio en las variables demográficas 27
Tabla 5-13 Resultado del costo de análisis de internalización en el escenario ex-ante..... 29
Tabla 5-14 Impactos sujetos a valoración económica 32
Tabla 5-15 Características ecosistémicas y socioeconómicas 36
Tabla 5-16 Estudios que comparten servicio ecosistémico 36
Tabla 5-17 Valores y metodologías empleadas de los estudios en revisión 37
Tabla 5-18 Evaluación de los valores a transferir 37
Tabla 5-19 Estudios seleccionados para la transferencia de beneficios 38
Tabla 5-20 Ajuste de valores del estudio: Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco 38
Tabla 5-21 Valor medio estimado para el servicio ecosistémico cultural de belleza escénica.... 39
Tabla 5-22 Estimación del valor del impacto Alteración en la percepción visual del paisaje 39
Tabla 5-23 Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie..... 41
Tabla 5-24 Valor de la variable – tipo de caza 41
Tabla 5-25 Valoración económica de los impactos Alteración a comunidades de fauna terrestre 43
Tabla 5-26 Tipos de ecosistemas en las cuales se relaciona el servicio de aprovisionamiento de madera 44
Tabla 5-27 Volumen comercial de la madera..... 46
Tabla 5-28 Valoración de la regulación en la capacidad de almacenamiento de CO2 47
Tabla 5-29 Valor económico total de los impactos “Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional” 51
Tabla 5-30 Valoración económica del impacto alteración a ecosistemas terrestres 52
Tabla 5-31 Territorio a intervenir por el proyecto 53
Tabla 5-32 Estimación del valor económico para la ganadería 54
Tabla 5-33 Utilidad asociada a la actividad agrícola 55
Tabla 5-34 Ganancia por cultivo..... 55
Tabla 5-35 Pérdida asociada al capital 55
Tabla 5-36 Costo de producción actividad ganadera. 56
Tabla 5-37 Pérdida asociada a la mano de obra 57
Tabla 5-38 Cálculo del promedio del sector inmobiliario. 57
Tabla 5-39 Resultado costo de oportunidad 57
Tabla 5-40 Tipos de especies herbáceas (pastos) 59
Tabla 5-41 Costo de semillas. 59
Tabla 5-42 Estimación de costo de revegetalización por hectárea con pastos limpios 60
Tabla 5-43 Costo de siembra por hectárea 61
Tabla 5-44 Costo de materiales, maquinaria y servicios..... 61
Tabla 5-45 Costo de personal 61

Tabla 5-46 Costo total de establecimiento 61
Tabla 5-47 Valor total del Impacto alteración a la calidad del suelo 62
Tabla 5-48 Mano de obra calificada y NO calificada del proyecto 63
Tabla 5-49 Estimación del pago salario por empleo formal 64
Tabla 5-50 Cálculo del valor económico del beneficio por diferencial salarial 65
Tabla 5-51 Encadenamientos hacia atrás del sector MIP con mayor participación en la demanda de bienes y servicios 68
Tabla 5-52 Inversión en el área de influencia. 69
Tabla 5-53 Flujo de costos y beneficios del proyecto. 70
Tabla 5-54 Interpretación del VPN 72
Tabla 5-55 Resultados del VPN 72
Tabla 5-56 Interpretación del RBC 72
Tabla 5-57 Resultados del RBC 73
Tabla 5-58 Análisis de sensibilidad – Cambio en TSD 73
Tabla 5-59 Análisis de sensibilidad – Cambio en RBC 74
Tabla 5-60 Análisis de sensibilidad – Cambio en VPN 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Localización general del Área de Desarrollo Bucare 1
Figura 5-2 Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental 2
Figura 5-3 Criterios de selección y análisis de impactos relevantes 5
Figura 5-4 Comportamiento del impacto según su tipología de la medida de manejo 18
Figura 5-5 Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios 34
Figura 5-6 Efecto de las inversiones por contratación de mano de obra 63
Figura 5-7 Comparación del VPN de costos y beneficios económicos de los impactos ($ millones) 75
Figura 5-8 Comparación de costos y beneficios económicos ambientales (porcentajes) 75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 5-1 Tasa compensatoria por caza para cada especie 40
Ecuación 5-2 Factor Regional 41
Ecuación 5-3 Cálculo del monto total a pagar 42
Ecuación 5-4 Estimación matriz inversa 67
Ecuación 5-5 Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia atrás. 67
Ecuación 5-6 Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia adelante 68
Ecuación 5-7 Cálculo del VPN – Diferencia entre beneficios y costos 71
Ecuación 5-8 Cálculo del RBC – relación entre beneficios y costos 72

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Para Colombia, la Evaluación Económica Ambiental se hace necesaria dentro de los Estudios De Impacto Ambiental como una herramienta de análisis a partir de lo establecido en el Decreto 2041 del 2014 en el numeral 6 de su artículo 21, ratificado en el Decreto 1076 de 2015 y Dispuesto en la Resolución 1669 de 2017. Las anteriores disposiciones se sustentan en la Ley 99 de 1993 por la cual se determina en el numeral 43 del artículo 5 como una función del Ministerio del Medio Ambiente, la de *"(…) Establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables (…)*"; en concordancia con la constitución política de 1991, en su artículo 80 donde se establece que "El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución". Por tanto, en el presente capítulo se desarrolla la evaluación económica de los impactos positivos y negativos relevantes del Proyecto Área de Desarrollo Bucare, el cual se localiza en el departamento del Meta, en el municipio de Acacías con un área de 10412,44 ha, a 120 Km de la ciudad de Bogotá D.C y aproximadamente a 30 Km al oriente del casco urbano del municipio de Acacias dentro de la cuenca sedimentaria de los Llanos Orientales, en jurisdicción de la Autoridad ambiental, Corporación autónoma Regional de la Macarena – Cormacarena. A continuación, Como se evidencia en la **Figura 5-1**.

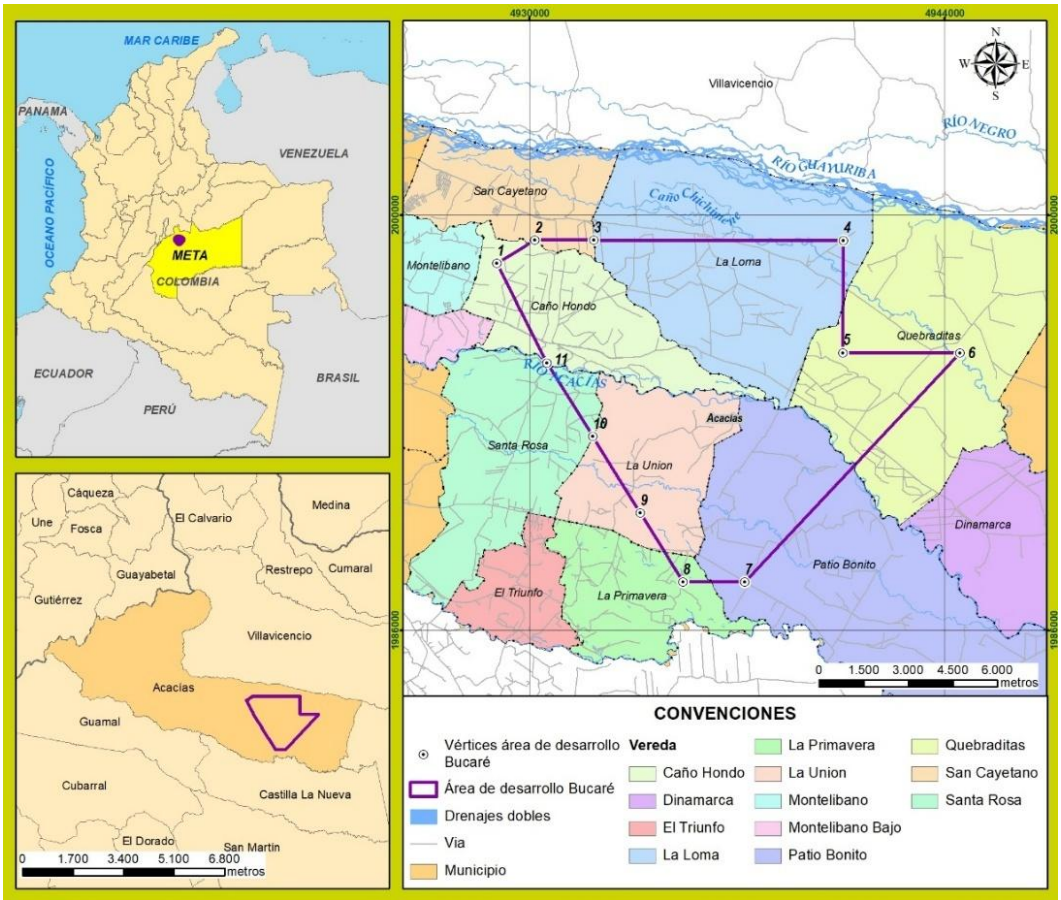


Figura 5-1 Localización general del Área de Desarrollo Bucare
Fuente: SGI S.A.S., 2025

Ahora bien, la **valoración económica ambiental**, es un procedimiento que se vale de distintas técnicas cualitativas y/o cuantitativas, que buscan asignar un valor monetario a las alteraciones positivas y negativas generadas por el desarrollo de un proyecto[1]. Convirtiéndose así, en una herramienta útil para la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del proyecto.

Para realizar la Evaluación Económica Ambiental, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, propone diferentes metodologías que pueden utilizarse según los requerimientos y alcances de cada proyecto. Para el estudio de impacto ambiental del proyecto Área de Desarrollo Bucare. la metodología se enfoca en reconocer dentro del grupo de impactos ambientales identificados, aquellos (impactos) que toman mayor relevancia por sus efectos adversos o favorables sobre los servicios ecosistémicos existentes en el área de influencia directa del proyecto, toda vez que la alteración de algunos de estos factores podrían afectar la calidad de vida de la sociedad total o parcialmente. Entonces, el proceso de evaluación económica se realiza conforme se muestra en la **Figura 5-2**, estructura que se fundamenta en la (*Figura 4* del documento "*Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental").*

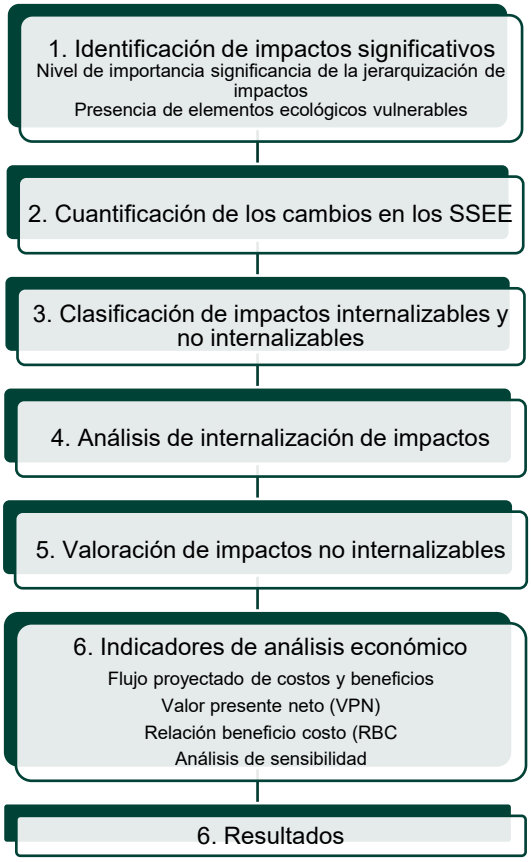


Figura 5-2 Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental
Fuente: Criterios técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental, Adaptado; SGI S.A.S., 2025

[1] Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Pág. 17, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017.

Para el desarrollo de la evaluación económica ambiental se parte de la identificación de impactos significativos. Este **primer paso** se subdivide en el uso de dos criterios de selección:

Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos: A partir de la elaboración de la matriz de aspectos e impactos ambientales se organizan los impactos de manera jerárquica según su nivel de importancia ambiental. Con esto se seleccionan los impactos que generan las mayores pérdidas o beneficios, también llamados impactos relevantes, entendiendo que los impactos restantes (los irrelevantes) generan de igual forma pérdidas y beneficios, pero en menor proporción.

El segundo criterio corresponde a la **presencia de elementos ecológicos vulnerables,** que hace referencia a la vulnerabilidad que presentan ciertos componentes ambientales de algunas zonas o regiones del territorio a intervenir, dada su escasez o fragilidad. Este criterio, establece los impactos que pueden presentarse en las zonas identificadas como vulnerables dentro del proyecto y que por principio de precaución deban ser sometidos a los siguientes pasos de la evaluación económica ambiental.

Para **el segundo paso** se presenta la cuantificación biofísica de impactos, en la cual se parte de la identificación de cada uno de los servicios ecosistémicos que prestan a la comunidad los recursos ambientales presentes en el proyecto "Área de Desarrollo Bucare**"** como: **servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios de soporte y servicios culturales** (FAO-Ecosystems Services & Biodiversity); una vez identificados, se calcula en unidades biofísicas y sociales, los flujos de beneficios y costos. Se identifica tanto el indicador de línea base como su cambio en la cuantificación biofísica, ambas estimaciones expresadas en las mismas unidades del impacto, es decir: hectáreas, toneladas de producción de un bien por hectárea, usuarios, entre otras.

El **tercer paso**, se relaciona con la **clasificación de los impactos internalizables y los no internalizables,** por la cual se identifican aquellos impactos que, a través de las medidas de manejo establecidas por el Plan de Manejo Ambiental, pueden ser prevenidos o corregidos. Esto determina el modo en que se evitan los impactos identificados como significativos de carácter negativo. Por otro lado, se identifican los impactos no internalizados, dadas las medidas de manejo de tipo: mitigación y/o compensaciones asociadas, teniendo en cuenta que dichas medidas no internalizan los impactos, debido a las externalidades que presentan a pesar de la aplicación de las medidas de manejo.

Una vez clasificados los impactos internalizables, definiendo el cambio en sus características ambientales, se procede al **cuarto paso** el **análisis de internalización**. En este se toman aquellos impactos que se determinaron como internalizados y se presenta la proyección de costos estipulados en cada medida para la etapa ex ante de cada impacto que es capaz de prevenir o corregir su efecto; de esta manera se conoce el costo y temporalidad de la internalización.

El **quinto paso** se enfoca en la valoración económica de los impactos relevantes no internalizables o análisis costo beneficio. En este se toma como insumo la relación de los impactos relevantes con los servicios ecosistémicos asociados y su cambio biofísico para así, por medio de la aplicación de diferentes metodologías es posible cuantificar dichos cambios ambientales en términos monetarios. Para poder determinar esta alteración, se toma en consideración elementos de la economía del bienestar para valorar todas las externalidades negativas, que se asumen como costos, y los beneficios o externalidades positivas.

Para el **sexto paso**, se toman en consideración los resultados de las valoraciones económicas, a partir de estos se efectúa el cálculo de los indicadores económicos. Con esta información también se crea el flujo de costos y beneficios, a este flujo le es aplicada la tasa de descuento propuesta por la ANLA, mediante la "*Guía para la Definición de la Tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia"* (2018). Dicha tasa es seleccionada a partir de la

temporalidad del proyecto y es fundamental para calcular el Valor Presente Neto (**VPN**) de los costos y beneficios, junto con la Relación Beneficio Costo (**RBC**) del proyecto. Luego de hallar estos indicadores económicos se lleva a cabo el análisis de sensibilidad, este evalúa la viabilidad del proyecto en escenarios alternos donde se presenten cambios en los niveles de percepción Inter temporal del bienestar, lo anterior de acuerdo con cambios en la tasa de descuento o modificaciones en la percepción del bienestar que pueda presentar la sociedad por factores externos al proyecto.

El **último paso** se encarga de integrar los resultados obtenidos en el análisis costo beneficio con los demás aspectos analizados en el estudio de impacto ambiental para el proyecto Área de Desarrollo Bucare, para que de esta forma se tenga una idea más cercana a la realidad de los cambios generados por el proyecto sobre las relaciones entre la comunidad y el ecosistema. Es decir, se determina si el desarrollo y/o ejecución del proyecto genera o no ganancias al bienestar social.

5.2.1 Identificación de impactos significativos

En el contexto del Licenciamiento Ambiental, la Evaluación Económica Ambiental - EEA de un proyecto, obra o actividad se sustenta en la identificación y selección de los impactos ambientales significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización[2].

La relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia que representa frente a los instrumentos de la evaluación ambiental de un proyecto, obra o actividad (dada la afectación y deterioro que produce sobre el ambiente, los recursos naturales y/o el paisaje); es decir, que un impacto es relevante en la medida que su manejo o control requiere un mayor esfuerzo o presenta una mayor complejidad[3]. Por consiguiente, se hacen visibles las variables ambientales más vulnerables a los efectos de dichos impactos y se establecen los instrumentos de manejo que están orientados a prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos.

Determinar la relevancia de los impactos ambientales es fundamental para mantener control y manejo de estos. De esta manera, se desarrolla la búsqueda del bienestar social y ambiental ya que al identificar, reconocer y priorizar los impactos tanto positivos como negativos, se inicia la evaluación económica ambiental. En tal sentido, la definición de los impactos ambientales relevantes de un proyecto se traduce en la identificación de aquellos que deben ser incluidos en el análisis económico (Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, 2017). Es decir, considerando dentro de este análisis de relevancia, y como primer criterio de selección, todos aquellos impactos que se encuentren dentro de las tres (3) o (2) primeras categorías de mayor significancia. Esta identificación de relevancia permite orientar el análisis de internalización y a la selección de las metodologías más apropiadas para la construcción de los cálculos y la valoración económica de las externalidades.

Luego, se procede a la aplicación de los siguientes criterios enlistados en la **Figura 5-3**, para identificar los impactos relevantes que deben ser llevados análisis de internalización y/o ser valorados económicamente.

[3] Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Pág. 20, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

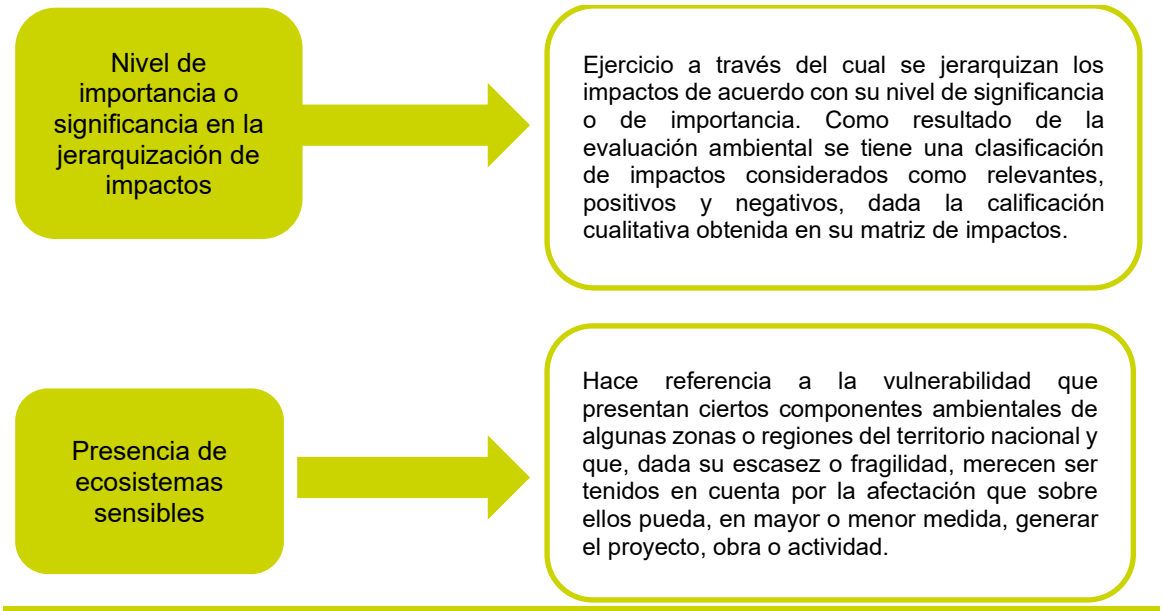


Figura 5-3 Criterios de selección y análisis de impactos relevantes
Fuente: SGI S.A.S, 2025

5.2.2 Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos

El nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos es un análisis estructurado de impactos, de bienes y servicios ecosistémicos, de valores y métodos, que determina específicamente el elemento y forma de valorar a través de la selección de impactos relevantes. En el proyecto Área de Desarrollo Bucare, se clasificaron los impactos teniendo en cuenta los criterios que proceden de la evaluación ambiental.

Dicha evaluación, arrojó la calificación tomando en consideración la alteración potencial de los impactos y se jerarquizaron según la información presentada en la evaluación de impactos ambientales de la siguiente manera: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy baja, para las alteraciones de carácter negativo. Para las alteraciones de características positivas, se estableció como Muy Alta+, Alta+, Media+, Baja+ y Muy baja+.

Teniendo en cuenta la existencia de múltiples metodologías de valoración de impacto ambiental, para este proyecto se utilizó la metodología Ecopetrol 2023, el cual parte de una matriz de interacciones de actividad versus aspecto, se tomó la calificación más alta reportada de cada impacto, entendiendo que esa era su mayor magnitud y, por tanto, requiere la atención de medidas de manejo, para no alterar el bienestar social y el equilibrio ambiental. En este sentido, se consideran significativos los impactos que resulten clasificados en los tres niveles que revistan mayor gravedad, Muy Alta, Alta y Media en este caso para los impactos de carácter negativo, Muy Alta+, Alta+ y Media+, para los impactos positivos

En el proyecto se identificaron un total de treinta y dos (32) impactos ambientales, con un total de diecisiete (17) impactos relevantes de carácter negativo y dos (2) impactos de carácter positivo, los cuales se toman como beneficios generados por el proyecto. En la **Tabla 5-1**, según los resultados de la matriz de impacto ambiental y la información contenida en el presente capítulo, referente a la evaluación ambiental del proyecto, se presenta la importancia ambiental para cada impacto, mostrando la cuantificación de las interacciones de actividades versus aspecto, identificando los impactos de mayor relevancia y/o significancia.

