



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37



CONTENIDO

5	EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	1
5.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	1
5.2.1	OBJETIVOS	2
5.2.2	METODOLOGIA DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA AMBIENTAL	2
5.2.3	DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES	3
5.2.3.1	Impactos ambientales significativos	4
5.2.3.2	Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos – SSEE... ..	10
5.2.3.3	Análisis de internalización.....	13
5.2.3.4	Análisis costo beneficio de impactos residuales (No Internalizables).....	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Clasificación de la importancia de los impactos.....	4
Tabla 5-2 Impactos significativos para la evaluación económica ambiental	5
Tabla 5-3 Impactos Significativos clasificados como Internalizados.....	8
Tabla 5-4 Área de intervención por cobertura	11
Tabla 5-5 Cuantificación biofísica del cambio en los SSEE	11
Tabla 5-6 Formato para el análisis de Internalización	14
Tabla 5-7 Análisis de Internalización	14
Tabla 5-8 Valoración Económica por el cambio en los niveles de ruido	17
Tabla 5-9 Tipos de especies Herbáceas (pastos)	18
Tabla 5-10: Costos de semillas	19
Tabla 5-11: Estimación de ponderada a revegetarizar	19
Tabla 5-12: Costos de siembra por hectárea	19
Tabla 5-13: Costos de personal	20
Tabla 5-14: Valor del flujo de nutrientes producidos por el suelo	20
Tabla 5-15 Conversión del flujo de nutrientes del suelo	21
Tabla 5-16 Valoración económica producción de nutrientes del suelo	21
Tabla 5-17 Valoración económica captura de carbono de coberturas a intervenir.	22
Tabla 5-18 Valoración Económica por afectación a la madera.....	24
Tabla 5-19 Valoración Económica por el aprovechamiento Forestal.....	25
Tabla 5-20 Valoración económica – fauna silvestre	27
Tabla 5-21 Áreas de actividades productivas tradicionales.....	28
Tabla 5-22 Valoración por perdida de producción pecuaria.....	29
Tabla 5-23 Valoración por perdida de producción actividad de cultivos de arroz.....	30
Tabla 5-24 Valoración por pérdida de actividad piscícola	31
Tabla 5-25 Valoración total del impacto Cambio en el uso del suelo	32
Tabla 5-26 Datos para transferencia de beneficios.	33
Tabla 5-27 Valores ajustados del estudio de referencia.....	36
Tabla 5-28 Valor económico por alteración en la calidad visual	36
Tabla 5-29 Estimativos de mano de obra.	37
Tabla 5-30 Cálculo del Costo de Oportunidad.	37
Tabla 5-31 Valoración económica por Cambio en la tendencia de empleo	38
Tabla 5-32 Encadenamientos del sector petrolero.	41
Tabla 5-33 Costos asociados al proyecto.....	42
Tabla 5-34 Beneficio por el cambio en la demanda de bienes y servicios	42
Tabla 5-35 Valor Presente Neto de Costos y Beneficios.....	43
Tabla 5-36 Interpretación del indicador VPN.....	44
Tabla 5-37 Interpretación del indicador RCB.	44
Tabla 5-38 Indicadores del análisis del flujo económico	44
Tabla 5-39 Análisis de Sensibilidad	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Localización general del proyecto	1
Figura 5-2 Estructura general de la evaluación económica ambiental	3
Figura 5-3 Comportamiento del impacto por las posibilidades de internalización	8
Figura 5-4 Hogares por número de personas (%) total nacional 2021	17
Figura 5-5 Documento de referencia.....	39
Figura 5-6 Exclusión de los rubros de empleo e impuestos.....	40
Figura 5-7 Pasos para el cálculo de los multiplicadores	40
Figura 5-8 Resultados del Análisis Costo Beneficio	46

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El presente documento contiene la evaluación económica de impactos ambientales para el estudio ambiental que tiene como objetivo, obtener el licenciamiento para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37, localizado en jurisdicción de los municipios de Neiva y Tello en el departamento del Huila.