Tabla 5-1 Jerarquización de impactos ambientales significativos

#	IMPACTOS	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
1	Alteración en la percepción visual del paisaje		6	30	1					7	
2	Alteración a comunidades de fauna terrestre		5	9	1					3	
3	Alteración a comunidades de flora		4	1						3	
4	Alteración a la cobertura vegetal		4	1						3	
5	Alteración a ecosistemas terrestres		4							3	
6	Cambio en la conectividad ecológica funcional		3							2	
7	Alteración a la hidrobiota		1	6	2						
8	Alteración a ecosistemas acuáticos		1	5	2						
9	Cambio en el uso social del suelo		1								
10	Alteración en los niveles de presión sonora			18	41						
11	Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire			13	38	3					
12	Generación y/o alteración de conflictos sociales			8	3	2	4		1		
13	Alteración a la calidad del suelo			4	5			2	2		
14	Modificación de las actividades económicas de la zona			3	2						
15	Alteración de las condiciones geológicas en profundidad			2	2	1					
16	Cambio en las variables demográficas			1	1						
17	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local			1		1		1	1		
18	Alteración de la concentración de gases efecto invernadero y/o contaminantes climáticos de vida corta				11			1			
19	Alteración en la oferta y o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo				8	3		3			
20	Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos				7			1			
21	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial lacustre y o del régimen sedimentológico				6	5		2	1		
22	Alteración de las condiciones geotécnicas				6			10			
23	Alteración de la geoforma del terreno				4	1					
24	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial				4						
25	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales				2	1					
26	Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo				2						
27	Traslado involuntario de población				1	1					
28	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial				1						
29	Generación de olores ofensivos					3					
30	Alteración en los niveles de radiación térmica y/o lumínica					1					
31	Cambio en la dinámica de empleo								1		
32	Incremento o disminución de la oferta de bienes y servicios									1	

Fuente: SGI S.A.S. 2025

De acuerdo con los criterios definidos anteriormente, de los treinta y dos (32) impactos analizados se identificaron diecisiete (17) como se puede evidenciar en la **Tabla 5-1**, como los impactos de

mayor relevancia y/o significancia, correspondientes a los que obtuvieron calificaciones Muy Alta, Alta y Media en su análisis de evaluación ambiental. De igual manera se encontraron dos (2) impactos del medio socioeconómico con calificación positiva, de los cuales se toman como beneficios ya que se considera relevantes para el proceso de valoración económica como beneficio al bienestar social.

5.2.3 Presencia de elementos ecológicos vulnerables

Se logra determinar que, de los impactos ambientales negativos identificados en la evaluación ambiental para el proyecto Área de Desarrollo Bucare, no revisten alguna importancia en ecosistemas sensibles, dado que el área de intervención del estudio está delimitada de tal forma que no afecta componentes ambientales frágiles, del área de influencia del proyecto (ver Capítulo Zonificación Ambiental).

Así mismo, a través de la aplicación de medidas de manejo registradas en los Planes de Manejo Ambiental se brinda la protección especial de estas zonas de vulnerabilidad ecológica, por medio de medidas preventivas y correctivas que se acojan al principio de precaución, procurando que la intervención del proyecto no genere externalidades residuales o acumulativas en estas zonas.

5.2.4 Cuantificación biofísica del cambio en los servicios ecosistémicos – SSEE

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (MADS 2017) plantea la determinación de los servicios ecosistémicos – SSEE asociados a los impactos significativos junto con su cuantificación de línea base, para luego proceder a la determinación del cambio que se puede presentar en dichos SSEE. De este modo, los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad.

Es decir, los servicios ecosistémicos son como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. En términos generales se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos: Aprovisionamiento, Regulación, Soporte y Cultural. En la **Tabla 5-2** se muestra la relación cuantificable de los impactos entre un estado inicial de los servicios ecosistémicos (indicador de línea base) y un estado final de los mismos (cuantificación biofísica), con su respectiva subcategoría, en este caso se realiza para los diecisiete (17) impactos identificados como negativos y dos (2) impacto calificado como positivos (beneficio).

Tabla 5-2 Cuantificación biofísica de los impactos relevantes

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
INTERNALIZADOS						
Alteración a la hidrobiota	regulación	Purificación del agua	FAUNA CARACTERIZADA ECOSISTEMAS LÓTICOS Perifiton: 53 taxa que componen 22 familias, 15 órdenes y seis (6) clases Zooplancton: de 0,12 Ind/mL, distribuidos en 13 taxa, ocho (8) familias, cinco (5) órdenes y cuatro (4) clases Fitoplancton: 1,457 Ind/mL distribuidos en 40 taxa, 22 familias, 15 órdenes y ocho (8) clases Macroinvertebrados bentónicos: 50 taxa distribuidas en 26 familias, 11 órdenes y tres (3) clases Macrofitas: 34 especies, 19 familias, 11 órdenes y tres (3) clases, con una abundancia total de 1097 Ictiofauna: 53 especies, conformando 19 familias, cinco (5) órdenes y una (1) clase; además se registró una abundancia total de 1661 individuos ECOSISTEMAS LÉNTICOS	FAUNA QUE POTENCIALMENTE PUEDE SER ALTERADA ECOSISTEMAS LÓTICOS Perifiton: 53 taxa que componen 22 familias, 15 órdenes y seis (6) clases Zooplancton: de 0,12 Ind/mL, distribuidos en 13 taxa, ocho (8) familias, cinco (5) órdenes y cuatro (4) clases Fitoplancton: 1,457 Ind/mL distribuidos en 40 taxa, 22 familias, 15 órdenes y ocho (8) clases Macroinvertebrados bentónicos: 50 taxa distribuidas en 26 familias, 11 órdenes y tres (3) clases Macrofitas: 34 especies, 19 familias, 11 órdenes y tres (3) clases, con una abundancia total de 1097 Ictiofauna: 53 especies, conformando 19 familias, cinco (5) órdenes y una (1) clase; además se registró una abundancia total de 1661 individuos ECOSISTEMAS LÉNTICOS Perifiton: 502 Ind/cm2, con 38 taxa que componen 17 familias, 12 órdenes y cuatro (4) clases	Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó los monitoreos de ecosistemas acuáticos, debido a que el desarrollo de las actividades del proyecto puede afectar el equilibrio de los hábitats acuáticos de la hidrobiota y la fauna acuática	Fuente: Capítulo 3.3 Medio Biótico 3.3.3 Ecosistemas acuáticos

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
			Perifiton: 502 Ind/cm2, con 38 taxa que componen 17 familias, 12 órdenes y cuatro (4) clases Zooplancton: 0,241 Ind/mL, distribuidos en 18 taxa, 12 familias, seis (6) órdenes y cinco (5) clases Fitoplancton: total 8,78 Ind/mL distribuidos en 50 taxa, 23 familias, 14 órdenes y siete (7) clases Macroinvertebrados bentónicos: 32 taxa distribuidas en 12 familias, seis (6) órdenes y tres (3) clases Macrofitas: 11 especies, seis (6) familias, cuatro (4) órdenes y una (1) clase, con una abundancia de 253 Ictiofauna: 23 especies, las cuales conforman 10 familias, tres (3) órdenes y una (1) clase	Zooplancton: 0,241 Ind/mL, distribuidos en 18 taxa, 12 familias, seis (6) órdenes y cinco (5) clases Fitoplancton: total 8,78 Ind/mL distribuidos en 50 taxa, 23 familias, 14 órdenes y siete (7) clases Macroinvertebrados bentónicos: 32 taxa distribuidas en 12 familias, seis (6) órdenes y tres (3) clases Macrofitas: 11 especies, seis (6) familias, cuatro (4) órdenes y una (1) clase, con una abundancia de 253 Ictiofauna: 23 especies, las cuales conforman 10 familias, tres (3) órdenes y una (1) clase		
Alteración a ecosistemas acuáticos	Soporte	Provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas	Ocupaciones de cauce proyectadas: 3	Ocupaciones de cauce que pueden alterar ecosistemas acuáticos: 3	Para la cuantificación biofísica se toma el número de ocupación de cauce donde se puede representar la alteración sobre ecosistemas acuáticos.	Fuente: Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento Y/O Afectación De Recursos Naturales 4.1 Aguas Superficiales
Alteración en los niveles de presión sonora	Cultural	Bienestar Humano	Día Hábil Diurno Sector D P1=60,67 P2=53,04 P3=52,60	"Límites máximos permisibles según la Resolución 0627 de 2006 Horario diurno hábil= 55	Para la cuantificación biofísica se tomaron los resultados obtenidos de los monitoreos de ruido y los límites máximos	Fuente: Cap 3 Caracterización Del Área De Influencia De Proyecto-medio abiótico-Atmósfera-Ruido

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
			P4=75,40 P5=54,89 P6=74,03 P7=55,11 P8=57,46 P9=60,65 P10=55,26 P11=66,32 P12=58,87 P13= 59,30 P14=49,55 P15=53,08 P16 = 52,04 Dia no hábil Diurno sector D P1=63,92 P2=52,05 P3=52,67 P4=72,01 P5=59,99 P6=57,77 P7=50,07 P8=61,74 P9=52,93 P10=51,89 P11=64,90 P12=54,92 P13=54,54 P14=50,74 P15=54,62 P16=51,02 Día Hábil Nocturno sector D P1=64,58 P2=56,57 P3=58,65 P4=91,68 P5=57,90	dB(A) Horario nocturno hábil= 45 dB(A) Horario diurno no hábil= 55 dB(A) Horario nocturno no hábil= 45 dB(A)"	permisibles, debido a que por la ejecución de actividades del proyecto se pueden llegar a generar alteraciones en los niveles de presión sonora en la atmosfera.	

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
			P6=85,81 P7=60,95 P8=64,31 P9=73,70 P10=56,24 P11=74,61 P12=64,55 P13= 58,94 P14=55,43 P15=58,21 P16 = 56,94 Día No Hábil Nocturno sector D P1=58,11 P2=57,63 P3=56,25 P4=84,12 P5=57,09 P6=48,71 P7=54,37 P8=57,13 P9=50,03 P10=58,70 P11=59,73 P12=59,02 P13=53,51 P14=55,69 P15=56,57 P16=56,03 Día Hábil Diurno sector C P1=91,26 P2=91,76 P3=89,31 P4=51,45 P5=52,05 P6=53,14 P7=100,56 P8=86,26			

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
			Día no Hábil Diurno sector C P1=63,92 P2=69,79 P3=75,88 P4=54,71 P5=57,66 P6=53,17 P7=75,63 P8=77,43 Día Hábil Nocturno sector C P1=90,28 P2=90,83 P3=88,20 P4=52,28 P5=54,06 P6=58,62 P7=96,50 P8=76,42 Día no Hábil Nocturno sector C P1=60,88 P2=80,09 P3=86,36 P4=57,24 P5=57,77 P6=62,15 P7=69.50 P8=82,34			
Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire	Regulación	Regulación de la calidad del aire	PM10 C1 16,6 C2 19 C3 17 PM2.5 C1 9	Límites máximos permisibles según la Resolución 2254 del 2017. PM10 50 µg/m³ PM2.5 25 µg/m³ NO2 60 µg/m³ SO2 50 µg/m³	Para la cuantificación biofísica de los impactos se tomaron los resultados de los monitoreos realizados y los límites máximos permisibles para la calidad del aire, debido a que el desarrollo de las	Fuente: Cap 3 Caracterización Del Área De Influencia De Proyecto-medio abiótico-Atmósfera-Calidad del aire

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
			C2 8 C3 8,17 NO2 C1 38 C2 38,7 C3 38,8 SO2 C1 18,9 C2 18,9 C3 18,9 CO C1 639 C2 472 C3 596 Ozono C1 16,1 C2 38,7 C3 38,8 Benzeno C1 1,55 C2 1,54 C3 1,55 Tolueno C1 1,55 C2 1,54 C3 1,55	CO 5000 µg/m³ SO2 50 µg/m³ Ozono 100 µg/m³ Benzeno 5 µg/m³ Tolueno 260 µg/m³	actividades del proyecto genera una alteración en este, permitiendo comparar el comportamiento de los diferentes contaminantes y/o sustancias tóxicas que pueden generarse	
Generación y/o alteración de conflictos sociales	Cultural	Bienestar Humano	Habitantes área de intervención 2.798	Habitantes que podrían expresar conflictos por la llegada del proyecto 2.798	Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó la población del área de intervención, ya que el desarrollo del proyecto puede generar situaciones de conflicto entre la empresa y las comunidades asentadas en el área por utilización de recursos naturales,	Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4.2.6 Caracterización del Mercado Laboral Actual y Tendencias de Empleo

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
					cambios en la infraestructura vial y social, llegada de personas foráneas y esto con el acceso a oportunidades laborales	
Alteración de las condiciones geológicas en profundidad	Soporte	Suelos	Área de influencia 25.005,03 Ha	Área de intervención Ha: 534,76	Para la cuantificación biofísica se tomó el área de intervención debido a que hace referencia a la zona en la que las actividades del proyecto se desarrollan, y que podrían modificar la dinámica existente de los procesos geomorfológicos.	Fuente: Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales-Inciso 4.6 Aprovechamiento Forestal
Cambio en las variables demográficas	Cultural	Bienestar Humano	Habitantes área de intervención 2.798	Habitantes afectados por alteración en sus variables demográficas 2.798	Para la cuantificación biofísica de este impacto se toma la cantidad de población, que, por actividades propias del proyecto, puede ver alteradas sus características demográficas	Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4.2.6 Caracterización del Mercado Laboral Actual y Tendencias de Empleo
Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Cultural	Bienestar Humano	Infraestructura vial existente:296,22 Km	Infraestructura vial existente utilizada por el proyecto:203,24 Km	Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó la longitud de vías, debido a que el desarrollo de las actividades del proyecto ocasiona una modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Fuente: Capítulo 2 Descripción Del Proyecto 2.2.2.1 Vías De Acceso Y Locaciones
NO INTERNALIZADOS						
Alteración en la percepción visual del paisaje	Cultural	Belleza escénica	Habitantes área de intervención 2.798	PET Área de intervención 1.191	Para la cuantificación biofísica se tomó la población en edad de trabajar, ya que está en la	Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4.2.6 Caracterización del

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
					capacidad de aportar a la conservación del paisaje y la protección y formación del suelo del área de intervención, siendo la población en capacidad de pagar y representar así a la conservación del paisaje y protección y formación del suelo. Por otro lado, se debe tener en cuenta que la metodología de valoración asociados a estos impactos se relaciona con la transferencia de beneficios, en la que se utiliza un estudio con un DAP en relación con la población.	Mercado Laboral Actual y Tendencias de Empleo
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Soporte	Provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas	Individuos de fauna afectados antes del proyecto Monitoreo de fauna Anfibios: 0 Reptiles: 0 Mamíferos: 0 Aves: 0	Individuos de fauna afectados durante el proyecto Monitoreo de fauna Anfibios: 1.384 Reptiles: 538 Mamíferos: 2.043 Aves: 4.296	Para la cuantificación biofísica se tomaron los resultados obtenidos al muestreo de fauna existente realizado en la zona donde se desarrolla el proyecto, dado que por ejecución del proyecto se llevan a cabo actividades que pueden generar alteraciones a comunidades de fauna terrestre.	GDB EIA BUCARE_MuestreoFaunaResultadosTB - Capítulo 3.3 Medio Biótico-3.3.2.5 Fauna Silvestre
Alteración a comunidades de flora	Aprovisionamiento / Regulación	Materias Primas (Madera)	Área de influencia 25.005,03	Área de intervención por aprovechamiento forestal: 534,76 ha,	Para la cuantificación biofísica, se establece un área de 534,76 ha	Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
Alteración a la cobertura vegetal Cambio en la conectividad ecológica funcional		/Almacenamiento de carbono	Ha	Volumen total: 13.930,01m3 Volumen comercial: 8.235,34 m3	correspondiente a la zona de intervención por aprovechamiento forestal del proyecto. En esta área podrían manifestarse impactos derivados del aprovechamiento forestal y de la alteración de coberturas.	afectación de recursos naturales. 4.6
Alteración a ecosistemas terrestres	Soporte	Provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas	Área de influencia 25.005,03 Ha	Área de aprovechamiento forestal: Ha 534,76	Se selecciona en el cambio biofísico el total de área de aprovechamiento forestal del proyecto, que corresponden aquellas áreas que se pueden ver afectadas por la ejecución de las actividades del proyecto, al ser coberturas naturales y con una importancia ecosistémica, su perdida puede dar paso a la fragmentación del hábitat y ecosistemas terrestres.	Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales-Inciso 4.6 Aprovechamiento Forestal
Cambio en el uso social del suelo Modificación de las actividades económicas de la zona	Aprovisionamiento	Alimentos por actividades agrícolas (cultivos)/ Alimentos por actividades pecuarias (ganadería)	Área de influencia 25.005,03 Ha	Área del Bloque: 350,41 ha Área para uso ganadero: 224,66 ha Área para uso agrícola: 115,89 ha	Se establece como cambio biofísico el área de intervención del proyecto dado que en dicha área puede existir un conflicto de uso del suelo por la alteración de zonas productivas, se tienen en cuenta las coberturas propicias para el desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas	Capítulo Caracterización del área de influencia. Medio Abiótico. Inciso, Uso actual del suelo. Ver Anexos "UsoActualVEA"

IMPACTO	CATEGORÍA SSEE	SUB- SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTE
Alteración a la calidad del suelo	Regulación/Soporte	Ciclo de nutrientes	Área de influencia 25.005,03 Ha	Área de aprovechamiento forestal: Ha 534,76	Se selecciona en el cambio biofísico el total del área de aprovechamiento forestal del AID, que corresponde aquellas áreas que se pueden ver afectadas por la ejecución de las actividades del proyecto	Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales-Inciso 4.6 Aprovechamiento Forestal
BENEFICIOS						
Cambio en la dinámica de empleo	Cultural	Bienestar Humano	Total mano de obra: 998	Total mano de obra no calificada: 477	Para la cuantificación biofísica se tomó la mano de obra no calificada relacionada con las actividades constructivas del Proyecto	Capítulo de Descripción del Proyecto
Incremento o disminución de la oferta de bienes y servicios	Cultural	Bienestar Humano	Costo total: $ 6.315.650.000,00 USD // $ 23.832.736.840.000,00	Costo rubro “FACILIDADES DE VÍAS Y PUENTES (Incluido transporte)”: $ 762.795.504.000,00	Para la cuantificación biofísica del impacto, se toma el rubro de Facilidades, el cual engloba valores referentes a obras civiles. Asimismo, se tiene en cuenta el respectivo encadenamiento hacia atrás, dato el cual, representaría la inversión que posiblemente aportaría a la dinamización de la economía local, esto con el fin de no sobrestimar la estimación del beneficio	Capítulo de Descripción del Proyecto

Fuente: SGI S.A.S. 2025

5.2.5 Clasificación de impactos internalizables, no internalizables e impactos positivos

Los criterios de evaluación de impactos ambientales como recuperabilidad y residualidad aportan para determinar la clasificación de impactos internalizables y no internalizables, ya que a través de estos se precisan aquellos impactos relevantes que pueden ser prevenidos o corregidos mediante medidas de manejo que se componen de actividades orientadas a reducir los impactos de carácter negativo y medidas de manejo que se componen de actividades de monitoreo y seguimiento para los impactos de carácter negativo.

Teniendo en cuenta que "algunos de los impactos ambientales pueden controlarse en su totalidad mediante medidas de manejo, lo cual significa que el valor económico de dichos impactos se puede representar a partir del valor de las inversiones realizadas para la prevención o corrección de impacto" (MADS y ANLA, 2017: (60)), se tiene que las externalidades negativas de un proyecto pueden ser internalizadas toda vez que se obtiene un control total del impacto por medio de las medidas de manejo. Adicionalmente, el ejercicio de internalización permite establecer la relación de los costos asociados a las actividades propuestas, controladas por medio de indicadores de cumplimiento y eficacia asociados a cada una de ellas.

No obstante, existen impactos no controlables que no se pueden analizar desde la perspectiva mencionada. Es así como el proceso de internalización es clave en el desarrollo de la evaluación económica ambiental, ya que identifica los impactos negativos cuyas medidas de manejo son de tipo (mitigación o compensación) y que no son suficientes para evitar los daños asociados y por tanto requieren ser valorados económicamente.

Así, teniendo en cuenta la relación entre los impactos negativos significativos y el Plan de Manejo Ambiental, se determina que el análisis de internalización aplica únicamente para los impactos con la mayor relevancia y significancia, que se cuentan tan solo con medidas enfocadas a la prevención y/o corrección del impacto (17 impactos relevantes). Dentro de este paso se busca determinar si los impactos presentan externalidades de acuerdo con la tipología de las medidas de manejo ambiental. La **Figura 5-4** representa en general los posibles comportamientos de los impactos presentados dentro de un proyecto sujeto a licenciamiento ambiental en relación con sus medidas de manejo, en donde los impactos sin internalizar son los que presentan medidas de mitigación y medidas de compensación y los impactos internalizados son aquellos que presentan medidas de prevención y corrección.

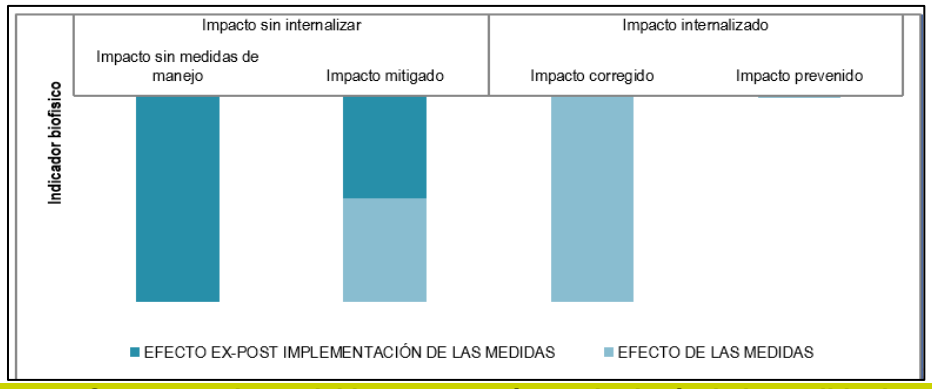


Figura 5-4 Comportamiento del impacto según su tipología de la medida de manejo Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 3.2.1, Figura 5, Pág. 48, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

Para realizar el ejercicio de internalización de impactos se tomaron en cuenta dos categorías de medidas de manejo (Ver **Tabla 5-3**)

Tabla 5-3 Tipos de medidas

MEDIDAS QUE INTERNALIZAN IMPACTOS	MEDIDAS QUE NO INTERNALIZAN IMPACTOS
Prevención	Mitigación
Corrección	Compensación

Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 3.2.1, Figura 5, Pág. 48, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017. Modificado Equipo Consultor, 2025.

Con base en los criterios anteriormente expuestos en la **Tabla 5-3** se presenta el análisis de internalización el cual se realizó para los impactos que presentaban calificaciones de Masivo, Mayor y localizado. Para definir qué impactos eran internalizables se tuvieron en cuenta criterios de: i) predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico, ii) exactitud en las medidas de prevención o corrección, iii) efectividad de las medidas cercanas al 100%. Teniendo en cuenta estos criterios se identificaron ocho impactos relevantes con medidas de manejo de prevención y/o corrección que se consideran internalizados a través del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

De los diecisiete (17) impactos identificados como relevantes, **Ocho impactos son directamente internalizados**, dado el tipo de medida que presentan (prevención y corrección) y **Nueve impactos no internalizados**. Dicho análisis se relaciona en el Anexo Análisis de internalización. En este se consolida las respectivas medidas de manejo que los internalizan, con los indicadores de cumplimiento y efectividad propuestos, los costos asociados y su cuantificación biofísica de los impactos presentados en la **Tabla 5-4**.

Tabla 5-4 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados

N°	IMPACTOS INTERNALIZADOS	N°	IMPACTOS NO INTERNALIZADOS
1	Alteración a la hidrobiota	1	Alteración en la percepción visual del paisaje
2	Alteración a ecosistemas acuáticos	2	Alteración a comunidades de fauna terrestre
3	Alteración en los niveles de presión sonora	3	Alteración a comunidades de flora
4	Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire	4	Alteración a la cobertura vegetal
5	Generación y/o alteración de conflictos sociales	5	Cambio en la conectividad ecológica funcional
6	Alteración de las condiciones geológicas en profundidad	6	Alteración a ecosistemas terrestres
7	Cambio en las variables demográficas	7	Cambio en el uso social del suelo
8	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	8	Modificación de las actividades económicas de la zona
		9	Alteración a la calidad del suelo
Beneficios			
1	Cambio en la dinámica de empleo		
2	Incremento o disminución de la oferta de bienes y servicios		

Fuente: SGI S.A.S., 2025

A continuación, se relacionan algunas consideraciones de los impactos internalizados respecto a las medidas de manejo que los internalizan, los indicadores de cumplimiento propuestos y los costos ambientales anuales estimados (Ver **Tabla 5-13**).

5.2.6 Análisis de internalización de impactos

De los impactos identificados como relevantes, ocho son directamente internalizados, dado el tipo de medida que presentan (prevención y corrección). Dicho análisis se relaciona en el Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.1 Análisis de internalización Análisis de internalización, en el cual se consolidan las respectivas medidas de manejo que los internalizan con los indicadores de cumplimiento propuestos. Es importante mencionar que en **Tabla 5-2**, se presenta la cuantificación biofísica de los impactos, junto con el servicio ecosistémico y en la **Tabla 5-4**, se relacionan los impactos internalizados.

5.2.6.1 Alteración a la hidrobiota

Este impacto se refiere a los cambios en la composición, distribución y abundancia de organismos acuáticos como peces, macroinvertebrados, fitoplancton y zooplancton. Dichas alteraciones pueden generar desplazamiento de especies, afectaciones en sus ciclos reproductivos o disminución de poblaciones debido a variaciones en la calidad del agua, el régimen hídrico o la disponibilidad de hábitat.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo del recurso hidrobiológico (CGU_PM_B_06),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **CGU_PM_B_06** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-5 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a la hidrobiota

FICHA	INDICADOR
Manejo del recurso hidrobiológico (CGU_PM_B_06)	"CRH =" "NPC" /"NP" ×100 Variables: CRH: Capacitación en manejo del recurso hídrico NPC: No. de asistentes NP: No. de trabajadores en el frente de obra
	"X =" "Número de señales ubicadas" /("Número de señales propuestas en fuentes hídricas " @"próximas a áreas de intervención")
	IBS =NBS/NAI*100 Variables: IBS: instalación de barreras para control de sedimentos NBS: Número de barreras sedimentadoras instaladas NAI: Número total de áreas intervenidas que requieren barreras sedimentadoras

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.2 Alteración a ecosistemas acuáticos

Implica modificaciones en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas hídricos, incluyendo cuerpos de agua superficiales, humedales y zonas de transición. Estas alteraciones pueden comprometer procesos ecológicos esenciales como la recarga hídrica, el intercambio de nutrientes y la estabilidad ecológica del sistema.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo del recurso hidrobiológico (CGU_PM_B_06), Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas (CGO_PM_B_08),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la **CGU_PM_B_06**,

CGO_PM_B_08 logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-6 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a ecosistemas acuáticos

FICHA	INDICADOR
Manejo del recurso hidrobiológico (CGU_PM_B_06)	"CRH =" "NPC" /"NP" ×100 Variables: CRH: Capacitación en manejo del recurso hídrico NPC: No. de asistentes NP: No. de trabajadores en el frente de obra
	"X =" "Número de señales ubicadas" /("Número de señales propuestas en fuentes hídricas " @"próximas a áreas de intervención")
	IBS =NBS/NAI*100 Variables: IBS: instalación de barreras para control de sedimentos NBS: Número de barreras sedimentadoras instaladas NAI: Número total de áreas intervenidas que requieren barreras sedimentadoras
Áreas sensibles y áreas naturales protegidas (CGO_PM_B_08)	"X =" (Número de diseños verificados con la zonificación de manejo ambiental) /(Número de diseños realizados)
	"X ="(Sitios de importancia ecologica y corredores de movimiento de fauna intervenidos (autorización según Zonificación de manejo)
	X = Sitios de importancia ecológica y corredores de movimiento protegidos/ Sitios de importancia ecológica y corredores de movimiento identificados
	"X =" (Sitios de importancia ecologica y corredores de movimiento señalizados) /(Sitios de importancia ecológica y corredores de movimiento identificados)×100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.3 Alteración en los niveles de presión sonora

Consiste en el incremento temporal o permanente del ruido ambiental generado por actividades del proyecto, lo que puede afectar el bienestar humano, la fauna silvestre y la calidad acústica del entorno. Los niveles elevados pueden generar estrés, interferencia en la comunicación animal o molestias a comunidades cercanas.

Se aclara que la internalización del presente impacto es soportada, toda vez que en el escenario de línea base evidenció una incidencia notable sobre el entorno acústico de la zona, atribuible principalmente al tráfico vehicular existente y a la ubicación de un número importante de receptores sensibles en las cercanías de las vías. Esto indica la existencia de una condición preexistente de afectación acústica independiente del desarrollo del proyecto.

en la modelación de ruido ambiental, se concluye que, en términos de afectación sobre los receptores sensibles, los niveles de presión sonora equivalente estimados para los escenarios evaluados se mantienen en la mayoría de casos por debajo de los estándares máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (hoy MADS) para el Sector D — Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado, exceptuando un porcentaje menor cuya localización se encuentra

muy próxima a las vías. Estos resultados reflejan que, en condiciones normales de operación y construcción, el proyecto cumple con los límites normativos aplicables en materia de ruido ambiental.

La modelación predictiva consideró exclusivamente las fuentes de emisión proyectadas (como maquinaria amarilla y equipos de obra) y las emisiones existentes asociadas a las vías públicas y privadas, identificadas como las principales fuentes potencialmente molestas para la población. Es importante resaltar que la simulación no incorpora la presión sonora aportada por actividades domésticas, comerciales o recreativas, ni por fuentes naturales, ya que estas no hacen parte del alcance de los estudios de modelación ambiental.

De acuerdo con los resultados de la modelación, los equipos contemplados para las etapas constructiva y operativa generan incrementos en los niveles de presión sonora con respecto a las condiciones actuales. No obstante, dichos incrementos no alcanzan valores que representen un riesgo para la salud o el bienestar de la población, tal como se evidencia en el análisis realizado sobre los receptores sensibles.

Por otra parte, se evidencia que los impactos sonoros generados durante la operación no representan un riesgo para la población, ya que los niveles de presión acústica se mantienen contenidos dentro de los límites del área de influencia del proyecto. Solo se registran valores superiores a los establecidos por la normativa en las inmediaciones de las zonas de intervención, lo que confirma que los efectos sobre el entorno acústico son localizados y controlables.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo de fuentes de Ruido (CGU_PM_AB_17), Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental** (**CGO_PM_AB_18),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **CGU_PM_AB_17**, **CGO_PM_AB_18** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-7 Indicadores que internalizan el impacto Alteración a los niveles de presión sonora

FICHA	INDICADOR
Manejo de fuentes de Ruido (CGU_PM_AB_17)	"X =" (Número de equipos con silenciadores o control acústico) /(Total de equipos que generan ruido) ×100
	"X =" (Número de mantenimientos ejecutados) /(Número de mantenimientos programados)×100
	"X =" (Número de actualizaciones del inventario de fuentes de ruido)/(Número de actualizaciones del inventario requeridas) ×100
	"X =" (Número de equipos con sistemas acústicos) /(Total de equipos contratados)×100
	"X =" (Locaciones con disposición acústica adecuada de fuentes y barreras)/(Total de locaciones activas) ×100
	"X =" (Locaciones con disposición acústica adecuada de fuentes y barreras) /(Total de locaciones activas)×100
	"X =" (Número de quejas atendidas por ruido)/(Número de quejas presentadas por ruido)×100
Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental (CGO_PM_AB_18)	X = (Número de capacitaciones realizadas / Número de capacitaciones programadas) x 100
	X = (Número de charlas realizadas / Número de charlas programadas) x 100
	X = (Número de personas capacitadas / Número de personas vinculadas al proyecto) x 100%
	X = (Número de temas de la totalidad de las capacitaciones comprendidos / Número de temas de la totalidad de las capacitaciones realizadas) x 100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.4 Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire

Este impacto se relaciona con el aumento de partículas y gases atmosféricos por encima de los valores de referencia. Estas emisiones pueden deteriorar la calidad del aire, afectar la salud pública y alterar procesos ecosistémicos sensibles a la deposición de contaminantes.

Se aclara que la internalización del presente impacto es soportada, toda vez que en primer lugar la caracterización de calidad de aire realizada durante la campaña de monitoreo entre el 31 de enero y el 17 de febrero de 2025, durante la temporada de bajas precipitaciones, en tres estaciones, refleja el cumplimiento normativo para $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, O_3, benceno y tolueno.

Así mismo ECOPETROL S.A., a través de la empresa SGI S.A.S, y en cumplimiento del proceso para la obtención de la licencia ambiental mediante el proyecto Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare, desarrolló un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos para las etapas de línea base y construcción–operación, con el fin de evaluar los impactos sobre la calidad del aire en receptores sensibles dentro del área de influencia.

Los resultados indican que las emisiones generadas por las actividades de construcción no representan un riesgo para la salud de la población y se encuentran en completo cumplimiento de los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.

Los resultados asociados a los contaminantes criterio cumplen en su totalidad con los límites máximos establecidos por la Resolución 2254 de 2017. La modelación integra tanto el área de influencia del proyecto como los aportes provenientes de fuentes externas. En este contexto se evidencian incrementos en las concentraciones que, bajo ciertos escenarios, podrían superar la norma debido a condiciones atmosféricas desfavorables para la dispersión; sin embargo, se recalca que estos eventos son de baja probabilidad y no representan condiciones persistentes en el tiempo.

La modelación considera escenarios críticos de emisiones en un solo día; sin embargo, en la práctica estos eventos no ocurren simultáneamente. Por ello, las concentraciones máximas presentadas corresponden a condiciones de peor caso posible. La frecuencia real de tales eventos es baja, estimándose entre una y dos veces al año, dependiendo del comportamiento meteorológico de la zona.

El análisis de receptores sensibles indica que las actividades del proyecto no representan un riesgo para la salud pública, y que las medidas de control implementadas permiten mantener las condiciones iniciales (línea base) e incluso mejorarlas en algunos casos para los contaminantes PM10 y PM2.5.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas (CGU_PM_AB_16), Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental** (**CGO_PM_AB_18),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **CGU_PM_AB_16**, **CGO_PM_AB_18** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-8 Indicadores que internalizan el impacto Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire

FICHA	INDICADOR
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas (CGU_PM_AB_16)	"X =" (Número de mantenimientos ejecutados)/(Número de mantenimientos programados)×100
	"X =" (Cantidad de material cubierto)/(Cantidad total de material almacenado)×10

FICHA	INDICADOR
	"X =" (Cantidad de material humectado)/(Cantidad total de material movilizado)×100
	"X =" (Número de actualizaciones del inventario de fuentes de emisión)/(Número de actualizaciones del inventario requeridas)×100
	"X =" (Número de teas encapsuladas o con tecnología de reducción térmica implementada)/(Total de sistemas instalados donde aplica)×100
	"X =" (Número vehículos con revisión técnico mecánica vigente)/(Número de vehículos utilizados en el proyecto)×100
	"X =" (Número de vehículos carpados para el transporte de materiales)/(Número total de vehículos utilizados para el transporte de material)×100
	"X =" (Km vía sin pavimentar humectada)/(Km vía a humectar programados)×100
	"X =" (Número de medidas implementadas para el control de olores ofensivos)/(Número de medidas programadas para el control de olores ofensivos)×100
	"X =" (Número de quejas atendidas por componente atmósferico)/(Número de quejas presentadas por afectación al componente atmósferico)×100
Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental (CGO_PM_AB_18)	X = (Número de capacitaciones realizadas / Número de capacitaciones programadas) x 100
	X = (Número de charlas realizadas / Número de charlas programadas) x 100
	X = (Número de personas capacitadas / Número de personas vinculadas al proyecto) x 100%
	X = (Número de temas de la totalidad de las capacitaciones comprendidos / Número de temas de la totalidad de las capacitaciones realizadas) x 100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.5 Generación y/o alteración de conflictos sociales

Se refiere a tensiones, inconformidades o disputas que pueden surgir por percepciones de afectación, distribución inequitativa de beneficios o cambios en dinámicas socioeconómicas locales. Este impacto puede influir en la aceptación del proyecto y en la cohesión comunitaria.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Información y participación comunitaria (PM_SE1)**, la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **PM_SE1** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-9 Indicadores que internalizan el impacto Generación y/o alteración de conflictos sociales

FICHA	INDICADOR
Información y participación comunitaria (PM_SE1)	(Número de espacios informativos realizados/ (Número de espacios informativos convocados) ×100
	(Número de grupos de interés asistentes/ (Número de grupos de interés convocados) × 100
	(Número de espacios informativos realizadas con autoridades locales las unidades territoriales) mayores / (Número de espacios informativos programadas con las autoridades locales de las unidades territoriales mayores) ×100
	(Número de espacios informativos con las comunidades y organizaciones sociales realizadas
	(Número de evaluaciones aprobadas >80% /(Número evaluaciones presentadas) ×100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.6 Alteración de las condiciones geológicas en profundidad

Involucra modificaciones en la estructura, estabilidad o propiedades físico-mecánicas de las formaciones geológicas profundas debido a intervenciones que afectan el subsuelo. Esto puede generar cambios en esfuerzos, redistribución de presiones o alteración de unidades estratigráficas.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo para la actividad de inyección (PM_AB_14),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **PM_AB_14**, logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-10 Indicadores que internalizan el impacto Alteración de las condiciones geológicas en profundidad

FICHA	INDICADOR
Manejo para la actividad de inyección (PM_AB_14)	X = (Número de Pruebas de inyectividad realizadas / Pozos inyectores construidos) * 100
	(X = (Cálculo presión de fractura por pozo / Pozos inyectores existentes) * 100
	(X = (Entrega de formas ministeriales para cada pozo / Pozos inyectores existentes) * 100
	X = (Número de pruebas de integridad realizadas / Pozos inyectores existentes) * 100
	X = (Número de intervenciones o abandono de pozos con daños en su integridad mecánica o cementación/ Pozos inyectores existentes que se identificaron con daños en su integridad o cementación) * 100
	X = (Número de monitoreos realizados en puntos de agua subterránea 2km a la redonda de los pozos inyectores/ Puntos de agua subterránea ubicados dentro de un buffer de 2 km respecto a los pozos inyectores) * 100
	X = (Número de análisis de compatibilidad realizados/ Número de análisis de compatibilidad programados) * 100
	X = (Numeró de actualizaciones en el Modelo hidrogeológico matemático/ (Años transcurridos desde el inicio de la actividad/ 3 años)) *100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.7 Cambio en las variables demográficas

Este impacto comprende variaciones en la población local derivadas del ingreso temporal o permanente de trabajadores, migración inducida o desplazamiento de población residente. Estas dinámicas pueden modificar la demanda de servicios, la estructura poblacional y las interacciones sociales.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **información y participación comunitaria (PM_SE1) , Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PM_SE3), Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto (PM_SE4), Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria (PM_SE5),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **PM_SE1**, **PM_SE3, PM_SE4, PM_SE5** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-11 Indicadores que internalizan el impacto Cambio en las variables demográficas

FICHA	INDICADOR
Información y participación comunitaria (PM_SE1)	(Número de espacios informativos realizados/ (Número de espacios informativos convocados) ×100
	(Número de grupos de interés asistentes/ (Número de grupos de interés convocados) × 100

FICHA	INDICADOR
	(Número de espacios informativos realizadas con autoridades locales las unidades territoriales) mayores / (Número de espacios informativos programadas con las autoridades locales de las unidades territoriales mayores) ×100
	(Número de espacios informativos con las comunidades y organizaciones sociales realizadas
	(Número de evaluaciones aprobadas >80% / (Número evaluaciones presentadas) ×100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PM_SE3)	(No. de inducciones realizadas) /
	(No. de evaluaciones aprobadas por el personal al finalizar la inducción/ No. total, de evaluaciones aplicadas al personal) x 100
Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto (PM_SE4),	Una (1) concertación de temáticas realizada/ Una (1) concertación de temáticas planeadas x100
	(No. de capacitaciones con comunidad ejecutadas) / (No. de capacitaciones con comunidad programados) ×100
	(No. Talleres ejecutados con instituciones educativas) /No. de talles programados con instituciones educativas) ×100
	(No. de personas que aprueban la evaluación de conocimientos de conocimiento con puntaje superior al 70) / (Total personas evaluadas) ×100
Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria (PM_SE5)	Una (1) concertación de temáticas realizada/ Una (1) concertación de temáticas planeadas x100
	Una (1) jornada de capacitación en fortalecimiento de la gestión institucional realizada/ Una (1) jornada de capacitaciones planeadas x100
	Una (1) jornada de capacitación en fortalecimiento de la gestión institucional realizada
	(No. asistentes evaluados de las capacitaciones en fortalecimiento gestión institucional realizadas) / (No. participantes a las capacitaciones realizadas) ×100
	(No. asistentes evaluados con calificación superior al 70) / (No. asistentes evaluados) ×100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.8 Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local

Se refiere a los cambios en las condiciones de tránsito, circulación vehicular y conectividad entre comunidades, generados por la habilitación, uso o intervención de vías. Este impacto puede influir tanto positivamente como negativamente en los tiempos de desplazamiento y en la interacción territorial.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Subprograma de control de la calidad del aire, emisiones atmosféricas y ruido ambiental (PMA-A-04) ,** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **PMA-A-04**, logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **información y participación comunitaria (PM_SE1) , Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PM_SE3), Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto (PM_SE4), Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria (PM_SE5),** la cual presenta medidas de tipo preventivo lo que permite controlar en su totalidad el impacto, dicha internalización por medio de la ficha **PM_SE1**, **PM_SE3, PM_SE4, PM_SE5** logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, relacionadas a continuación:

Tabla 5-12 Indicadores que internalizan el impacto Cambio en las variables demográficas

FICHA	INDICADOR
Información y participación comunitaria (PM_SE1)	(Número de espacios informativos realizados/ (Número de espacios informativos convocados) ×100
	(Número de grupos de interés asistentes/ (Número de grupos de interés convocados) × 100
	(Número de espacios informativos realizadas con autoridades locales las unidades territoriales) mayores / (Número de espacios informativos programadas con las autoridades locales de las unidades territoriales mayores) ×100
	(Número de espacios informativos con las comunidades y organizaciones sociales realizadas
	(Número de evaluaciones aprobadas >80% /(Número evaluaciones presentadas) ×100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PM_SE3)	(No. de inducciones realizadas) /(No. de personal vinculado) ×100
	(No. de evaluaciones aprobadas por el personal al finalizar la inducción/ No. total, de evaluaciones aplicadas al personal) x 100
Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto (PM_SE4),	Una (1) concertación de temáticas realizada/ Una (1) concertación de temáticas planeadas x100
	(No. de capacitaciones con comunidad ejecutadas) / (No. de capacitaciones con comunidad programados) ×100
	(No. Talleres ejecutados con instituciones educativas) /No. de talles programados con instituciones educativas) ×100
	(No. de personas que aprueban la evaluación de conocimientos de conocimiento con puntaje superior al 70) / (Total personas evaluadas) ×100
Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria (PM_SE5)	Una (1) concertación de temáticas realizada/ Una (1) concertación de temáticas planeadas x100
	Una (1) jornada de capacitación en fortalecimiento de la gestión institucional realizada/ Una (1) jornada de capacitaciones planeadas x100
	Una (1) jornada de capacitación en fortalecimiento de la gestión institucional realizada
	(No. asistentes evaluados de las capacitaciones en fortalecimiento gestión institucional realizadas) / (No. participantes a las capacitaciones realizadas) ×100
	(No. asistentes evaluados con calificación superior al 70) / (No. asistentes evaluados) ×100

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.6.9 Flujo de costos impactos internalizados

Se presentan los valores de los costos que permitirán internalizar las alteraciones durante el funcionamiento del proyecto para los ocho impactos internalizados, estos valores se encuentran proyectados según la etapa de ejecución establecida para cada medida de manejo, ya sea en: etapas de preoperativa, constructiva, operativa y, desmantelamiento, abandono y restauración, por lo tanto la proyección de los costos se proyecta a 24 años siendo la duración del proyecto con una tasa de descuento del 2% (Cap. 2 Descripción del Proyecto).

Una vez identificados los impactos que por presentar medidas correctivas y preventivas se prevé que no generan efectos residuales, se procede a estimar el flujo de costos de sus fichas de manejo. Este procedimiento permite conmensurar el impacto de las actividades controlables toda vez que el monto de éstos refleja el valor económico de los impactos internalizables (MADS, 2017)

En este aparte, se tiene en consideración los resultados presentados en el Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.1 Análisis de internalización para

consolidar la totalidad de los costos de las fichas de manejo que permiten internalizar los seis impactos.

Tras este análisis, se tiene que los rubros asignados para la ejecución de dichas medidas representan el costo de evitar el deterioro de los ecosistemas que este impacto implica. Las inversiones destinadas para los planes de manejo ambiental conforman un medio de información para identificar la trazabilidad de los impactos a lo largo de la etapa de obtención de licencia, se establecen como compromiso por parte del proyecto que proporciona un método de monitoreo y control para la autoridad ambiental en el seguimiento al cumplimiento de las actividades propuestas (Ver **Tabla 5-13**).

Tabla 5-13 Resultado del costo de análisis de internalización en el escenario ex-ante

TASA DE DESCUENTO	2%																										
IMPACTO	ID MEDIDA	MEDIDA DE MANEJO	MONTO POR FICHA	MONTO TOTAL POR IMPACTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	VPN
Alteración a la hidrobiota	CGU_PM_B_06	Manejo del recurso hidrobiológico	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 6.170.000	$ 116.698.920,97
Alteración a ecosistemas acuáticos	CGU_PM_B_06	Manejo del recurso hidrobiológico	$ 6.170.000	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 10.206.906	$ 193.052.658,33
	CGO_PM_B_08	Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	$ 4.036.906																										
Alteración en los niveles de presión sonora	CGU_PM_AB_17	Manejo de fuentes de Ruido	$ 9.100.000	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 9.168.033	$ 173.403.498,82
	CGO_PM_AB_18	Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental	$ 68.033																										
Alteración de la concentración de contaminantes de criterio y sustancias tóxicas en el aire	CGU_PM_AB_16	Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	$ 144.556.250	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 144.624.283	$ 2.735.412.933,79

TASA DE DESCUENTO	**2%**																									
	CGO_PM_AB_18	Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental	$ 68.033																							
Generación y/o alteración de conflictos sociales	PM_SE1	información y participación comunitaria	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 631.001	$ 11.934.705,97
Alteración de las condiciones geológicas en profundidad	PM_AB_14	Manejo para la actividad de inyección	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 413.952.022	$ 7.829.457.747,34
Cambio en las variables demográficas	PM_SE1	información y participación comunitaria	$ 631.001																							
	PM_SE3	Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	$ 392.025																							
	PM_SE4	Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto	$ 650.251	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 42.812.200,19
	PM_SE5	Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria	$ 590.251																							
Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	PM_SE1	información y participación comunitaria	$ 631.001																							
	PM_SE3	Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	$ 392.025	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 2.263.528	$ 42.812.200,19
	PM_SE4	Educación y capacitación a la comunidad aledaña al proyecto	$ 650.251																							

TASA DE DESCUENTO	**2%**																										
	PM_SE5	Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria	$ 590.251																								
VPN (2%)																											$ 11.145.584.865,60

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.7 Valoración de impactos no internalizados

La evaluación económica tiene aplicaciones sociales y ambientales, su utilidad se encuentra en la medida que permite analizar la contribución que un proyecto hace al bienestar social. Un enfoque de la economía es la llamada economía del bienestar[4], esta tiene como objeto cuantificar o medir los beneficios y/o costos en diferentes escenarios, por ejemplo, la implementación de una política o también, la puesta en marcha o modificación de un proyecto, así como lo segundo sucede en este caso.