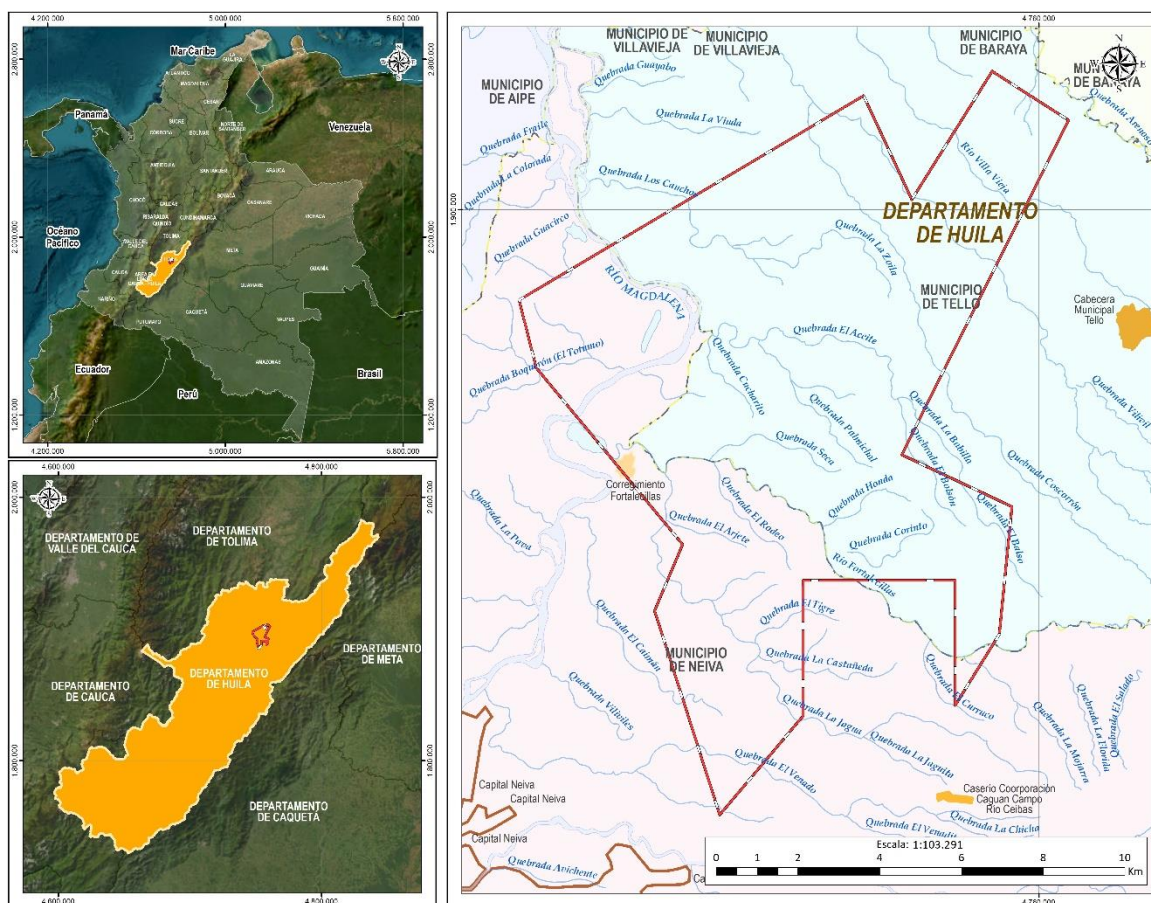


Figura 5-1 Localización general del proyecto

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Debido a las actividades y permisos solicitados para el desarrollo del proyecto, se presentan algunos impactos identificados y valorados en el capítulo de evaluación ambiental, de donde se seleccionan aquellos impactos significativos para ser incluidos en la evaluación económica ambiental.

Es así como en este capítulo se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales considerados relevantes, sobre los flujos de bienes y servicios de la zona de influencia, en el escenario de línea base y desde una perspectiva del mismo, acogiendo los lineamientos establecidos en el manual *Criterios Técnicos para el uso de*

Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental, adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) mediante la Resolución 1669 de 2017, así como lo establecido en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS 2018).

En las siguientes secciones se presenta la metodología y explicación general de la evaluación económica que comprende, la identificación de impactos significativos asociados a la ejecución del proyecto, su clasificación entre impactos Internalizables y No Internalizables, la cuantificación biofísica del cambio en los servicios ecosistémicos y su respectivo análisis de internalización o valoración económica de donde se obtienen los indicadores económicos o criterios de evaluación económica.

5.2.1 OBJETIVOS

- ✓ Estimar y analizar las magnitudes económicas de los efectos socioambientales derivados de la solicitud de licencia ambiental del proyecto Área de Desarrollo VSM-37.
- ✓ Analizar el potencial de internalización que puedan tener los impactos significativos, con el objetivo de determinar aquellos que efectivamente deben ser valorados económicamente.
- ✓ Valorar monetariamente las externalidades negativas y positivas que generan las actividades del proyecto, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- ✓ Calcular el análisis costo beneficio ambiental - ACB, producto de las actividades del proyecto y la interpretación de los indicadores resultantes.