El análisis costo beneficio, es una herramienta de la economía del bienestar aplicada, por tal razón es necesario valorar o determinar valores monetarios a los costos (impactos negativos) y beneficios (impactos positivos) generados por el proyecto Área de Desarrollo Bucare que permitan concluir que las actividades desarrolladas durante las diferentes etapas del proyecto generan mayores unidades de beneficios respecto a los costos socio ambientales (Ver **Tabla 5-14**).

Tabla 5-14 Impactos sujetos a valoración económica

IMPACTO	CATEGORIA SSEE	SSEE	METODOLOGIA
Alteración en la percepción visual del paisaje	Cultural	Belleza escénica	Transferencia de beneficios
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Soporte	Provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas	Precios de mercado
Alteración a comunidades de flora	Aprovisionamiento Regulación	Madera Almacenamiento de carbono	Precios de mercado
Alteración a la cobertura vegetal			
Cambio en la conectividad ecológica funcional			
Alteración a ecosistemas terrestres	Soporte	Provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas	Gastos potenciales basados en proyectos sombra
Cambio en el uso social del suelo	Aprovisionamiento	Alimentos por actividades agrícolas (cultivos)/ Alimentos por actividades pecuarias (ganadería	Costos de oportunidad
Modificación de las actividades económicas de la zona			
Alteración a la calidad del suelo	Regulación/Soporte	Ciclo de nutrientes	Precios de mercado
Generación de empleo	Cultural	Bienestar Humano	Diferencial salarial
Incremento en la de manda de bienes y servicios	Cultural	Bienestar Humano	Encadenamientos productivos

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.7.1 Valoración económica del impacto: Alteración en la percepción visual del paisaje

La afectación sobre el paisaje que se aprecia en proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare**, por el impacto Alteración en la percepción visual del paisaje**,** el cual está ubicado en el municipio de Acacías, en el departamento del Meta, se relaciona con la alteración de las características típicas que representan el paisaje (coberturas, morfología, fuentes hídricas, rareza) por remoción de elementos del paisaje o introducción de elementos nuevos que crean una dominancia visual, generando cambios en la percepción del territorio.

El impacto es generado por las actividades de desmonte, descapote, rocería y limpieza, movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos), cuneteo, extendido, nivelación y compactación, construcción y/o adecuación de obras para cruces de drenajes naturales (ocupaciones de cauce), construcción y/o adecuación de estructuras en concreto, montaje e instalación de estructuras metálicas, apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza, conformación obras de geotécnicas preliminares y estabilización de taludes, transporte, acopio,

[4] Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Castro, Monkate. 2003.

tendido de tubería, apertura de zanja, instalación y tapado de tubería, instalación estructuras sobre marcos H, entre otras.

De este modo, para poder dar un valor económico a la pérdida de la belleza escénica se debe tener en cuenta que se realiza la valoración como un valor de no uso, dadas las características de legado y existencia que, tal como lo señala (Calatrava Requena, 1995)[5]a este tipo de servicio corresponden.

La calidad paisajística, es un bien ambiental que puede ser valorado de manera objetiva o subjetiva, así como se propone dentro del paradigma que establecen (Lothian, 1999)6 y (Otero Pastor, Casermeiro, Ezquerra Canalejoa, & Esparcia Mariño, 2007)7. En este sentido se pueden tomar a consideración las propiedades físicas y observables que componen al paisaje, o se puede determinar su calidad a partir de la composición mental de quien lo observa (Purcel & Lamb, 1998)8. Entonces, es considerable recurrir a la búsqueda de estudios que permitan hacer una transferencia de valores que tome en cuenta características físicas como socioeconómicas y tener en consideración aquellos estudios que valoren las características específicas y le den así una especial importancia a la valoración objetiva del paisaje.

- **Metodología**

La transferencia de beneficios permite hacer uso de estimaciones realizadas en otros estudios publicados, como base para determinar el valor económico del impacto que se encuentra afectando el servicio ecosistémico de belleza escénica. La metodología de Transferencia de beneficios de media central consiste en transferir los resultados de los cálculos realizados en otros lugares geográficos bajo la condición de equivalencia de las características de la zona a comparar por tratarse de un bien o servicio ambiental. En este caso de estudio, se cumplen los pasos señalados en el instructivo publicado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA.

De acuerdo con lo anterior, para determinar los valores a transferir es necesario identificar la ubicación geográfica donde se pretende llevar a cabo la valoración económica del impacto ambiental. A continuación, se seleccionan los estudios adecuados para el análisis, teniendo en cuenta el servicio ecosistémico alterado y el impacto a valorar. Una vez realizada la selección bibliográfica es necesario evaluar la aplicabilidad del estudio de acuerdo con la equivalencia de las características entre el caso actual y los estudios seleccionados. Finalmente, se realiza un ajuste de los datos obtenidos, para luego determinar el valor total del impacto en el área intervenida. (Ver **Figura 5-5**).

[5] https://www.researchgate.net/publication/275039200_Valoracion_Economica_de_Paisajes
[6]https://www.researchgate.net/publication/222038876_Landscape_and_the_Philosophy_of_Aesthetics_Is_Landscape_Quality_Inherent_in_the_Landscape_or_in_the_Eye_of_the_Beholder
[7]https://www.researchgate.net/publication/6658399_Landscape_evaluation_Comparison_of_evaluation_methods_in_a_region_of_Spain
[8] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204698000735

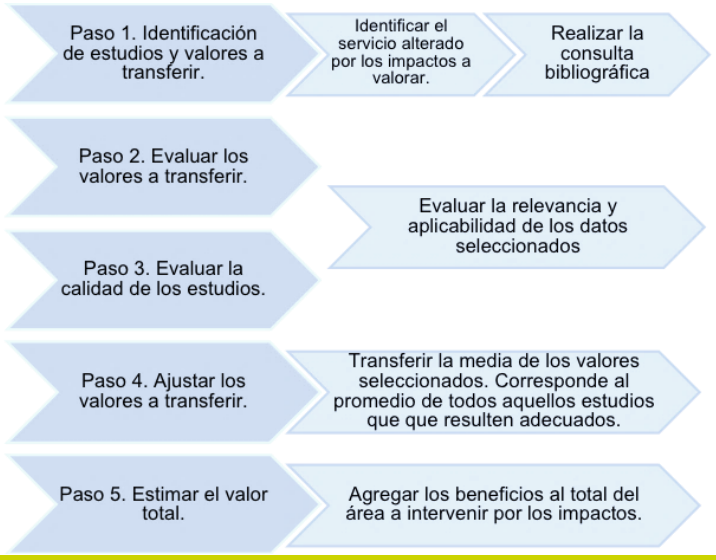


Figura 5-5 Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios Basado en Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 5.2.1.2, Pág. 131, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

Dados los pasos anteriores, se establecen los datos necesarios para realizar esta metodología dentro del proyecto en evaluación: el área de influencia se entiende como la zona del espacio geográfico donde las actividades del proyecto generan el impacto ambiental. Para el caso de proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare,** el cual está ubicado en el municipio de Acacías, en el departamento del Meta.

El municipio se caracteriza principalmente por el desarrollo de actividades como la agricultura, este se destaca por su diversidad biológica y su potencial para impulsar una agroindustria sostenible y competitiva. La implementación de prácticas agrícolas innovadoras y sostenibles, junto con el fortalecimiento de las cadenas de valor agrícola, resultan fundamentales para aumentar la productividad y mejorar la calidad de vida de los agricultores locales. Se tiene en relación de cultivos permanentes, que el producto más representativo es la palma de aceite. Los demás cultivos permanentes son el café, naranja, plátano, piña, maracuyá, entre otros. Los sistemas de producción pecuaria se clasifican según el tipo de producción, se enfoca en la producción de leche con animales de alto valor genético; producción de carne enfocado en el engorde y, doble propósito que es la producción de leche y de carne. En cuanto a la cantidad de porcinos en el municipio se encuentra una gran cantidad de animales localizados en el municipio. La actividad minera más representativa del municipio está relacionada con hidrocarburos, con tres (3) contratos vigentes a la fecha, celebrados entre Ecopetrol S.A. y la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH. Para el desarrollo de las actividades del sector terciario del donde las actividades del comercio al por mayor y al por menor; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida; información y comunicaciones; actividades financieras y de seguros; actividades inmobiliarias; actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos; administración pública y defensa; educación; actividades de atención de la salud; actividades artísticas de entretenimiento y; otras actividades de servicios[9].

Puntualmente, en las unidades territoriales menores se tiene que la actividad económica predominante en la zona es la agricultura, con especial énfasis en el cultivo de palma africana, en

[9]Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión económica

donde cumple un rol privilegiado en la generación de empleo directo e indirecto, contratación de mano de obra local y flujo constante de ingresos. En paralelo, cultivos como cacao, plátano, yuca, maracuyá, patilla y cítricos contribuyen a la seguridad alimentaria familiar y a la comercialización en mercados locales y veredales. La producción se maneja mayoritariamente con sistemas tradicionales y niveles variables de tecnificación. Esta actividad presenta mayor representartividad ya que el número de unidades ganaderas es significativamente superior respecto al resto de actividades económicas tradicionales del área. La distribución homogénea de esta actividad evidencia una vocación pecuaria consolidada ligada a la economía familiar rural, con predominancia de sistemas de producción extensivos y baja tecnificación. La ganadería desempeña un papel fundamental en la generación de ingresos y aseguramiento alimentario local, siendo el renglón económico de mayor peso dentro del sector primario.

En el sector secundario se identifican unidades económicas, caracterizadas en su mayoría por su naturaleza artesanal, doméstica o de transformación a pequeña escala; orientadas principalmente a la transformación básica de materias primas y a la manufactura ligera. Estas actividades se distribuyen de manera dispersa en las diferentes veredas, especialmente en los centros poblados y asentamientos humanos nucleados. El sector terciario, igualmente conocido como sector servicios, abarca una amplia variedad de actividades económicas que, aunque no generan un producto tangible, son esenciales para la economía local. Entre estas se encuentran: el comercio, la hostelería (restaurantes y hoteles), el transporte, los servicios de limpieza, mantenimiento y reparación de vehículos, entre otros[10].

Con base a lo anterior, su promedio de ingreso anual se determinaría como “Población de ingresos medios Altos” [11]. contrastando la información con los índices de pobreza y grupos de ingresos en Colombia para 2025 gracias al DANE[12], y teniendo en cuenta las clases sociales la población del área de influencia y el ingreso per cápita promedio por clases sociales[13], se logra constatar que dicha población se encuentra por encima de la línea de pobreza, ya que sus ingresos anualmente son superiores al costo per cápita mínimo necesario de supervivencia (La línea de pobreza monetaria per cápita nacional 2025 fue $354.031; en el caso de un hogar de cuatro personas fue $1.416.124)[14]. Tomando en consideración la información sobre el proyecto previamente descrita, se procede a hallar el valor económico de la afectación del paisaje y su belleza escénica, por parte de este impacto.

Paso 1. Identificación de estudios y valores a transferir.

Teniendo en cuenta las características que se mencionan en la descripción de la metodología de trasferencia de beneficios, se establece la información de la **Tabla 5-15**. Se debe tener en cuenta que para el proyecto se relacionan las actividades altamente impactantes al paisaje: las obras civiles de la infraestructura asociada a los sitios de intervención. A partir de esta información, serán seleccionados el o los estudios que más pertinencia tengan para aplicar la metodología en su totalidad.

[10]Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión económica
[11] https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups) Latin America & the Caribbea
[12] https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria o https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)
[13]https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/analisis_clases_sociales_23_ciudades.pdf Análisis de las clases sociales- Tabla 2. Ingreso per cápita promedio de la unidad de gasto por terciles de ingreso y clases sociales (b.1) y porcentaje respecto a la clase alta (b.2). Precios constantes año 2021. 23 ciudades y áreas metropolitanas. Comparativo 2019-2021.
[14] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf Diapositiva #12 DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)

Tabla 5-15 Características ecosistémicas y socioeconómicas

UBICACIÓN DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS			
DEPARTAMENTO // MUNICIPIO	GRAN BIOMA	BIOMAS	SERVICIO ECOSISTÉMICO	SOCIOECONÓMICO
Meta // Acacías	Bosque húmedo tropical	Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y Zonobioma Húmedo Tropical	Cultural, de belleza escénica	Ingresos medios altos

Fuente: (The Work Bank, 2022)[15], Adaptado SGI S.A.S., 2025

Entonces, se recurre a la búsqueda de diferentes bases de datos que permitan la identificación de estudios significativos para el caso. De esta manera, se hace uso de Science Direct, Scielo, Econlit, Elsevier y TEEB, para la búsqueda.

De acuerdo con la **Tabla 5-15**, según la caracterización de la zona se selecciona los estudios acordes a los impactos y servicio ecosistémico. Se registran dos (2) estudios que comparten el servicio ecosistémico cultural de belleza escénica. A continuación, se presenta la selección de los estudios (Ver **Tabla 5-16**).

Tabla 5-16 Estudios que comparten servicio ecosistémico

ESTUDIO RELEVANTE	AÑO	PAÍS DE ORIGEN	VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO	UNIDADES
Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148).	2011	Perú	5	PEN/per/año
L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38.	2006	Colombia	4.981	COP/per/año

Fuente: Science Direct, Scielo, Econlit, Elsevier y TEEB, modificado por SGI S.A.S., 2025

De este modo, en la revisión bibliográfica (Ver **Tabla 5-16**) se tiene un total de dos (2) posibles estudios que comparten las características al valorar la cultural de belleza escénica. A continuación, se muestra, en los pasos 2 y 3, las razones del por qué los estudios son aceptados o rechazados dentro de esta transferencia de beneficios.

Paso 2. Evaluar los valores a transferir

En este paso es importante determinar si los valores de los estudios son transferibles o no. Esto depende de la calidad del estudio, lo cual implica que la medida haya sido estimada correctamente, que sus valores tengan coherencia con los resultados esperados y que sus métodos de estimación sean acertados (MADS, 2017). En este sentido, todo estudio que se haya calculado a través de transferencia de beneficios es descartado, al igual que estudios muy antiguos o con valores que puedan parecer asimétricos.

En la **Tabla 5-17** se presenta cada uno de los estudios identificados junto con sus valores calculados y la metodología empleada para su obtención.

[15] https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519

Tabla 5-17 Valores y metodologías empleadas de los estudios en revisión

ESTUDIO RELEVANTE	VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO	UNIDADES	METODOLOGÍA EMPLEADA
Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148).	5	PEN/Persona/Año	Valoración contingente
L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38.	4.981	COP/Persona/Año	Valoración contingente

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Con la información capturada en la **Tabla 5-17**, se comparan los valores y metodologías de cada estudio. Dado que la mayoría de ellos establecen un valor por persona, será este valor el de referencia para tomar el valor a transferir. Los estudios poseen metodologías de primer orden y por tanto se consideran apropiados, estos mismos proceden a ser evaluados bajo el criterio de calidad y se encuentran resumidos en la **Tabla 5-18**.

Tabla 5-18 Evaluación de los valores a transferir

ESTUDIO RELEVANTE	AÑO	PAÍS DE ORIGEN	VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO	UNIDADES	METODOLOGÍA EMPLEADA
Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148).	2011	Perú	5	PEN/persona/año	Valoración contingente
L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38.	2006	Colombia	4.981	COP/persona/año	Valoración contingente

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Paso 3. Evaluar la calidad de los estudios a transferir

Uno a uno de los estudios encontrados y validados, se exponen a continuación enmarcando sus cualidades que los hacen compatibles o no con el caso del servicio ecosistémico, cultural de belleza escénica del paisaje dentro del proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare.**

El estudio de (Z. Novoa en 2011), tiene como objetivo valorar económicamente los paisajes naturales a través de valoración contingente, para un área de conservación privada de bosques naturales en el norte del Perú, se tuvieron en cuenta para la valoración contingente la población aledaña a las áreas naturales, establecida con sistemas económicos principalmente agrícolas con sistemas de ingresos medios bajos, no obstante para el presente proyecto las características bioclimáticas y ecológicas no pueden ser homologables. Aunque las características socioeconómicas del estudio presentan características de ingresos medio bajos, al igual que el área de influencia del presente proyecto. No es posible **aceptar** este estudio dentro del análisis porque no cumple con las características ecosistémicas de la zona.

Finalmente, el estudio El estudio realizado por (L. Escobar 2006), en Colombia presenta un análisis comparativo de los beneficios estimados de la conservación de la reserva natural del Bosque Yotoco, empleando el método de valoración contingente, para obtener un acercamiento económico al disfrute paisajístico, corroborando así la utilidad de los servicios culturales ambientales brindados por los paisajes naturales. Este estudio tiene relevancia dado que la reserva donde se desarrolló el estudio cuenta con riquezas naturales y paisajísticas ubicadas en las estribaciones de la cordillera occidental, considerado como un bioma de bosque húmedo tropical y una temperatura promedio anual de (22 C). Por estas razones el estudio se considera **válido** para el análisis.

A continuación, se presenta el estudio con el cual se realizará la transferencia de valores (Ver **Tabla 5-19**)

Tabla 5-19 Estudios seleccionados para la transferencia de beneficios

ESTUDIO RELEVANTE	AÑO	PAÍS DE ORIGEN	VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO	UNIDADES	METODOLOGÍA EMPLEADA
L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38.	2006	Colombia	4.981	COP/Per/Año	Valoración Contingente

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Paso 4. Ajustar los valores a transferir.

El estudio seleccionado (Ver **Tabla 5-19**) se encuentra en peso colombiano. Además, fue publicado en un año diferente al 2025, año de referencia para la evaluación económica ambiental del proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare**. Por esta razón es necesario ajustar los precios en el tiempo, teniendo en cuenta variables como las tasas de cambio y de los valores asociados a los comportamientos inflacionarios.

Dado que el año en que se realizó el estudio corresponde al 2006, es necesario traer a precios del 2024 los valores determinados en dicho momento. La homogenización (brindar consistencia a los valores en el tiempo) del valor encontrado en el estudio seleccionado, se realiza mediante la incorporación de los cambios en el valor del dinero (IPC)[16] durante los años.

De esta manera, se presentan los cálculos mediante los cuales se trae a valor presente el valor del año 2006, correspondiente al año en que fue validado el estudio seleccionado.

Tabla 5-20 Ajuste de valores del estudio: Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco

PAÍS DE ESTUDIO	COLOMBIA	VALORES
Valor del estudio en COP por Persona Año	a	$4.981
IPC año 2025 Col	b	151.48
IPC año 2006 Col	c	61.33
Valor del estudio 2025	d=a*b/c	$12.303

Fuente: SGI S.A.S., 2025

[16]https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc

Con base en la información anterior es posible ajustar los valores en el tiempo por medio de la indexación por (IPC).

A continuación, se presenta de manera resumida el valor obtenido por el estudio seleccionado **Tabla 5-21**.

Tabla 5-21 Valor medio estimado para el servicio ecosistémico cultural de belleza escénica

ESTUDIO RELEVANTE	PAÍS	SEE	VALOR DEL ESTUDIO	UNIDADES	AÑO	VALOR
L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006).pp.25-38.	Colombia	Cultural Belleza escénica	4.981	COP/PER/ANO	2006	$12.303
VALOR POR TRANSFERIR						**$12.303**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Paso 5. Estimación del valor total.

El impacto Alteración en la percepción visual del paisaje, tienen vínculo tanto con la cantidad de hectáreas a intervenir como la cantidad de habitantes afectados por el impacto; este segundo indicador se tiene en cuenta dado el valor hallado por el estudio se establece a partir de la disposición a pagar por habitante.

A continuación, se presenta la información respectiva sobre la población económicamente activa del área de influencia directa del proyecto que se encuentran afectadas. Esta información es estimada a partir de la información suministrada en el Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4.2.6 Caracterización del Mercado Laboral Actual y Tendencias de Empleo y se tiene en cuenta una población económicamente activa de **1.191 personas**. Siguiendo lo estipulado por la Autoridad ambiental, sobre la aplicación de la metodología, es necesario agregar el valor estimado al total del área afectada por las actividades del proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare** y/o la población afectada por la modificación al servicio ecosistémico. En este caso se emplea el indicador correspondiente a la población económicamente activa para contemplar de mejor manera la dinámica de interacción del proyecto en las zonas donde se puede ver el ecosistema afectado y así obtener el valor económico del impacto por visita como se puede observar en la **Tabla 5-22**.

Así mismo dicho valor económico por visita, se opera con la variable NVIS de 1,47[17] que estipula el estudio, el cual representa la variable por número de visitas esperadas al año, como se puede observar en la **Tabla 5-22**.

Tabla 5-22 Estimación del valor del impacto Alteración en la percepción visual del paisaje

POBLACIÓN	VALOR POR TRANSFERIR	VALOR POR VISITA	VALOR DEL IMPACTO	AÑO 1-31
A	B	C=AxB	D=Cx1,47	$21.539.121
1.191	$12.303	$14.652.463	$21.539.121	

Fuente: SGI S.A.S., 2025

[17] Tabla 2. Variables y estadísticas descriptivas del modelo de VC. Pag 31, Escobar, Luis Alfonso; Erazo, Alejandra Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje Gestión y Ambiente, vol. 9, núm. 1, 2006

Así, según la **Tabla 5-22** el costo anual del impacto Alteración en la percepción visual del paisaje de $21.539.121 dentro de proyecto Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare.

5.2.7.2 Valoración económica del impacto: Alteración a comunidades de fauna terrestre

El impacto es generado por las actividades de desmonte, descapote, rocería y limpieza, movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos), construcción y/o adecuación de obras para cruces de drenajes naturales (ocupaciones de cauce), apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza), transporte, acopio, tendido de tubería, instalación y operación de tea, mantenimiento de los derechos de vía para las líneas de flujo, válvulas, accesorios y modificación de diámetros de tubería, transporte terrestre y/o aéreo materiales, equipos, maquinaria, insumos y personal, entre otras.

Estas actividades generan perdida de conectividad entre algunas coberturas boscosas, causando efectos sinérgicos sobre el comportamiento y distribución de los individuos de fauna. Todas las intervenciones se llevarán a cabo en sitios puntuales y en la medida de lo posible sobre coberturas previamente intervenidas por otras actividades.

Por estas razones, el impacto se encuentra asociado al servicio ecosistémico de soporte que brinda el hábitat natural y el mantenimiento de cadenas tróficas.

Metodología

Por medio de la metodología de precios de mercado se estima un valor comercial del recurso impactado, en función de la tasa compensatoria de caza de fauna silvestre como instrumento económico. La tasa por caza de fauna silvestre se toma de acuerdo con lo estipulado en el Decreto No. 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por el cual se adiciona un capítulo al Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones” y la Resolución No. 1372 del 22 de agosto de 2016 “Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones”.

La tasa compensatoria por caza de fauna silvestre se calcula con los datos obtenidos en la caracterización biótica para los registros de los grupos de especial interés de aves, reptiles y mamíferos. El cobro de la respectiva tarifa, de acuerdo con el Decreto 127218, se realizará anualmente.

A continuación, se describen las variables que se tienen en cuenta para el cálculo de la tasa compensatoria por caza:

Ecuación 5-1 Tasa compensatoria por caza para cada especie

$$TFSi = TMxFRi$$

Donde:	TFSi:	Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie i, expresada en pesos por espécimen o muestra.
	TM:	Tarifa mínima base, expresada en pesos por espécimen o muestra.
	FRi:	Factor regional determinado para cada especie i (es adimensional).

La Tarifa mínima base (TM) expresada en pesos por espécimen o muestra, se calcula teniendo en cuenta los costos de recuperación del recurso fauna silvestre como base para el cálculo de su

[18] Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. Decreto 1272 De agosto De 2016. Por El Cual Se Adiciona Un Capítulo Al Título 9 De La Parte 2 Del Libro 2 Del Decreto 1076 De 2015, Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente Y Desarrollo Sostenible, EN Lo Relacionado Con La Tasa Compensatoria Por Caza De Fauna Silvestre Y Se Dictan Otras Disposiciones.

depreciación, de acuerdo con las pautas y reglas establecidas por el artículo 42 de la Ley 99 de 1993. Esta tarifa la determinó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 1372 de 2016, en $9.600 por espécimen o muestra. Este valor, que se actualiza anualmente, corresponde para el año 2025 a un monto de $15.792 COP.

A su vez, el Factor Regional se compone de diversas variables.

Ecuación 5-2 Factor Regional

$$FR = (Cb + 4{,}5\ N) x\ TC\ x\ GTi\ x\ V$$

Donde:	Cb:	Coeficiente Biótico (1 - 5).
	N:	Variable de nacionalidad (0 - 1)
	TC:	Tipo de Caza (0,1 - 1,2)
	Gt:	Grupo Trófico (0,08 – 1,0)
	V:	Coeficiente de valoración (0,01 – 20,0).

El Coeficiente biótico (Cb) es el factor que integra tres elementos: estado de conservación de la especie, su presión por uso y el estado de conservación del hábitat de la población objeto de caza.

Tabla 5-23 Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie

NIVEL	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE LA VARIABLE
1	Datos Insuficientes (DD) o Especies No Evaluadas (NE)
2	Preocupación Menor (LC)
3	Casi Amenazada (NT)
4	Vulnerable (VU)
5	En Peligro (EN) o en Peligro Crítico (CR).

Fuente: Decreto 1272 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones

En el archivo anexo (Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE) se detallan las especies de cada grupo de fauna, considerando su grado de endemismo, la categoría de conservación según la IUCN (2022-1) y su inclusión en los Libros Rojos, con el fin de asignar el nivel correspondiente.

La variable Nacionalidad (N) realiza la discriminación entre usuarios nacionales y extranjeros para asignar el valor que corresponda. Toma valores de cero (0) para nacionales y uno (1) para extranjeros. (solo se tiene información de algunas aves migratorias latitudinales).
El Tipo de Caza (TC) corresponde a la variable que indica si es caza comercial, de fomento, deportiva o científica con y sin fines comerciales, de control y para desarrollo de estudios ambientales. Según el tipo, toma valores entre 0,1 y 1,2.

Tabla 5-24 Valor de la variable – tipo de caza

TIPO DE CAZA	VALOR
Caza comercial, de fomento y deportiva	1.2
Caza científica con fines comerciales	0.9
Caza científica para estudios ambientales	0.6
Caza de control	0.3

TIPO DE CAZA	VALOR
Caza científica no comercial	0.1

Fuente: Decreto 1272 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones.

Para este caso, se adoptará el valor correspondiente a la categoría de Caza científica con fines comerciales, el cual es de 0,9, al ser el más alto dentro de las posibles referencias de la caza científica. Esta decisión se fundamenta en la premisa de que las actividades del proyecto generan un impacto significativo sobre el medio, particularmente en la fauna silvestre y su hábitat, lo que justifica la aplicación de este coeficiente en la valoración económica de los impactos ambientales.

El Grupo Trófico (GT) hace referencia a la posición que una especie ocupa en la red alimenticia (parásito, depredador, parasitoide, etc.), la cual está relacionada con la dieta o tipo de alimento que consume (detritívoro, herbívoro, omnívoro, carroñero, etc.) y considera si este es invertebrado o vertebrado. Toma valores entre 0,08 y 1,0. Los valores tomados para cada especie se ven al detalle en el Anexo de la memoria de cálculo, pestaña VEA FAUNA.

El Coeficiente de Valoración (V) es el factor que categoriza las especies de fauna silvestre teniendo en cuenta el valor intrínseco, la importancia cultural y el valor de mercado. El coeficiente de valoración (V) tomará los valores según las categorías reguladas y delimitadas por los Artículos 1, 2, 3, 4 y 5 de la Resolución No. 0589 del 09 de marzo de 2017. En ese sentido se ajusta V = 1 o 10 teniendo en cuenta que se trata de otras especies.

El Costo de implementación (Ci) expresado en pesos corresponde a $42.777 al año 2025[19].

Finalmente, la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie í (TFSi) objeto de cobro, es expresada en pesos por espécimen o muestra; se obtiene de la sumatoria de las tasas calculadas anteriormente para cada especie.

Por ende, para calcular el monto total a pagar, se tienen en cuenta los siguientes elementos, los cuales fueron previamente identificados:

- Tasa compensatoria calculada para cada especie de fauna silvestre sujeta a cobro.
- Número de especímenes y/o muestras.
- Costos de implementación.

Se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 5-3 Cálculo del monto total a pagar

$$MP = CI + \sum_{i=0}^{n} (TFSi \; x \; ESi)$$

Donde:	MP:	Total, del monto a pagar, expresado en pesos.
	CI:	Costo de implementación, expresado en pesos. Son los costos mínimos estimados para la implementación de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre, como parte de los costos de recuperación del recurso
	TFii:	Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie *í* objeto de cobro, expresada en pesos por espécimen o muestra.
	Esi:	Número de especímenes y/o muestras de la especie *i* de fauna silvestre objeto de cobro. Se cobrará por el número de especímenes en términos de individuos, según la cantidad cazada o recolectada, o la aprobada en el respectivo permiso o licencia.

[19] https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/tasa-compensatoria-por-caza-de-fauna-silvestre/#1730125421414-f93f2a08-c182

	n:	Total, de especies de fauna silvestre objeto de cobro

En la siguiente tabla, se relacionan la cantidad en promedio de individuos, a partir del número de especies identificadas en la zona del proyecto (Ver Archivo Anexo Excel "GDB EIA BUCARE_MuestreoFaunaResultadosTB - Capítulo 3.3 Medio Biótico-3.3.2.5 Fauna Silvestre"[20]) y el valor económico anual estimado para cada clase, teniendo en cuenta un total de una población muestral de 8.261 individuos identificados en los muestreos de campo.

Tabla 5-25 Valoración económica de los impactos Alteración a comunidades de fauna terrestre

CLASE	POBLACIÓN MUESTRAL	VALOR ECONÓMICO ESTIMADO
Anfibios	1384	$ 11.000.707
Reptiles	538	$ 6.157.042
Mamíferos	2043	$ 87.548.716
Aves	4296	$ 38.401.564
TOTAL	**8261**	**$ 143.150.806,41**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Considerando la abundancia de las especies de los grupos faunísticos, se estima un valor total para el impacto Alteración a comunidades de fauna terrestre, equivalente a **$143.150.806,41 COP**. El detalle de cálculo se encuentra en el Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 **EEA_BUCARE.**

5.2.7.3 Valoración económica de los impactos: Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional

El proyecto Área de Desarrollo Bucare**,** donde se generan los impactos de Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional, se originan principalmente por las actividades asociadas a desmonte, descapote, rocería y limpieza, estabilización y/o revegetalización de taludes, apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza), despeje de servidumbre para instalación de la línea (incluye replanteo, desmonte, descapote y limpieza), entre otras.

Dentro de las especies que se pueden ver afectadas, se encuentran la composición de especies vascular y no vascular de diferentes hábitos de crecimiento, algunas de ellas podrían estar en condición de veda nacional. En este sentido La afectación generada por los impactos será valorada según los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de madera y regulación de almacenamiento de carbono.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a calcular el valor económico del impacto sobre las diferentes coberturas presentes en cada una de las obras de infraestructura a realizar por el proyecto[21], como se puede observar en la **Tabla 5-26**.

[20]Ver Anexos VEA FAUNA
[21] Fuente: Capitulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal

Tabla 5-26 Tipos de ecosistemas en las cuales se relaciona el servicio de aprovisionamiento de madera

ECOSISTEMA	ACTIVIDADES LINEALES		ACTIVIDADES PUNTUALES	
	Área afectar (ha)	Vol. máx. de AF (m³)	Área afectar (ha)	Vol. máx. de AF (m³)
Arenales del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,10	23,65
Arroz del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	15,47	3658,28	4,70	891,37
Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	0,87	164,09	0,00	0,00
Café del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cítricos del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes arbóreos del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes arbustivos del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes herbáceos del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio	0,30	1,79	0,00	0,00
Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio	0,61	1,52	0,10	0,25
Maíz del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros cultivos transitorios del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Palma de aceite del Helobioma Villavicencio	4,25	10,84	4,07	10,38
Palmares del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	0,72	17,61	0,92	22,50
Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	1,01	5,99	1,27	7,53
Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	17,68	51,34	21,24	61,66
Pastos y árboles plantados del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantación forestal del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	1,48	169,13	0,10	11,44
Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	0,54	19,68	0,68	24,62
Yuca del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Zonas pantanosas del Helobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Canales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Estanques para acuicultura continental del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Ríos del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0,00	0,10	0,00
Explotación de hidrocarburos del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,00	0,00
Instalaciones recreativas del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,10	0,00
Obras hidráulicas del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,00	0,00
Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial	0,00	0,00	1,00	0,00
Tejido urbano discontinuo del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,00	0,00
Zonas industriales o comerciales del Territorio Artificial	0,00	0,00	0,00	0,00

ECOSISTEMA	ACTIVIDADES LINEALES		ACTIVIDADES PUNTUALES	
	Área afectar (ha)	Vol. máx. de AF (m³)	Área afectar (ha)	Vol. máx. de AF (m³)
Arroz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	22,04	4690,06	2,50	532,10
Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	4,51	1283,34	0,20	56,94
Cacao del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,10	0,00
Cítricos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos agroforestales del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes arbustivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivos permanentes herbáceos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Maíz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Mosaico de cultivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros cultivos transitorios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	100,22	233,26	99,19	230,85
Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	4,03	110,38	4,69	128,44
Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	2,97	11,70	3,49	13,72
Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	96,56	478,90	110,67	548,88
Pastos y árboles plantados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantacion forestal del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,09	338,63	0,10	10,96
Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	1,45	50,68	1,64	57,51
Yuca del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	0,00	0,00	0,00
	277,80	**11297,22**	**256,96**	**2632,80**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

En este caso se inicia valorando el servicio ecosistémico de aprovisionamiento de madera. Por lo cual, se tuvo en cuenta la tabla de Volúmenes estimados de aprovechamiento, los cuales son descritos en el Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales. En esta sección, se encontraron las zonas descritas con presencia de aprovisionamiento de madera, estimada a partir en unidad de medida correspondiente al volumen por hectárea.

La madera es uno de los beneficios materiales que el ecosistema proporciona, el cual es reconocido como un servicio de abastecimiento (aprovisionamiento)[22]. Este se puede comercializar en los mercados, o en otro caso, puede llegar a ser una materia prima para la dependencia y subsistencia de hogares.

De este modo, la metodología de valoración que puede relacionar y expresar de forma económica la alteración que se presenta en el ecosistema, corresponde a precios de mercado. Esta metodología hace parte de la categoría de los métodos de valoración indirecta de preferencia revelada y se encuentra relacionada en el Manual de criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.

[22] FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Ahora bien, el volumen maderable a remover equivale a un total de 13.930,02 m³ y comercial de 8.235,35 m³, teniendo en cuenta dicha información, se procede a determinar el costo del servicio ecosistémico alterado.

Para la determinación del valor económico del área de influencia, se consultó el precio por metro cúbico de madera con base en la información proporcionada por el Observatorio de Economía Forestal[23]. Como referencia, se consideraron los valores correspondientes a la **ciudad de Acacias (Meta)** para las especies maderables más representativas, entre ellas: Acacia, Cedro, Eucalipto, Flor Morado, Machaco, Melina, Parature y Pino.

El precio promedio de estas especies para el año 2019 fue de $639.500 COP/m³, el cual se actualizó a precios de 2025 mediante la aplicación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) reportado por el DANE, obteniendo un valor ajustado de $933.251,06 COP/m³. Esta actualización permite contar con una estimación más precisa y representativa del contexto económico actual. Esta información se puede ver en la **Tabla 5-27**.

Tabla 5-27 Volumen comercial de la madera

VOLUMEN TOTAL QUE APROVECHAR	VOLUMEN COMERCIAL TOTAL PARA ASERRADERO (m³)	COSTO COMERCIAL POR METRO CÍ (m³)	VOLUMEN COMERCIAL A ASERRADERO
a	b	c	d = b x c
13930,02	8235,35	$933.251	$ 7.685.649.068,42

Fuente: SGI S.A.S., 2025

De acuerdo con la **Tabla 5-27**, la valoración de aprovechamiento de madera comercial (servicio ecosistémico: aprovisionamiento de madera), refleja una un valor económico de $ 7.685.649.068,42 COP.

A continuación, se presenta la valoración del servicio ecosistémico de **regulación de almacenamiento de carbono.**

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO_2) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de (CO_2) que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Lo primordial es cuanto carbono (CO_2) captura el árbol durante toda su vida.

Los árboles, al convertir el (CO_2) en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del (CO_2) que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, absorben (capturan) únicamente pequeñas cantidades de (CO_2) necesarias para su respiración y la de los suelos. El dióxido de carbono atmosférico (CO_2) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma de materia orgánica

[23] https://observatorio-economia-forestal-3-mads.hub.arcgis.com/

(biomasa-madera). El (CO_2) regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación)[24].

En este sentido, el proyecto Área de Desarrollo Bucare, va a generar una afectación puntual al servicio ecosistémico de regulación de almacenamiento de carbono. Es importante considerar que las actividades de aprovechamiento forestal, que incluyen la remoción de cobertura vegetal y descapote, son necesarias para la implementación del proyecto, estas, implicarán la liberación de carbono almacenado en la biomasa vegetal. Estas acciones, al remover la cobertura vegetal existente, provocarán la emisión de CO2 almacenado en la materia orgánica de los suelos y en la propia vegetación, contribuyendo así a la liberación de carbono a la atmósfera. A pesar de esta emisión inicial de CO2, es importante destacar que el proyecto no afectará la capacidad de captura de carbono a largo plazo, ya que se espera que la vegetación se regenere mediante acciones de reforestación y naturalmente una vez finalizadas estas actividades.

Para la realización de la valoración económica por esta afectación, se utilizó la siguiente información:

Según el estudio de Yepes, A. et al. (2011) donde con su protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa de carbono en Colombia, permite obtener la tasa de absorción de CO2 por toneladas de CO2 /ha/año como se indica en la **Tabla 5-28**, la cual es aplicada a cada una de las coberturas del área de intervención del proyecto y se opera por el factor de conversión de carbono neto liberado a dióxido de carbono equivalente (Co2e) emitido (3,67), de esta manera se estiman las emisiones de carbono producidas por el cambio de bosque natural en términos de dióxido de carbono (Co2).

El precio promedio de mercado de una tonelada de (CO_2) para Colombia 2025 es de $ 27.399,14 COP/ Ton (CO_2)[25].

Teniendo en cuenta el área total de las hectáreas por aprovechamiento, las cuales corresponden a 534,76 ha[26], puntualmente, se procede a calcular el valor económico de la capacidad de almacenamiento de CO2. Dicho resultado se evidencia en la **Tabla 5-28**.

Tabla 5-28 Valoración de la regulación en la capacidad de almacenamiento de CO2

VALOR TOTAL SEE CAPTURA DE CARBONO						
Servicio Captura de Carbono						Valor
COBERTURA	Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto	(Bosque seco tropical) * CO2e= X-Ton/ha/ año *	3,67 (Factor de conversión)	X=CO2e=X-Ton/ha/año * 3,67(Factor de conversión)	Valor del CO2 ($COP 2025)	
	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO2	Precio Ton	
Arenales del Helobioma Villavicencio	0,10	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Arroz del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Bosque de galería y/o ripario del Helobioma Villavicencio	20,17	132,1	3,67	484,81	$ 27.399,14	$ 267.867.740

24 Yepes, A. et al. (2011). Protocolo para la estimación nacional y sub nacional de biomasa de carbono en Colombia. Bogotá, Colombia: IDEAM. Ver Anexo VEA COBERTURAS
25 Valor tomado de RESOLUCIÓN NÚMERO 000008 (31 ENE 2025) Por la cual se ajustan las tarifas del Impuesto Nacional a la Gasolina y al ACPM, y del Impuesto Nacional al carbono. Ver Anexo VEA COBERTURAS
26 Fuente: Capítulo 4. Demanda, uso y/o aprovechamiento de Recursos Naturales - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal

VALOR TOTAL SEE CAPTURA DE CARBONO						
Servicio Captura de Carbono						Valor
COBERTURA	Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto	(Bosque seco tropical) * CO2e= X-Ton/ha/ año *	3,67 (Factor de conversión)	X=CO2e=X-Ton/ha/año * 3,67(Factor de conversión)	Valor del CO2 ($COP 2025)	
	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO2	Precio Ton	
Bosque denso alto inundable del Helobioma Villavicencio	0,87	132,1	3,67	484,81	$ 27.399,14	$ 11.492.794
Café del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Cítricos del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes arbóreos del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes arbustivos del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes herbáceos del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Herbazal denso inundable arbolado del Helobioma Villavicencio	0,30	14,1	3,67	51,75	$ 27.399,14	$ 428.830
Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma Villavicencio	0,71	14,1	3,67	51,75	$ 27.399,14	$ 1.008.975
Maíz del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Otros cultivos transitorios del Helobioma Villavicencio	0,00	4,2	3,67	15,41	$ 27.399,14	$ 0
Palma de aceite del Helobioma Villavicencio	8,31	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 19.898.620
Palmares del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0
Pastos arbolados del Helobioma Villavicencio	1,64	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 1.056.828
Pastos enmalezados del Helobioma Villavicencio	2,29	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 1.472.322
Pastos limpios del Helobioma Villavicencio	38,92	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 25.044.942
Pastos y árboles plantados del Helobioma Villavicencio	0,00	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 0
Plantación forestal del Helobioma Villavicencio	0,00	89,9	3,67	329,93	$ 27.399,14	$ 0
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua del Helobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Vegetación secundaria alta del Helobioma Villavicencio	1,58	19,6	3,67	71,93	$ 27.399,14	$ 3.110.756
Vegetación secundaria baja del Helobioma Villavicencio	1,22	19,6	3,67	71,93	$ 27.399,14	$ 2.397.416
Yuca del Helobioma Villavicencio	0,00	23,8	3,67	87,35	$ 27.399,14	$ 0

VALOR TOTAL SEE CAPTURA DE CARBONO						
Servicio Captura de Carbono						Valor
COBERTURA	Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto	(Bosque seco tropical) * CO2e= X-Ton/ha/ año *	3,67 (Factor de conversión)	X=CO2e=X-Ton/ha/año * 3,67(Factor de conversión)	Valor del CO2 ($COP 2025)	
	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO2	Precio Ton	
Zonas pantanosas del Helobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Canales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Cuerpos de agua artificiales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Estanques para acuicultura continental del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Hidrobioma Villavicencio	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Ríos del Hidrobioma Villavicencio	0,10	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Explotación de hidrocarburos del Territorio Artificial	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Instalaciones recreativas del Territorio Artificial	0,10	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Obras hidráulicas del Territorio Artificial	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto del Territorio Artificial	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Red vial y territorios asociados del Territorio Artificial	1,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Tejido urbano discontinuo del Territorio Artificial	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Zonas industriales o comerciales del Territorio Artificial	0,00	0	3,67	0,00	$ 27.399,14	$ 0
Arroz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	24,54	132,1	3,67	484,81	$ 27.399,14	$ 325.913.728
Bosque denso alto de tierra firme del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	4,71	132,1	3,67	484,81	$ 27.399,14	$ 62.538.838
Cacao del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Café del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,10	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 290.603
Cítricos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0

VALOR TOTAL SEE CAPTURA DE CARBONO						
Servicio Captura de Carbono						Valor
COBERTURA	Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto	(Bosque seco tropical) * CO2e= X-Ton/ha/ año *	3,67 (Factor de conversión)	X=CO2e=X-Ton/ha/año * 3,67(Factor de conversión)	Valor del CO2 ($COP 2025)	
	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO2	Precio Ton	
Cultivos agroforestales del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	5,8	3,67	21,29	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes arbóreos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes arbustivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Cultivos permanentes herbáceos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Maíz del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Mosaico de cultivos del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
Otros cultivos transitorios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	4,2	3,67	15,41	$ 27.399,14	$ 0
Palma de aceite del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	199,41	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 579.491.824
Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	8,72	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 5.614.023
Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	6,46	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 4.157.670
Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	207,24	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 133.368.898
Pastos y árboles plantados del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	6,4	3,67	23,49	$ 27.399,14	$ 0
Plantacion forestal del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	89,9	3,67	329,93	$ 27.399,14	$ 0
Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,19	19,6	3,67	71,93	$ 27.399,14	$ 6.287.873
Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	3,09	19,6	3,67	71,93	$ 27.399,14	$ 6.093.530
Yuca del Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio	0,00	28,9	3,67	106,06	$ 27.399,14	$ 0
TOTAL	**534,760**					**$ 1.457.536.209**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

De acuerdo con lo anterior, el valor económico del servicio de almacenamiento de carbono corresponde a $ 1.457.536.209 COP.

Finalmente, se presenta y consolida la valoración económica total de los impactos; Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional, tal y como se expresa en la **Tabla 5-29.**

Tabla 5-29 Valor económico total de los impactos "Alteración a comunidades de flora, Alteración a la cobertura vegetal y Cambio en la conectividad ecológica funcional"

COSTOS TOTALES		
A	Valor Económico Del Servicio Ecosistémico Por Provisionamiento De Madera	$ 7.685.649.068
B	Valor Económico Del Servicio Captura Carbono	$ 1.457.536.209
A+B+C	**Total**	**$ 9.143.185.278**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.7.4 Valoración económica del impacto: Alteración a ecosistemas terrestres

La valoración económica ambiental del impacto Alteración a ecosistemas terrestres es generado por actividades que conllevan la afectación directa sobre los hábitats naturales y alteran la conectividad de los ecosistemas donde se desarrollan los hábitats sinérgicamente afectados por la pérdida de la cobertura vegetal ocasionando daños a la flora y por consiguiente a la fauna, haciendo que las especies se desplacen a otros lugares para evitar la perturbación.

El impacto es generado por las actividades de Desmonte, descapote, rocería y limpieza, Apertura y adecuación del derecho de vía (incluye replanteo, descapote y limpieza), Despeje de servidumbre para instalación de la línea (incluye replanteo, desmonte, descapote y limpieza), adecuación y/o construcción de obras civiles Infraestructura poligonal: (Locaciones, ZODMES, Acopios, facilidades (CPF), infraestructura eléctrica, fotovoltaica y áreas de apoyo), entre otras.

Según lo descrito anteriormente, se genera una pérdida de conectividad entre algunas coberturas naturales, causando efectos sobre el comportamiento y distribución de las especies de fauna silvestre. Por estas razones el impacto se encuentra asociado al servicio ecosistémico de soporte que brinda el hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas.

En el Capítulo 4 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación De Recursos Naturales-Inciso 4.6 Aprovechamiento Forestal se establece el área de intervención forestal para las actividades del proyecto. En total se estima que por la ejecución del proyecto se intervendrá 534,76 Ha de coberturas vegetales, que de manera directa afectan el hábitat de la fauna.

Metodología

La metodología de valoración económica propuesta para este servicio de ecosistémico corresponde a la de gastos actuales y potenciales y en especial, la técnica de proyectos sombra. Mediante este método se busca una alternativa que sea capaz de reponer el daño provocado por un proyecto de desarrollo, para lo cual no es necesario devolver el ambiente su condición inicial, sino determinar cómo se puede compensar la pérdida de utilidad inducida por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos (proyectos "sombra") que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales (ANLA, 2017).

De acuerdo con el Banco de Desarrollo de Asia (ABD, por su sigla en inglés), los supuestos implícitos en este análisis son:

a) Los recursos en extinción son escasos y altamente valorados.
b) Las alternativas ofrecidas por los humanos en los proyectos sombra pueden proveer la misma cantidad y calidad de bienes como el ambiente natural.
c) El nivel original de bienes y servicios es deseable y deben ser mantenido.
d) Los costos de los proyectos sombra no exceden el valor de las pérdidas en los servicios producidos en el ambiente natural.

El concepto detrás del proyecto sombra está relacionado con seleccionar una alternativa que sea capaz de reponer, en alguna forma, el daño causado por un proyecto de inversión, determinando cómo se puede compensar la pérdida de utilidad generada por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales (Osorio y Correa, 2004).

El proyecto sombra considerado para la valoración de este impacto es el costo de restauración de la cobertura vegetal. Para ello, se toma la información reportada en la Resolución 00379 de 2022 *"Por la cual se establece el valor de los costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, el valor de los costos de mantenimiento de bosque natural asociado al proyecto de reforestación y se fija el incentivo forestal por árbol, para efectos del Incentivo Forestal para la vigencia 2023"* (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

De acuerdo con esta Resolución, el costo de establecimiento de una hectárea arbórea en la sección de "Acacia mangium"[27] para el "Núcleo Región Orinoquia" dado que el proyecto se encuentra en el departamento del Meta, en el municipio de Acacías, este valor es de $3'273.497 por hectárea para el año 2023. Para los costos de mantenimiento, se tienen en cuenta los valores de "Otras especies e híbridos" (parágrafo 1 artículo 2) igualmente de la resolución 00379 de 2022. Dichos valores fueron actualizados mediante IPC (índice del precio al consumidor) al mes de septiembre de 2025, debido a que, a la fecha aún no se cuenta con la resolución que regiría al año 2025. Ver Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE, pestaña VEA HABITAT.

Tabla 5-30 Valoración económica del impacto alteración a ecosistemas terrestres

CRITERIOS	ESTABLECIMIENTO	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de establecimiento (ha)	3.600.561				
Costos de mantenimiento (ha)		325.644	428.448	459.887	378.398
Número de hectáreas por afectar	534,76	534,76	534,76	534,76	534,76
Valor Total Anual ($)	**1.925.436.251**	**174.141.120**	**229.116.831**	**245.929.048**	**202.351.860**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.7.5 Valoración económica de los impactos: Cambio en el uso social del suelo y Modificación de las actividades económicas de la zona

Los impactos **Cambio en el uso social del suelo y Modificación de las actividades económicas de la zona**, serán valorados por medio de la metodología de costo de oportunidad, dado que esta metodología se centra en los costos de oportunidad asociados a la pérdida de la disponibilidad de la tierra para generar ingresos, por lo cual, se considera más pertinente para este tipo de afectación. A continuación, se observa el desarrollo de la metodología junto al valor económico total.

27 Se toma como referencia la especie de "Acacia mangium" del núcleo Región "Orinoquia", debido a que en el aprovechamiento forestal se encuentra esta especie.

Metodología

En primer lugar, se determinan los costos de oportunidad asociados a la pérdida de la disponibilidad de la tierra para generar ingresos. Según la teoría económica clásica, dentro de toda producción se deben incluir tres factores principales en el largo plazo: el capital, el trabajo y la tierra. Igualmente, la teoría establece que para cada uno de estos factores se tiene un nivel de remuneración específico, es decir que para el capitalista se genera una retribución a partir del uso del capital en la producción y a este se le llama beneficio o utilidad; para el trabajador, dado el uso de su mano de obra se le retribuye con un salario; y, por último, para el terrateniente o dueño de la tierra, se le retribuye por el uso u ocupación de la tierra a través de la renta. En este sentido, al impedir la producción de determinado producto, se debe tomar a consideración la ausencia de remuneración para cada uno de los anteriores factores de producción. A continuación, se presenta la pérdida de beneficios, salarios y renta, asumiendo que el área afectada pudiese ser empleada para usos productivos.

Para capturar la pérdida de utilidad se realiza una estimación de los ingresos medios dentro de cada actividad que se realiza en la zona de influencia, junto con una estimación de los costos de producción. Esto debido a que el beneficio se obtiene del diferencial entre ingresos y costos, teniendo siempre como finalidad la maximización de este. La información para la caracterización productiva del Área de Desarrollo Bucare fue tomada de manera directa en el territorio, mediante la interacción con pobladores que permitió identificar el uso y aprovechamiento tradicional del suelo. Esta información, es el punto de comparación (producción habitual o potencial) para establecer el valor monetario (aproximado) de los impactos sobre la propiedad y cambios en el uso de la tierra desde un enfoque de costo de oportunidad.

El objetivo de determinar la vocación productiva del presente Proyecto, es obtener un valor económico, asociado a la producción habitual o potencial, para posteriormente relacionarlo con un costo de oportunidad, dadas las actividades tradicionales específicas del área de influencia, el objetivo es extrapolar la vocación productiva del área a intervenir de acuerdo con el alcance del proyecto, de esta manera, se identificó que los impactos **Cambio en el uso social del suelo y Modificación de las actividades económicas de la zona**, inciden negativamente sobre las actividades ganaderas y agrícolas que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

Así, del total del área de influencia, el área de intervención para calcular el impacto en mención, se tiene una proporción total de 350,416 ha a intervenir[28].

La incidencia del impacto se concentra en áreas específicas, según se detalla en el Componente Abiótico. En dicha sección, se señala una afectación localizada que comprende 224,66 hectáreas destinadas exclusivamente a actividades ganaderas y 115,89hectáreas asignadas a actividades agrícolas. Estas áreas quedarían inhabilitadas para cumplir con sus funciones actuales como consecuencia de la intervención del proyecto. La distribución detallada de esta afectación territorial se presenta en la **Tabla 5-31**.

Tabla 5-31 Territorio a intervenir por el proyecto

HECTÁREAS QUE INTERVENIR	OPCIÓN DE USO EN GANADERÍA	OPCIÓN DE USO AGRICOLA
350,416	224,66	115,89

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a estimar el valor económico asociado a la actividad ganadera. Para ello, se utilizará como referencia el documento titulado *"Foro Ganadería Regional*

[28]Fuente: Capítulo. Caracterización del área de influencia. Medio Abiótico

Visión 2014-2018"[29] correspondiente al departamento del Meta, elaborado por FEDEGÁN. Este documento proporciona datos relacionados con la capacidad de carga del animal/hectárea y el costo de producción promedio de la carne y de la leche. Estos valores fueron homogenizados por medio del IPC[30] al año 2025 por medio de la indexación.

Por otra parte, los datos referentes a la producción diaria de leche especializada y doble propósito, así como la cifra relacionada al engorde de ganado para sacrificio en el departamento de Meta, fueron obtenidos del documento de Fedegan "Indicadores productivos y reproductivos regionales"[31]. En cuanto a la orientación del hato, se halló en el documento titulado *"Foro Ganadería Regional Visión 2014-2018"*[32].

Por último, el precio de venta del kilogramo de carne y litro de leche en el mercado fue consultado en la página oficial de FEDEGÁN[33] en la sección de estadísticas y se empleó el precio promedio del 2025 de las series ganado gordo en pie Colombia ($ x Kg) y Precio del litro de leche pagado al productor respectivamente, ver **Tabla 5-32.**

Tabla 5-32 Estimación del valor económico para la ganadería

ORIENTACIÓN DEL HATO		ORIENTACIÓN GANADERA	CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL/HA	PRODUCCIÓN Und/Ha/Año		PRECIO VENTA	COSTO DE PRODUCCIÓN	GANANCIA EN EL AÑO POR HECTÁREA	GANANCIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA
						$/Und	$/Und		
a		b= (a x 1,00 ha)	c	x	d = x*c	e	f	g=(d*e)-(d*f)	h = b * g
Carne	74,0%	166,25	0,34	189,8	64,53	$ 8.639,22	$ 3.552	$ 328.309	$ 54.581.899
Leche	4,0%	8,99	0,34	1825,0	620,50	$ 1.918,94	$ 1.081	$ 519.922	$ 4.672.309
Doble Propósito (Incluye porcentaje orientación por cría)	22,0%	49,43	0,34	189,8	64,53	$ 8.639,22	$ 3.552	$ 328.309	$ 8.113.526
			0,34	1387,0	471,58	$ 1.918,94	$ 1.081	$ 395.141	$ 9.765.127
TOTAL	100%	224,66	**TOTAL**						$ 77.132.859

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Este cálculo referente a la actividad ganadera arroja una expectativa de ganancia o beneficio según su orientación con potencial para la ganadería por **$ 77.132.859 COP,** este valor será asociado a las ganancias esperadas por los dueños del capital dentro de la producción ganadera.

Asimismo, se logró identificar la vocación de uso del suelo en la zona del proyecto, así como las actividades económicas destacadas para el área de influencia, donde el cultivo predominante del área de influencia es la Palma de aceite, lo anterior según datos proporcionados en el Medio Socioeconómico[34].

Para el análisis de las actividades agrícolas, es incorporada información originada por AGRONET del Ministerio de Agricultura. Estos datos son indicados específicamente en el documento

[29]Fichas de caracterización departamental, recuperado de: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica. Ver Anexos VEA USO DEL SUELO
[30]DANE, índices de precios al consumidor. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc
[31]Fedegan. Indicadores productivos y reproductivos regionales. Recuperado de https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica << Documentos de Estadística. << 034-Caracterización Departamental.
[32]Fichas de caracterización departamental, recuperado de: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica. Ver Anexos VEA USO DEL SUELO
[33]Recuperado de: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios o ver Anexo soporte VEA USO DEL SUELO
[34] Capítulo. Caracterización del área de influencia. Medio Socioeconómico

denominado evaluaciones agropecuarias 2018[35], donde se consultó el costo de producción de la Palma de aceite, costo que fue Indexado al año 2025 de acuerdo con el IPC reportado por el DANE, índices de precios al consumidor[36].

Para el caso del rendimiento por hectárea, la información fue consultada en Territata para el municipio de Acacias Meta[37]. Por su parte, el precio de venta se obtuvo de la RES 000152 de 2025 "Por la cual se indica la base gravable de la Cuota de Fomento de la Agroindustria de la Palma de Aceite que operará para el segundo semestre 2025" donde señalan un valor de $4.715 por kilogramo para el aceite crudo de palma[38]. Esta información se encuentra resumida en la **Tabla 5-33**.

Tabla 5-33 Utilidad asociada a la actividad agrícola

VOCACIÓN PRODUCTIVA	COSTO DE PRODUCCIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	PRECIO VENTA - 2025 (Productor)	INGRESO POR VENTAS	UTILIDAD PROMEDIO
	$/Ha/año 2018	$/Ha/Año 2025	Ton/Ha/Año	$/Ton	$/Ha/Año	$/AÑO
	a	b	c	d	e = c x d	f = e - b
Palma de aceite	$ 6.296.680	$9.538.211	3,50	$4.715.000	$16.502.500	$6.964.289
UTILIDAD PROMEDIO POR ACTIVIDADES AGRICOLAS						$66.862.067

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Continuando con la estimación, se procede a estimar el valor para la totalidad de área a intervenir como lo indica la **Tabla 5-34**.

Tabla 5-34 Ganancia por cultivo

ACTIVIDAD (AGRÍCOLA)	ÁREA POR CULTIVO (Ha)a	GANANCIA PROMEDIO ($/Ha)b	COSTO ECONÓMICO POR CAMBIO DE ACTIVIDAD
			c=a x b
Palma de aceite	115,89	**$6.964.289**	**$807.122.285**
TOTAL			**$807.122.285**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Teniendo en cuenta la información suministrada en la **Tabla 5-34**, sobre las ganancias por cultivo en el área de influencia, se percibe una ganancia total de **$ 807.122.285 COP**. Este monto se adicionará al valor estimado de la actividad ganadera, como indica la **Tabla 5-35.**

Tabla 5-35 Pérdida asociada al capital

FACTOR PRODUCTIVO	ACTIVIDAD ECONÓMICA	COSTO DE OPORTUNIDAD
Capital	Agrícola	$ 807.122.285
	Ganadería	$ 77.132.861
COSTO TOTAL		$ 884.255.146

Fuente: SGI S.A.S., 2025

[35]Recuperado de: https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/2535/TERCER%20INFORME%20COSTOS%20DE%20PRODUCCION%20MADR_V4.pdf
[36]Recuperado de: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc
[37] https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/50006
[38] https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCION%20No.%20000152%20de%202025.pdf Ver Anexos VEA USO DEL SUELO

La **Tabla 5-35**, describe el costo total relacionado a la pérdida asociada al capital, el cual se estima en **$884.255.146 COP.** No obstante, también se contempla y se calcula el costo de oportunidad en relación con la mano de obra que se requiere en el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera, es decir, los pagos de jornales a la población local que se encuentre potencialmente afectada con la intervención en cada una de las actividades valoradas.

Entonces, para tomar las pérdidas de los trabajadores en la actividad ganadera, se obtiene el promedio de los costos de producción relacionados a la mano de obra para el departamento del Huila. Para la presente estimación, el valor por hectárea de mano de obra se obtiene de operar la mano de obra de los costos de producción (59,8%), la producción anual y la capacidad de carga, siendo el valor por hectárea de mano de obra correspondiente a $137.059,70 ($2.123,90[39]x 189,8 x 0,34). Así mismo, el valor de la mano de obra por hectárea para la producción de leche maneja la misma estructura. Vale mencionar que la información de la estructura de costos de producción hace referencia a los costos modales en ganadería, promedio nacional y que se encuentra en el documento denominado “Foro Ganadería regional visión 2014-2018”.[40]

Tabla 5-36 Costo de producción actividad ganadera.

GANADERÍA		
Región	**Carne**	**Leche**
Costo de producción ($/kg) ($/lt)	3552	1081
Mano de obra (59,8%)	2123,902924	646,4556987
Producción anual (kg/ha/año) (lt/ha/año)	189,8	1825,0
Capacidad de carga	0,34	0,34
Valor por hectárea de mano de obra	137.059,70	401.125,76
Área de intervención	166,25	8,99
Área de intervención - Doble propósito	24,71	24,71
Total área de intervención	190,96	33,70
Subtotal mano de obra	$ 26.173.525,90	$ 13.517.778,66
Total mano de obra	$ 39.691.304,56	

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Teniendo en cuenta lo anterior, el costo total de la mano de obra para la actividad ganadera (carne y leche) corresponde a **$ 39.691.304,56 COP,** de esta manera se obtiene el salario perdido por la ocupación o daño del suelo asociado a la ganadería. (Ver **Tabla 5-37**).

Adicionalmente, los costos de producción para la actividad agrícola son consultados en el documento evaluación agropecuaria municipal 2018,[41]. Para este cálculo, se toman los costos asociados a la mano de obra para el cultivo de palma de aceite, como se observa en la **Tabla 5-37** y se pondera de acuerdo con la cantidad de hectáreas de uso, para determinar el costo de la mano de obra en la producción de estos cultivos, se tiene en cuenta el costo asociado a la siembra. Estos valores se indexan a precios de 2025 por medio del IPC que reporta el DANE.

[39] Mano de obra $3.552 x 59.8% = $2.123,90
[40]https://es.slideshare.net/Fedegan/carta-fedegan-150-56167513
[41]Recuperado de https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/2535/TERCER%20INFORME%20COSTOS%20DE%20PRODUCCION%20MADR_V4.pdf

Tabla 5-37 Pérdida asociada a la mano de obra

COSTO TOTAL FUERZA DE TRABAJO			
ACTIVIDAD ECONÓMICA	**HECTAREAS**	**COSTO POR HECTÁREA**	**COSTO DE OPORTUNIDAD**
Ganadería	190,96	$ 137.060	$ 26.173.526
	33,70	$ 401.126	$ 13.517.779
Agrícola	115,89	$ 7.362.619	$ 853.286.466
TOTAL			$ 892.977.772

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Para obtener completamente el valor correspondiente a la metodología de costo de oportunidad, se estima la renta perdida por el poseedor de la tierra. Con tal fin, se realiza una búsqueda de valores asociados a la tierra libre en el área de influencia. Esta información se consulta en los datos proporcionados por el DANE en su documento "Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria"[42], del cual, se tuvieron en cuenta los valores correspondientes al departamento del Meta, de esta manera, se logra un estimativo del valor promedio del arrendamiento de tierra en el área de influencia.

Con base en la información obtenida, se establece un precio promedio anual de $480.000 COP por hectárea para los terrenos destinados a actividades ganaderas, y de $1.488.888,89 COP por hectárea para los terrenos aptos para actividades agrícolas. Al extrapolar estos valores al total del área afectada por la intervención del proyecto, que abarca tanto zonas de uso agrícola como ganadero, se estiman las pérdidas económicas potenciales para los propietarios de los predios intervenidos. Los resultados detallados se presentan en la **Tabla 5-38**.

Tabla 5-38 Cálculo del promedio del sector inmobiliario.

USO DEL SUELO	VALOR PROMEDIO DE ARRENDAMIENTO ANUAL	NÚMERO DE HA A INTERVENIR	PÉRDIDAS PARA EL DUEÑO DE LA TIERRA
Ganadería	$ 480.000,00	224,66	$ 107.838.728
Agricultura	$ 1.488.888,89	115,89	$ 172.553.922
TOTAL			$ 280.392.652

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Así, se tiene que el costo aproximado del arrendamiento en las tierras de intervención dentro del departamento del Meta es de aproximadamente **$ 280.392.652 COP.**

Finalmente, agregando las pérdidas asociadas a cada uno de los factores de producción, se tiene el valor de la pérdida por el costo de oportunidad generado por la imposibilidad del uso de la tierra para fines productivos, correspondiente a **$ 2.057.625.569 COP** según lo expresado en la **Tabla 5-39.**

Tabla 5-39 Resultado costo de oportunidad

FACTOR PRODUCTIVO	COSTO DE OPORTUNIDAD
Capital	$ 884.255.146
Trabajo	$ 892.977.772
Tierra	$ 280.392.652
COSTO TOTAL	**$ 2.057.625.569**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

[42]Recuperado de: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1 Ver Anexo VEA USO DEL SUELO.

5.2.7.6 Valoración económica del impacto: Alteración a la calidad del suelo

El impacto Alteración a la calidad del suelo consiste en la susceptibilidad de un territorio a degradarse y a perder su condición de equilibrio por efecto de la interacción entre las características composicionales, texturales y estructurales de los materiales que lo conforman, las discontinuidades estructurales, la configuración geomorfológica, la exposición a los agentes climáticos/sísmicos y la intervención antrópica relacionada con las actividades del proyecto, dando como resultado la pérdida de cohesión entre las partículas y el desarrollo de erosión.

El impacto es generado por las actividades de desmonte, descapote, rocería y limpieza, movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos), entre otras.

Es preciso señalar que los factores que propician esos fenómenos de erodabilidad son: morfometría (pendiente), tipo de material (unidades litológicas o formaciones superficiales), suelo y usos del suelo, cobertura vegetal, densidad y patrón de drenaje, características climáticas como el régimen de lluvias, distancia a fallas activas, entre otros.

Dado lo anterior, este impacto en el suelo se encuentra asociado a su vez con modificaciones en las características físicas inherentes a la condición natural del elemento propiciadas por la ruptura de su equilibrio natural o la incorporación de elementos tóxicos o no, externos, que generan procesos de deterioro acumulativos y que están particularmente asociadas con modificaciones de la estructura, compactación, contaminación por derrame de elementos externos y cambios de los componentes químicos de los suelos. En otras palabras, este impacto se relaciona al cambio de diferentes sustancias importantes para el recurso suelo como micro y macronutrientes, las cuales pueden definir características químicas propias del suelo.

Cuando se afectan las capas superficiales del suelo, no sólo se afecta su capacidad de soporte a la producción primaria, sino también a su soporte para la fertilidad del suelo, a la regulación hídrica y el control de la erosión. A continuación, se emplea el método de costo de reemplazo para medir cuánto dinero implica la reconformación del suelo a sus características físicas y químicas más semejantemente posibles a las originales, esto para reestablecer servicios que controlen la erosión, regulen el agua y brinden soporte a la fertilidad del suelo.

Por otro lado, dentro de la fase de construcción, se deben llevar a cabo actividades de desmonte y descapote, que pueden dar lugar a la aparición y/o activación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; sin embargo, son actividades que tiene una incidencia indirecta y por tanto los fenómenos que puedan causar se podrán asociar más a la forma como se desarrollen dichas actividades, en el cual se evalúe la incidencia que pueden tener en la estabilidad del terreno. Dicho lo anterior y teniendo en cuenta las actividades relacionadas se identifica el servicio ecosistémico de regulación a partir del control de la erosión, bajo este servicio se realiza la valoración económica ambiental directamente relacionada con este impacto.

En este sentido, para realizar la valoración del impacto Alteración a la calidad del suelo en el proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare** se utilizó la metodología de costos evitados o de reemplazo.

Este método hace parte de la categoría de los métodos de valoración indirecta de preferencia revelada y consiste en relacionar la estimación de los costos de evitar o reemplazar el medio afectado. Lo anterior se lograr a partir de la búsqueda de información sobre los precios y cantidades transados en el mercado que puedan explicar los bienes de interés y que no son observables dentro de las actividades del proyecto.

El documento de Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental de 2017, considera que la aplicación de la metodología de "El gasto por compensar y devolverle al ecosistema su estado original causado por la gestión antrópica", es una aproximación del valor de los beneficios ambientales alterados. El método se emplea generalmente para valorar el uso indirecto de los ecosistemas cuando no existe información sobre las funciones ambientales y su relación con los daños producidos a partir de Pérez y Rojas (2008). De esta manera, revegetalizar las áreas que se ven afectadas por la actividad de la remoción de cobertura vegetal y descapote, permite estimar por medio de los costos de reemplazo, el valor causado en el control de la erosión.

A partir de esto se identificó el principal tipo de pasto comprendido en el proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare**. A su vez, se consultó el precio de la semilla e insumos de este, así mismo se propone que dicha revegetalización con el pasto sea realizada por métodos manuales (Ver **Tabla 5-40**).

Tabla 5-40 Tipos de especies herbáceas (pastos)

TIPO DE ESPECIE HERBÁCEA (PASTO)
Panicum máximum

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Dentro de la valoración por costos de reposición se debe tener en cuenta características de calidad, magnitud, conveniencia y eficiencia. Así, para la valoración se tuvieron en cuenta supuestos en cuanto a que:

- ✓ La revegetalización es aplicada a partir de las especies herbáceas (pastos) identificados en el área de influencia, pues son los que se adaptarían a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona[43]
- ✓ Se considera que para plantar una hectárea de semillas (pastos) se requieren de 5 -15 kilogramos estas, para la semilla Panicum máximum se caracteriza por presentar un rendimiento de 15 Kg/ha[44]
- ✓ El equipo de herramientas es rotativo, es decir que no todos los trabajadores tienen su propio kit, sino que usan la herramienta adecuada según la labor que desempeñen.
- ✓ Se hace uso de una tonelada de tierra por hectárea.
- ✓ Un hombre se demora 100 horas en sembrar una hectárea de tierra.

Al consultar el precio de la especie herbácea (pasto) anteriormente mencionada (Ver **Tabla 5-40**) dentro del boletín mensual de insumos[45] y factores asociados a la producción agropecuaria, se encuentra el precio de la semilla, donde se obtiene la información presentada en la **Tabla 5-41**.

Tabla 5-41 Costo de semillas.

EMPRESA COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS	SEMILLAS	VALOR (SEPTIMEBRE 2025)
SEMILLERO	Panicum máximum	$93.255

Fuente: SGI S.A.S., 2025

[43] Upme.Http://Www.Upme.Gov.Co/Guia_Ambiental/Guiasambientales2002/Htm/11.Htm#:~:Text=Revegetalizaci%C3%93n%3a,Arbustivos%20hasta%20trepadores%20y%20%C3%A1rboles.
[44] Semprecol, Densidad De Siembra Https://Semprecol.Com/Pastos/Panicum-Max-Mombaza/.
[45] Boletín Mensual De Insumos Y Factores Asociados A La Producción Agropecuaria Del Dane Para El Año 2022 Https://Www.Dane.Gov.Co/Index.Php/Estadisticas-Por-Tema/Agropecuario/Sistema-De-Informacion-De-Precios-Sipsa/Componente-Insumos-1/Componente-Insumos-Historicos

El área que se verá afectada puntualmente es de 534,76 ha esto se debe a sumatoria de las coberturas vegetales presentes en el área. Con base a la información anterior, el costo de las semillas se multiplica por la cantidad de kilogramos necesarios para establecer una hectárea de siembra, seguido de su proporción dentro del total del área que sería reemplazada (Ver **Tabla 5-42**).

El costo de la semilla multiplicada por la cantidad de kilogramos necesarios para establecer una hectárea de siembra, seguido de su proporción dentro del total del área que sería reemplazada se muestra en la **Tabla 5-42**. Se estima que cada especie se encuentra de manera proporcional dentro de cada hectárea.

Tabla 5-42 Estimación de costo de revegetalización por hectárea con pastos limpios

COBERTURAS		COSTO/KG	RENDIMIENTO KG/HA	PONDERACIÓN	PRECIO FINAL
		A	B	C	D= A*B*C
Semillas de pastos	Panicum máximum	$93.255	15	100%	$1.398.828
TOTAL					**$1.398.828**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Adicional a esto, para establecer los costos de la conformación de un terreno sembrado hace falta adicionar precios de elementos de trabajo y operarios además de los costos de mantenimiento.

Los precios de estos insumos fueron cotizados o consultados en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE – (series históricas de insumos) y se establecieron a partir del documento sobre Prácticas de Reforestación[46] (pág. 31). De esta manera, se presentan los precios e insumos en la **Tabla 5-43**, vale la pena mencionar que estos precios fueron actualizados al mes de septiembre del año 2025 con el IPC. En la **Tabla 5-44**, se identifican los costos por materiales maquinaria y servicios adicionales. En la **Tabla 5-45** se presenta el valor del jornal[47] por trabajador estimado a partir del anexo SIPSA-Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria - Serie histórica por departamento-2025.

En el sentido de incorporar en la valoración de **Alteración a la calidad del suelo**, la afectación del ciclo de nutrientes, en esta zona geográfica (Departamento del Meta) y las condiciones normales que debe tener la tierra para ser lo suficientemente fértil, en la **Tabla 5-44,** se relaciona el cálculo de agroquímicos y servicios incluyendo el valor y rendimiento de fertilizantes compuestos e insecticidas ricos en (Solutos, superfosfatos, molibdato de sodio, sodio nitrito, kieseritas, cloruro de potasio, sulfato de potasio, nitrato de calcio, urea, entre otros) y abonos (Tierra negra). Los precios de estos elementos fueron consultados según sus valores medios por kilogramo encontrados en el sistema de información de precios y abastecimiento del sector agropecuario–SIPSA. Dicho calculo es desarrollado teniendo en cuenta que según las características de línea base del proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare**, este se desarrolla sobre unidades de suelo caracterizadas por tener alto contenido de Nutrientes

Todas las fuentes de información (links y capturas de pantalla) se encuentran en el Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_**BUCARE.**

[46] Gerencia De Reforestación De La Coordinación General De Conservación Y Restauración De La Comisión Nacional Forestal (2010) Prácticas De Reforestación. Manual Básico. México.
[47] Con Un Jornal Promedio De $45.833-Fuente: DANE-SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PRECIOS Y ABASTECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO -SIPSA https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1 VER Anexos VEA PROP SUELO D_EVALUACION_IMAPCTOS/D_2_EVALUACION_ECONOMICA/3_Anexos_Sopor/6_VEA_USO_SUELO

Tabla 5-43 Costo de siembra por hectárea

EQUIPO Y HERRAMIENTAS	VALOR UNITARIO/HA
Pala cuadrada	12.600
Pala draga	41.600
Azadón	18.500
pico (zapapico)	20.520
coa (barretón)	19.500
hacha o machete	13.750
TOTAL	$126.470
TOTAL SEPTIEMBRE 2025	$152.009

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Tabla 5-44 Costo de materiales, maquinaria y servicios

AGROQUÍMICOS Y SERVICIOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
fertilizante compuesto	Kg/ha	200	10.277	2.055.311
insecticidas	L/ha	1,5	39.379	59.069
tierra negra	tn	1	800.000	800.000
Subtotales materiales				2.914.379
MAQUINARIA, MATERIALES Y SERVICIOS	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**
Tractor (incluye surcadora, cuchillas, arado)	Hora	2	72.000	144.000
Subtotal Maquinaria				144.000
Costo total por hectárea				3.058.379
Hectáreas a intervenir				534,76
Valor				1.635.498.829

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Tabla 5-45 Costo de personal

COSTOS DE MANO DE OBRA	RENDIMIENTO H/ha	DIMENSIÓN (ha)	DÍAS DE TRABAJO	JORNAL	VALOR TOTAL
	A	B	D = [(A X B)/*8)	E	C X D
	100	534,76	6685	$45.833	$306.372.917

Fuente: SGI S.A.S., 2025

En la **Tabla 5-46** se identifica el costo de establecimiento total en el cual se tiene en cuenta costos asociados a la especie herbácea (pasto), costos de siembra, costos por agroquímicos, materiales servicios y maquinaria y el costo de los trabajadores, que en total se constituyen **$2.771.197.365** pesos anuales.

Tabla 5-46 Costo total de establecimiento

COMPONENTES DE LOS COSTOS DE REEMPLAZO	VALOR	INDICADOR (ha)	PRECIO FINAL
	A	B	A x B
Pastos	$1.398.828	534,76	$748.037.366
Costos de siembra	$152.009	534,76	$81.288.254
Costos por materiales servicios y maquinaria	$1.635.498.829		$1.635.498.829

COMPONENTES DE LOS COSTOS DE REEMPLAZO	VALOR	INDICADOR (ha)	PRECIO FINAL
	A	B	A x B
Costos de trabajadores	$306.372.917		$306.372.917
COSTO TOTAL DE ESTABLECIMIENTO			$2.771.197.365

Fuente: SGI S.A.S., 2025

Así finalmente en la **Tabla 5-47** se toman lo valores calculados por la metodología de costo de reemplazo para el impacto Alteración a la calidad del suelo**.** Al adicionar dichos resultados se tiene un costo ambiental anual de **$2.771.197.365** pesos colombianos.

Tabla 5-47 Valor total del Impacto alteración a la calidad del suelo

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN	MONTO
Costo de reemplazo revegetalización	$2.771.197.365
TOTAL	**$2.771.197.365**

Fuente: SGI S.A.S., 2025

5.2.7.7 Valoración económica del beneficio: Cambio en la dinámica de empleo

La generación de bienestar a la población que se encuentra en el área de influencia está asociada a los impactos positivos los cuales se enmarcan como beneficios a favor del desarrollo y ejecución del proyecto, ya sea de carácter ambiental, económico o social, estos beneficios pueden ser tangibles o intangibles. “Los beneficios o bienes meritorios” son aquellos que generan bienestar o satisfacción directamente a los que lo consumen o aprovechan, sin ser transados en ningún mercado, por lo general son intangibles. Aunque no corresponden a ningún mercado existe el consenso general sobre su bondad o su mérito, ejemplo de los bienes meritorios incluyen defensa nacional, seguridad callejera, pureza ambiental, buena salud y nivel cultural.[48]

Los impactos significativos que se identificaron en el proyecto producto de la jerarquización de los impactos realizados corresponden a Cambio en la tendencia del empleo en el corto plazo e Incremento de los ingresos familiares**.** El inicio y desarrollo de las actividades planteadas del proyecto **Estudio De Impacto Ambiental Área De Desarrollo Bucare**, donde se requiere de la contratación de mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las diferentes etapas y actividades de este, por lo tanto, el impacto **Cambio en la dinámica de empleo** es cuantificable.

A continuación, se presentan los cálculos asociados a los beneficios derivados de la demanda de mano de obra no calificada que generará el proyecto. Asimismo, se rectifica e incluye el diferencial entre los salarios promedios locales y aquellos generados por el proyecto, de tal forma que se obtenga un valor ajustado del costo de oportunidad del trabajo local.

Los procesos de contratación de personal están asociados directamente con cambios en la economía local, de tal manera que el grupo familiar corresponde a la unidad económica base, dada la remuneración de las actividades por las cuales se contrata la mano de obra no calificada principalmente, desde la perspectiva de aumentar la capacidad adquisitiva de los trabajadores y sus grupos familiares. De esta manera, hay un mejoramiento en la calidad de vida en aquellos trabajadores directamente beneficiados.

Por otra parte, las personas que sean vinculadas laboralmente al proyecto se les socializarán las obligaciones establecidas en la licencia ambiental, las cuales son de estricto cumplimiento para la

[48] Castro R. Mokate K. Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. 2003.ALFAOMEGA COLOMBIA S.A.

empresa y se llevarán a cabo capacitaciones, charlas y jornadas de sensibilización para informar y crear conciencia sobre la importancia de la conservación ambiental en cualquier escenario. Se considera de significancia ambiental media, ya que muchas de las personas que participarían de estos espacios ya tienen una sensibilidad importante frente a la protección de los recursos que ha surgido por el desarrollo de las actividades en su territorio.

Para el presente proyecto, implica un conjunto de inversiones y acciones, las mismas, generan resultados también positivos, una manera de observar el impacto positivo se presenta a continuación con el proceso de inversión por contratación de mano de obra. (Ver **Figura 5-6**).

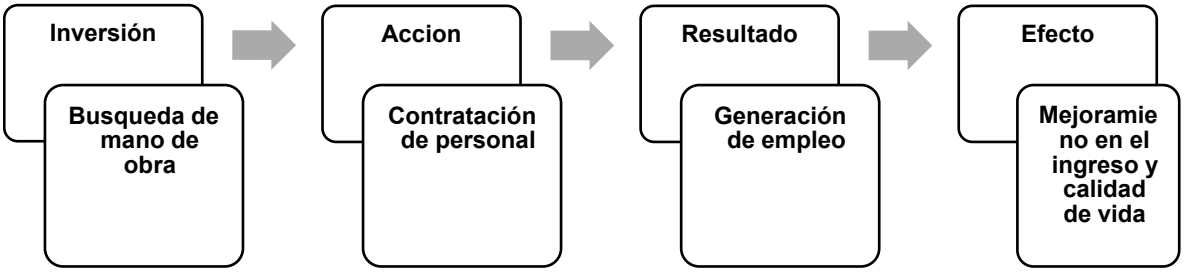


Figura 5-6 Efecto de las inversiones por contratación de mano de obra
Fuente: SGI S.A.S, 2025

En la **Tabla 5-48** se observa la cantidad de mano de obra calificada y no calificada a contratar[49] procedente del área de influencia en sus fases constructiva, operativa y de desmantelamiento. Dichas contrataciones brindarán una mejora en el nivel de ingresos, así como una variación en la oferta de empleo con mayores estándares de consumo y demanda de bienes tradicionales y no tradicionales.

Tabla 5-48 Mano de obra calificada y NO calificada del proyecto

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA CALIFICADA	MANO DE OBRA NO CALIFICADA
mejoramiento y/o Rehabilitación de vías	12	12
construcción de vías	17	16
construcción de una locación multipozo	22	24
Personal base perforación de un pozo	62	29
Personal temporal requerido para la perforación de un pozo	26	18
construcción de líneas de flujo	21	21
cruces especiales por perforación horizontal dirigida	11	3
construcción del CPF	27	21
instalación del CPF	53	44
Operación del CPF	16	10
construcción de facilidades satélite	18	12
instalación de facilidades satélite	35	10
operación de facilidades satélite	6	3
construcción y operación de una ZODME	19	24

[49] Fuente: Capitulo. Descripción del Proyecto.

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA CALIFICADA	MANO DE OBRA NO CALIFICADA
construcción y operación del área de acopio y tratamiento de lodos de perforación	22	6
construcción del área no industrial	19	24
instalación y operación de líneas eléctricas	8	18
construcción y operación de CD y CM	8	15
construcción del parque fotovoltaico	23	45
construcción y operación del sistema de aprovechamiento de calor	23	38
desmantelamiento de las obras civiles (Vías, locaciones), facilidades, sistemas eléctricos	42	42
desmantelamiento de líneas de flujo	18	22
desmantelamiento de las líneas electricas	13	20
TOTAL	521	477

Fuente: SGI S.A.S., 2025

El valor del salario para la mano de obra no calificada es ajustado con base a la Resolución 0215 del 2023 de la ANH, "Por la cual se adopta la Tabla de Perfiles y Honorarios de los contratos de prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión que celebre la Agencia Nacional de Hidrocarburos", valor que corresponde a $2.508.280 COP y el cual, se indexa a precios de 2025 por medio del IPC que reporta el DANE ($2.693.687 COP).

Este salario es proyectado durante el horizonte de tiempo estimado en el cronograma del Proyecto Área De Desarrollo Bucare y de acuerdo con la temporalidad en los puestos de trabajo. Como se indica en la **Tabla 5-49**, se señala la estimación del pago del salario por empleo formal para los trabajadores no calificados.

Tabla 5-49 Estimación del pago salario por empleo formal

INGRESOS CON PROYECTO	
Salario mensual año 2025	$2.693.687

RESOLUCIÓN No. 0215 DEL 17-03-2023

"Por la cual se adopta la Tabla de Perfiles y Honorarios de los contratos de prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión que celebre la Agencia Nacional de Hidrocarburos"

A continuación, se presenta el valor proyectado del beneficio por diferencial salarial, donde se identifica un jornal diario promedio para el departamento de Meta, el cual servirá como punto de referencia para la cuantificación del beneficio, por un valor promedio de $45.833 pesos de acuerdo con el DANE en su documento "Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria"[50] y que mensualmente equivale a $1.100.000 COP, dicho cálculo se puede evidenciar en la **Tabla 5-50**.

La proyección se lleva a cabo con base en el cronograma del proyecto, que contempla 24 años de actividades, durante los cuales se desarrollará la fase de construcción, operación y desmantelamiento. De este modo, se ejecutarán las actividades relacionadas con la contratación y gestión de la mano de obra no calificada, directamente vinculadas a estas fases del proyecto.

[50]Recuperado de: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1 Ver Anexo VEA EMPLEO

Tabla 5-50 Cálculo del valor económico del beneficio por diferencial salarial

ACTIVIDADES	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24
mejoramiento y/o Rehabilitación de vías	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
construcción de vías	16	16		16		16		16		16		16													
construcción de una locación multipozo	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24											
Personal base perforación de un pozo	29	29	29		29	29		29	29		29	29		29	29										
Personal temporal requerido para la perforación de un pozo	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18					
construcción de líneas de flujo	21		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21			
construcción del CPF	21	21	21	21	21	21	21	21	21																
instalación del CPF	44	44	44	44	44	44	44	44	44																
Operación del CPF	10	10	10	10	10	10	10	10	10																
construcción de facilidades satélite	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12														
instalación de facilidades satélite	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10														
operación de facilidades satélite	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3														
construcción y operación de una ZODME	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
construcción y operación del área de acopio y tratamiento de lodos de perforación	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
construcción del área no industrial	24	24	24	24																					
instalación y operación de líneas eléctricas	18																								
construcción y operación de CD y CM	15		15	15	15	15	15	15	15																
construcción del parque fotovoltaico	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
construcción y operación del sistema de aprovechamiento de calor	38				38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
desmantelamiento de las obras civiles (Vías, locaciones), facilidades, sistemas eléctricos	42																								42
desmantelamiento de líneas de flujo	22																								22
desmantelamiento de las líneas eléctricas	20																								20
TOTAL	**474**	**298**	**318**	**305**	**332**	**348**	**303**	**348**	**332**	**229**	**242**	**233**	**188**	**217**	**193**	**164**	**164**	**164**	**164**	**164**	**146**	**146**	**125**	**125**	**165**
Salario mensual año 2025	a = $2.508.280	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$
Jornal promedio diario en el área de influencia	b= $45.833	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$
Ingreso mensual sin proyecto	c = b x 24 días	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$
Diferencial salarial por plaza de trabajo mensual	s = a - c	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$
Beneficios por diferencial salarial Mensual	Bds = s x monc	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$

ACTIVIDADES	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24
Beneficios por diferencial salarial Anual	Bds = s x monc * 12 meses	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$	$

Fuente: SGI S.A.S., 2025

En la **Tabla 5-50**, la duración del beneficio se extenderá por un período de 24 años, donde se llevarán a cabo actividades relacionadas con la demanda de mano de obra no calificada. Estas actividades estarán enfocadas en labores propias de actividades constructivas, operativas y de desmantelamiento, las cuales serán ejecutadas por un equipo compuesto por 474 empleados no calificados.

En este contexto, se destacan de manera detallada el impacto positivo significativo del proyecto, el cual es cuantificable y correspondiente a “Cambio en la dinámica de empleo”.

Tomando como referencia el valor del jornal diario de $45.833 COP, se estiman los beneficios económicos señalados en la **Tabla 5-50**, donde se observan los valores desde el año 1 al año 24. Todo lo anterior se enmarca en el proyecto Área de Desarrollo Bucare.

5.2.7.8 Valoración económica del beneficio: Incremento o disminución de la oferta de bienes y servicios

La ejecución de las diferentes etapas del proyecto genera en el territorio impactos económicos positivos que se reflejan en un incremento significativo de la oferta y demanda de bienes y servicios. Este efecto dinamiza la economía local, fortaleciendo las actividades económicas tradicionales y promoviendo la apertura de nuevos mercados y oportunidades de negocio en sectores clave. Estas interacciones generan encadenamientos productivos que potencian la actividad económica, convirtiendo al sector de energía en un motor de desarrollo local, con un alto impacto en la generación de empleo y en el fortalecimiento de la economía en la zona de influencia.

Para determinar el efecto de la externalidad positiva en la economía local, se desarrolla la estimación de los encadenamientos directos e indirectos a través de los multiplicadores de Leontief derivados de la matriz insumo producto. Lo anterior, por medio de la estimación de los coeficientes técnicos, la matriz de identidad, los multiplicadores y la estimación de los encadenamientos hacia atrás y adelante.

La metodología considera la estimación de los coeficientes técnicos que describen las relaciones intersectoriales, la matriz de identidad y los multiplicadores que reflejan los impactos sobre la producción y el valor agregado. Además, se realiza un análisis de los encadenamientos hacia atrás, lo que permite identificar los sectores más beneficiados por el aumento en la demanda de insumos y servicios, así como los efectos derivados del crecimiento económico en la zona de influencia.

- **Estimación de los coeficientes técnicos y multiplicadores:**

El cálculo de los multiplicadores se realiza a partir de la matriz de coeficientes técnicos derivados de la matriz insumo producto (MIP) para el departamento del Meta, el cual se tendrá en cuenta dado que se localiza dentro del área de influencia del proyecto, la MIP es desarrollada por el Banco de la

República en el documento Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia (Haddad, Araújo, & Galvis, 2019)[51].

La construcción de la estimación del beneficio se desarrolló en cuatro etapas:

1. Estimación de los coeficientes técnicos a escala regional

En primera instancia, se obtuvieron los coeficientes que permiten identificar los diferentes encadenamientos productivos presentes en el departamento del Meta, donde estará localizado el proyecto Área de Desarrollo Bucare.

La matriz A de coeficientes técnicos corresponde a la división entre el consumo intermedio sobre la demanda final. El coeficiente técnico se define como $a_{ij}=X_{ij}/X_j$, de acuerdo con la información presentada en la matriz de coeficientes técnicos para el departamento del Meta (Ver Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE, pestaña estimación matrices). La estimación de las matrices para el departamento anteriormente mencionado, el cual hace parte del área de influencia del proyecto, se puede observar en la memoria de cálculo.

2. Estimación de Matriz identidad menos matriz de coeficiente

El paso siguiente consiste en la calcular la matriz de requerimientos totales de la economía, asociada al proceso diferencial entre la matriz de identidad y la matriz de coeficientes. (Ver Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE, pestaña estimación matrices).

3. Estimación de la matriz inversa o matriz de multiplicadores

Teniendo desarrollada la matriz de identidad menos matriz de coeficientes, se procede a estimar la matriz inversa o matriz de multiplicadores, la cual se obtiene por medio del proceso metodológico de matriz Leontief:

Ecuación 5-4 Estimación matriz inversa

$$\mathcal{X} = (I - \mathcal{A})^{-1} \; y \; \mathcal{X} \in \mathcal{R}^{nx1}, \mathcal{A} \in \mathcal{R}^{nxn}, y \in \mathcal{R}^{nx-1}$$

$$\mathcal{X} = \mathcal{B} \; y \; donde, \mathcal{B} = (I - \mathcal{A})^{-1} \quad (2)$$

4. Estimación de la matriz inversa o matriz de multiplicadores

Luego, tras calcular esta matriz (Matriz de multiplicadores) se procede a calcular los indicadores de encadenamientos directos hacia atrás y hacia delante con base en los coeficientes técnicos de la MIP. Los encadenamientos directos se calculan de acuerdo con las siguientes ecuaciones. (Ver Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE, pestaña estimación matrices).

Ecuación 5-5 Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia atrás.

$$DBL = \frac{\sum_j x_j}{x_i} = \sum_1 a_{ij}$$

Fuente: Haddad, E. A., Araújo, I. F., Galvis, L. A. (2019). Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia, 2015 (Nota Técnica).

[51]http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=matriz-insumo-producto-interregional-de-colombia-2015-nota-tecnica

Ecuación 5-6 Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia adelante

$$BL = \frac{\sum_j x_j}{x_i} = \sum_1 a_{ij}$$

Fuente: Haddad, E. A., Araújo, I. F., Galvis, L. A. (2019). Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia, 2015 (Nota Técnica).

Teniendo en cuenta lo anterior, para la estimación de los encadenamientos hacia atrás se consideraron los sectores de Extracción de petróleo crudo y gas natural y actividades de apoyo para actividades de explotación; Construcción; Comercio al por mayor y al por menor; Mantenimiento y reparación de vehículos y Alojamiento y servicios de comida, debido a su rol estratégico en la economía local y su estrecha relación con las actividades del proyecto. Estos sectores resultan especialmente relevantes por su capacidad para generar una demanda significativa de insumos, bienes y servicios, contribuyendo así a la dinamización de otros sectores económicos dentro del área de influencia.

La selección de estos sectores se justifica no solo por su vinculación directa con las fases constructivas y operativas del proyecto, sino también por su potencial para actuar como catalizadores de encadenamientos productivos, generando efectos multiplicadores sobre la economía local. Esto se traduce en el fortalecimiento de las cadenas de suministro, la diversificación de la actividad económica y la creación de nuevas oportunidades de negocio, lo que los posiciona como actores prioritarios dentro del análisis de los encadenamientos económicos hacia atrás.

Tabla 5-51 Encadenamientos hacia atrás del sector MIP con mayor participación en la demanda de bienes y servicios

ENCADENAMIENTOS DE LOS SECTORES	ENCADENAMIENTOS HACIA ATRÁS
	TOTAL
Extracción de petróleo crudo y gas natural y actividades de apoyo para actividades de explotación	1,39
Construcción	1,75
Comercio al por mayor y en comisión o por contrata; comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles); comercio de vehículos automotores y motocicletas, sus partes, piezas y accesorios	1,57
Mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	1,46
Alojamiento y servicios de comida	1,69
Promedio	1,57

Fuente: SGI S.A.S., 2025, con base en información de la matriz insumo producto del Banco de la República

El Área de Desarrollo Bucare, ejecutará actividades que implican un gasto o inversión en el área de influencia, donde sus costos estimados para el desarrollo de las actividades, según el capítulo de Descripción del Proyecto, se fijan en $ 6.315,65 MUSD que con una TRM de $ 3.773,60 COP, el costo total del proyecto equivale a $ 23.832.736.840.000,00 COP.

Cabe señalar que, para el análisis y las estimaciones del beneficio, se considerará únicamente la inversión destinada al sector de obras civiles, tomando como referencia el rubro de “FACILIDADES DE VÍAS Y PUENTES (Incluido transporte)”. Esta decisión permite reflejar de manera más precisa el impacto económico en la región, incluyendo la adquisición de materiales de origen local, la contratación de servicios de proveedores, suministro y demás insumos, que también contribuyen a dinamizar la economía en el área de influencia.

De este modo, se evita sobreestimar los beneficios económicos, garantizando un análisis más realista y ajustado al contexto territorial. De esta manera, el valor que se tendrá en cuenta para la cuantificación del beneficio se establece en $ 762.795.504.000,00 COP.

Tabla 5-52 Inversión en el área de influencia.

ENCADENAMIENTOS					
Departamento	**Tipo de encadenamiento**	**Multiplicador***	**FACTOR b= a - 1**	**Costo del proyecto (pesos)**	**Factor b= a - 3**
Meta	Encadenamiento hacia atrás	1,57	0,57	$ 762.795.504.000,00	$ 434.911.208.394,04
Multiplicador* (sector de Hidrocarburos)					

Fuente: SGI S.A.S., 2025, con base en información de la matriz insumo producto del Banco de la República

La aproximación al valor de la inversión y su impacto en la economía regional se lleva a cabo considerando dos herramientas:

- ✓ Los multiplicadores de los sectores de Extracción de petróleo crudo y gas natural y actividades de apoyo para actividades de explotación; Construcción; Comercio al por mayor y al por menor; Mantenimiento y reparación de vehículos y Alojamiento y servicios de comida.
- ✓ Los datos regionales del departamento de Meta de los sectores en mención, dado que estos presentan mayor potencial al ser alterado por el flujo económico de bienes y servicios a demandar en el territorio.

El impacto positivo sobre la economía local se ve mejor representado por el multiplicador de encadenamiento hacia atrás (1,57), este asociado a las posibles compras que los sectores (Extracción de petróleo crudo y gas natural y actividades de apoyo para actividades de explotación; Construcción; Comercio al por mayor y al por menor; y Mantenimiento y reparación de vehículos y Alojamiento y servicios de comida) generen sobre los demás y la relación de la posible dinamización económica de estos. Para el ejercicio de este impacto positivo, se estima que el factor a tratar a través de la MIP es 0,57 para el departamento de en mención, de esta manera, se concluye que, con el desarrollo del proyecto, se genera un aumento en la producción total de la economía regional por un valor de **$ 434.911.208.394,04 COP.**

5.2.8 Indicadores de Análisis Económico

El análisis costo-beneficio ambiental para este proyecto es implementado de tal manera que se pueda realizar un balance entre las pérdidas y las ganancias económicas que se relacionan con los impactos ambientales que puedan presentarse y asimismo determinar la conveniencia del proyecto sobre el bienestar social. A continuación, se presenta el flujo de los valores asociados a los impactos del proyecto con su respectiva temporalidad según las actividades a desarrollar; luego se presentan los indicadores de decisión: Valor Presente Neto (VPN) y Relación Beneficio Costo (RBC). Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad que permita identificar el comportamiento del proyecto bajo cambios en los parámetros del entorno.

Por su parte la tasa de descuento aquí empleada corresponde a la sugerida por el documento publicado por la Autoridad Nacional de Licencias ambientales – ANLA (Castro & Casallas, 2018), según el cual para proyectos de corto plazo con una duración inferior a 10 años se emplea una tasa de decuento del 5%, para aquellos de mediano plazo que duren entre 10 y 20 años se debe aplicar una tasa del 3% mientras que para proyecto de largo plazo o superiores a los 20 años de duración se debería emplear una tasa del 2%. En el caso del proyecto **Área de Desarrollo Bucare**, se espera una duración de 24 años. Por tanto, todos los valores son proyectados con una tasa de descuento del 2% anual.

5.2.9 Flujo proyectado de costos y beneficios

Para consolidar el flujo de costos y beneficios de los impactos en primer lugar, se establece que la totalidad del proyecto tendrá una duración estimada de veinte (24) años. Revisar **Tabla 5-53** y **"**Anexo/9. Anexo Evaluación y valoración de Impactos/9.2 Evaluación económica/9.2.2 EEA_BUCARE**"** Pestaña **"FLUJO ACB"**

Tabla 5-53 Flujo de costos y beneficios del proyecto.

IMPACTO	MONTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 23	AÑO 24	VPN TSD 2%	VPN TSD 3%	VPN TSD 5%
Alteración en la percepción visual del paisaje	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 21.539.121	$ 407.389.326	$ 364.776.686	$ 297.210.611
Alteración a comunidades de fauna terrestre	$ 143.150.806	$ 143.150.806												$ 143.150.806	$ 143.150.806	$ 143.150.806
Alteración a ecosistemas terrestres	$ 1.925.436.251	$ 1.925.436.251	$ 174.141.120	$ 229.116.831	$ 245.929.048	$ 202.351.860								$ 2.681.440.254	$ 2.636.229.913	$ 2.550.494.086
Alteración a la calidad del suelo	$ 2.771.197.365	$ 2.771.197.365												$ 2.771.197.365	$ 2.771.197.365	$ 2.771.197.365
Alteración a comunidades de flora. Alteración a la cobertura vegetal. Cambio en la conectividad ecológica funcional.	$ 9.143.185.278	$ 9.143.185.278												$ 8.963.907.135	$ 8.876.878.910	$ 8.707.795.502
Cambio en el uso social del suelo. Modificación de las actividades económicas de la zona.	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 2.057.625.569	$ 38.917.776.938	$ 34.847.004.502	$ 28.392.438.179

TOTAL COSTOS	**$ 16.062.134.391**	**$ 16.062.134.391**	**$ 2.253.305.810**	**$ 2.308.281.521**	**$ 2.325.093.738**	**$ 2.281.516.550**	**$ 2.079.164.690**	**$ 2.079.164.690**	**$ 2.079.164.690**	**$ 2.079.164.690**	**$ 2.079.164.690**	**$ 2.079.164.690**	**$ 53.884.861.825**	**$ 49.639.238.183**	**$ 42.862.286.550**
Cambio en la dinámica de empleo	$ 7.554.013.920	$ 7.554.013.920	$ 8.060.994.720	$ 7.731.457.200	$ 8.415.881.280	$ 8.821.465.920	$ 7.680.759.120	$ 8.821.465.920	$ 8.415.881.280	$ 5.804.930.160	$ 6.134.467.680	$ 3.168.630.000	$ 4.182.591.600	$ 112.687.093.453	$ 102.888.737.177	$ 86.945.750.754
Incremento en la de manda de bienes y servicios	$ 434.911.208.394	$ 434.911.208.394												$ 434.911.208.394	$ 434.911.208.394	$ 434.911.208.394
TOTAL BENEFICIOS	**$ 442.465.222.314**	**$ 442.465.222.314**	**$ 8.060.994.720**	**$ 7.731.457.200**	**$ 8.415.881.280**	**$ 8.821.465.920**	**$ 7.680.759.120**	**$ 8.821.465.920**	**$ 8.415.881.280**	**$ 5.804.930.160**	**$ 6.134.467.680**	**$ 3.168.630.000**	**$ 4.182.591.600**	**$ 547.598.301.847**	**$ 537.799.945.571**	**$ 521.856.959.148**
BENEFICIOS NETOS		**$ 426.403.087.923**	**$ 5.807.688.910**	**$ 5.423.175.679**	**$ 6.090.787.542**	**$ 6.539.949.370**	**$ 5.601.594.430**	**$ 6.742.301.230**	**$ 6.336.716.590**	**$ 3.725.765.470**	**$ 4.055.302.990**	**$ 1.089.465.310**	**$ 2.103.426.910**	**$ 493.713.440.022**	**$ 488.160.707.388**	**$ 478.994.672.598**

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

5.2.9.1 Valor Presente Neto (VPN)

Los beneficios y costos anuales pueden ser agregados y analizados, con lo cual se consolida esta herramienta financiera del VPN por el origen de la información y el tratamiento metodológico (de acuerdo con la metodología para valoración económica de bienes y servicios ambientales y recursos naturales del MADS), es útil para estimar las ganancias de bienestar social en el presente de los beneficios que se generarán en años futuros, para lo cual se usa la tasa social de descuento.

Ecuación 5-7 Cálculo del VPN – Diferencia entre beneficios y costos

$$VPN = \sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Fuente: MAVDT & CEDE (2010).

Donde, Bi son los beneficios del proyecto en el año i; Ci son los costos del proyecto en el año i; r es la tasa social de descuento; i es el indicador del año.

Tabla 5-54 Interpretación del VPN

VPN > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social
VPN = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en bienestar.
VPN < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios por lo tanto se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010

Con los resultados obtenidos en el flujo de costos y beneficios, con las temporalidades aplicadas y la tasa social de descuento, se obtiene un **VPN** de **$ 493.713.440.022** los cuales son superiores a cero e implican que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social (Ver **Tabla 5-55**).

Tabla 5-55 Resultados del VPN

AÑO	VPN (3%)
1	$ 493.713.440.022
5	
10	
15	
20	
24	

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

5.2.9.2 Relación Beneficio Costo (RBC)

Este indicador compara los beneficios frente a los costos que genera el proyecto, para este caso mide la proporción de los beneficios provenientes de la generación de la mano de obra no calificada frente los costos asociados a impactos seleccionados como relevantes. Se toma como un criterio de la rentabilidad del proyecto desde un punto de vista social (Ver **Tabla 5-56**).

Tabla 5-56 Interpretación del RBC

RBC > 1	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social
RBC = 1	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en bienestar.
RBC < 1	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios por lo tanto se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010

Ecuación 5-8 Cálculo del RBC – relación entre beneficios y costos

$$RBC = \frac{\sum \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VPN_{Beneficios}}{VPN_{Costos}}$$

Fuente: MAVDT & CEDE (2010).

Con los resultados obtenidos en el flujo de costos y beneficios como Valor Presente Neto individual, se emplea la **Ecuación 5-8** con la cual se obtiene un **RBC** de **10,16,** resultado que es superior a la unidad e implica que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social (Ver **Tabla 5-57**).

Tabla 5-57 Resultados del RBC

AÑO	RBC (3%)
1	10,16
5	
10	
15	
20	
24	

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

5.2.9.3 Análisis de sensibilidad

Dado que la realización del proyecto está sujeto a variables independientes que pueden cambiar el contexto en que este se desarrolla, se implementa el componente de análisis de sensibilidad; aquí se deben tener en consideración las incertidumbres, limitaciones y alcances de los resultados obtenidos para el análisis costo-beneficio, en otras palabras, se realiza el análisis de sensibilidad para determinar en qué medida cambiarían los resultados obtenidos a partir de la modificación de variables externas o parámetros como la tasa social de descuento, variación en las condiciones biofísicas esperadas, lapso de vida del proyecto, entre otras.

Por una parte, según la Autoridad Nacional de Licencias ambientales - ANLA (Castro & Casallas, 2018), la tasa social de descuento de un proyecto con incidencia ambiental puede variar según sea la duración de este. En este sentido, se emplean las posibles tasas de descuento en dado caso que el proyecto tengo una duración diferente a la que se espera, junto a dos tasas adicionales para situaciones más extremas. Todos los resultados obtenidos (Ver **Tabla 5-58**) son beneficiosos para el bienestar social.

Tabla 5-58 Análisis de sensibilidad – Cambio en TSD

TASA SOCIAL DE DESCUENTO			
Largo	2%	**$ 493.713.440.022**	**10,16**
Mediano	3%	$ 488.160.707.388	10,83
Corto	5%	$ 478.994.672.598	12,18

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

Por otra parte, se puede presentar afectaciones mayores o menores dentro de la cuantificación del cambio biofísico esperado; el cambio se vería reflejado en el aumento o disminución de los costos y beneficios valorados. Por tanto, se estiman escenarios en donde los resultados obtenidos incrementen o disminuyan en un máximo del 15%. En estos escenarios (Ver **Tabla 5-59** y **Tabla 5-60**) se hace evidente que en todos los resultados obtenidos son beneficiosos para el bienestar social.

Tabla 5-59 Análisis de sensibilidad – Cambio en RBC

RBC - CAMBIO EN COSTOS/BENEFICIOS	-15%	-10%	-5%	5%	10%	15%
-15%	10,16	10,76	11,36	12,55	13,15	13,75
-10%	9,60	10,16	10,73	11,86	12,42	12,99
-5%	9,09	9,63	10,16	11,23	11,77	12,30
5%	8,23	8,71	9,19	10,16	10,65	11,13
10%	7,85	8,31	8,78	9,70	10,16	10,62
15%	7,51	7,95	8,40	9,28	9,72	10,16

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

Tabla 5-60 Análisis de sensibilidad – Cambio en VPN

VPN - CAMBIO EN COSTOS/ BENEFICIOS	-15%	-10%	-5%	5%	10%	15%
-15%	$419.656.424.019	$447.036.339.111	$474.416.254.203	$529.176.084.388	$556.555.999.480	$583.935.914.573
-10%	$416.962.180.927	$444.342.096.020	$471.722.011.112	$526.481.841.297	$553.861.756.389	$581.241.671.482
-5%	$414.267.937.836	$441.647.852.929	$469.027.768.021	$523.787.598.206	$551.167.513.298	$578.547.428.390
5%	$408.879.451.654	$436.259.366.746	$463.639.281.838	$518.399.112.023	$545.779.027.115	$573.158.942.208
10%	$406.185.208.562	$433.565.123.655	$460.945.038.747	$515.704.868.932	$543.084.784.024	$570.464.699.117
15%	$391.954.319.529	$419.334.234.621	$446.714.149.714	$501.473.979.899	$528.853.894.991	$556.233.810.083

Fuente: SGI S.A.S., 2025.

5.2.10 Resultados

Del proceso de valoración económica se tiene como resultado del total de costos, que los impactos con mayor valor corresponden al Cambio en el uso social del suelo y la Modificación de las actividades económicas de la zona, con una estimación de $ 38.917.776.938, reflejando su impacto predominante.

Le siguen, con una cuantía significativa, la combinación de la Alteración a comunidades de flora, la Alteración a la cobertura vegetal y el Cambio en la conectividad ecológica funcional, con un costo total de $8.963.907.135.

En tercer y cuarto lugar, se ubican la Alteración a la calidad del suelo, con un valor de $2.771.197.365, y la Alteración a ecosistemas terrestres, que asciende a $2.681.440.254.

Finalmente, los impactos con menor cuantía corresponden a la Alteración en la percepción visual del paisaje ($407.389.326), y con el costo más bajo, la Alteración a comunidades de fauna terrestre ($143.150.806).

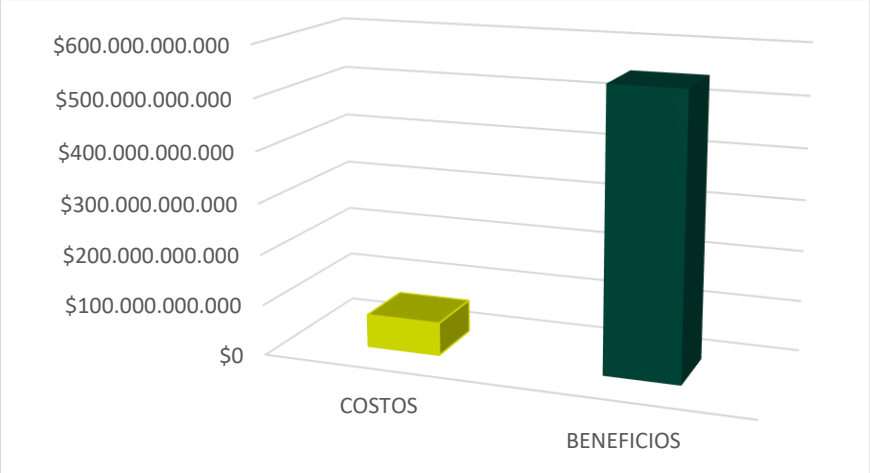


Figura 5-7 Comparación del VPN de costos y beneficios económicos de los impactos ($ millones)
Fuente SGI SAS,2025

Por su parte, dentro de los impactos positivos es el beneficio correspondiente a Incremento en la de manda de bienes y servicios el más representativo, el cual representa la dinamización de la economía. Como se evidencia en la **Figura 5-7**. Por otro lado, en la **Figura 5-8**, se puede observar a manera de porcentaje como los beneficios superan a los costos ambientales.

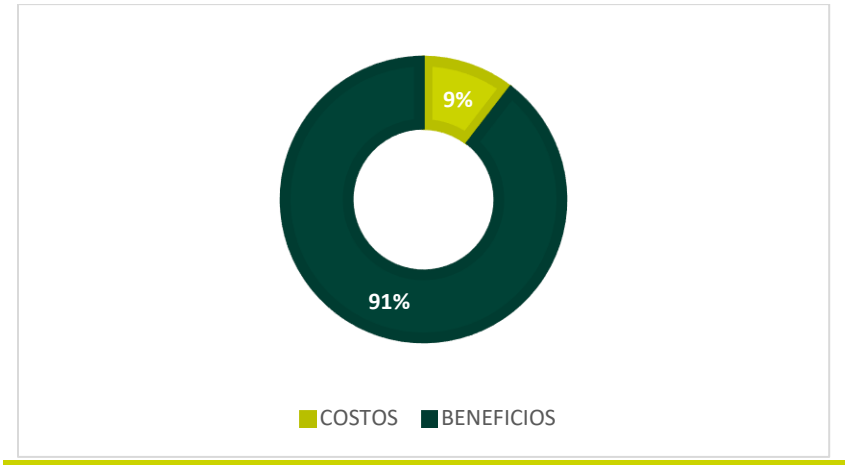


Figura 5-8 Comparación de costos y beneficios económicos ambientales (porcentajes)
Fuente: SGI SAS,2025

Tras el análisis de externalidades tanto negativas como positivas, se obtiene un Valor Presente Neto a 24 años de duración del proyecto positivo**: $ 493.713.440.022** y una relación beneficio-costo mayor a uno (**10,16**), lo que indica que el proyecto está creando externalidades positivas sobre el bienestar social y ambiental.

El proyecto, presenta resultados que revisados desde los criterios de decisión señalados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, siendo estos **VPN** (Valor Presente Neto) y **RBC** (Relación Beneficio Costo), positivos, aun cuando se someten a diferentes escenarios de sensibilidad. Se considera que el proyecto Área de Desarrollo Bucare genera ganancias al bienestar social.