5.2.2 METODOLOGIA DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA AMBIENTAL

En la evaluación de proyectos, obras o actividades se identifican dos grandes momentos: el análisis *ex ante*, o antes de la ejecución de estos; y el análisis *ex post*, que se refiere al análisis realizado durante o después de su implementación. El análisis *ex ante* involucra la predicción de consecuencias biofísicas, con base en los resultados de la evaluación de impacto ambiental que proyecta ciertos comportamientos del entorno natural frente a alteraciones generales por las actividades objeto de evaluación para licenciamiento ambiental, e implica la comparación mediante criterios, como en el caso del ACB, entre al menos dos opciones o escenarios en los que se podrían realizar el proyecto, frente a los cuales se debe analizar la viabilidad ambiental de su desarrollo (Freeman, 2003).

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, en el que se presenta la información detallada de la línea base, las obras previstas y la evaluación de impactos, entre otras, es indispensable realizar un análisis de internalización, que identifique los impactos que pueden ser prevenidos o corregidos mediante medidas de manejo, que permita establecer una relación de los costos asociados a dichas actividades y genere indicadores que faciliten el seguimiento a las mismas.

En el EIA se debe presentar la valoración económica de los impactos que no resultan prevenibles ni corregibles (no Internalizables), estimación que constituye el principal insumo para la aplicación del Análisis Costo Beneficio – ACB como criterio de decisión. (MADS - Resolución 1669/2017).

Para este objetivo se utilizará la estructura general de evaluación económica en la evaluación ambiental de un proyecto obra o actividad objeto de licenciamiento ambiental descrita en el manual citado anteriormente:

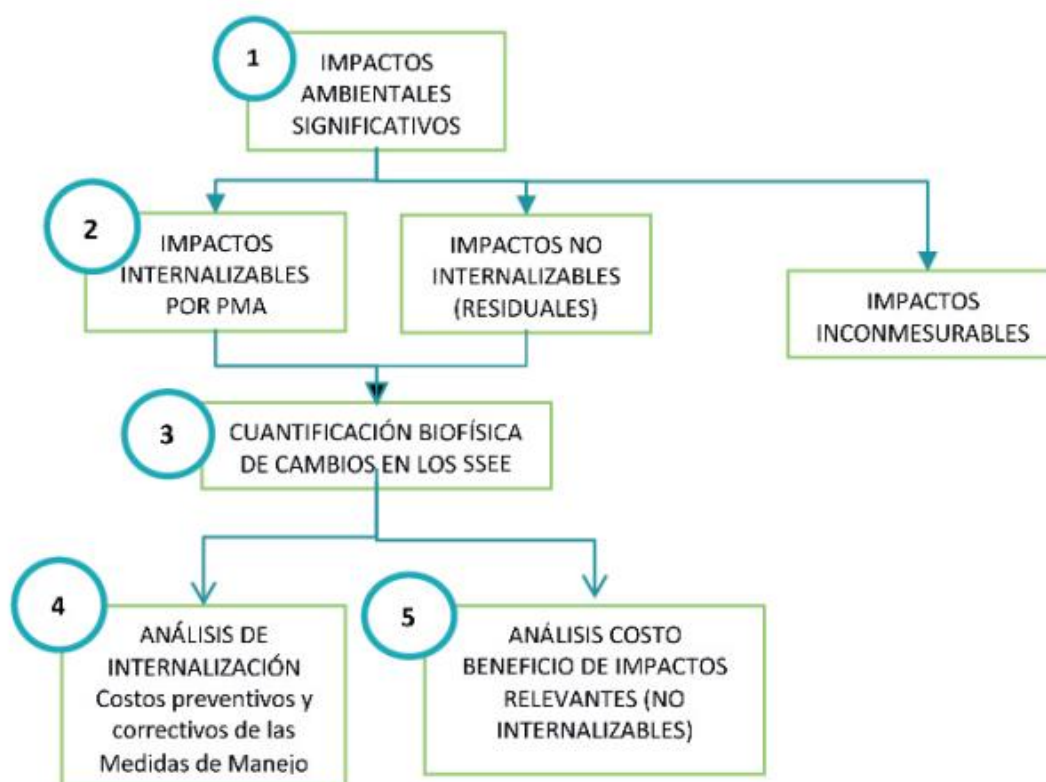


Figura 5-2 Estructura general de la evaluación económica ambiental

Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en proyectos, obras y actividades objeto de licenciamiento ambiental (MADS – ANLA 2017)

5.2.3 DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación, se presenta una pequeña descripción y el desarrollo de cada etapa de la evaluación económica ambiental.

5.2.3.1 Impactos ambientales significativos

El impacto ambiental es cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad¹.

En el capítulo de la evaluación ambiental, se realizó un análisis multidisciplinario, el cual consistió en la selección de los criterios de importancia de los impactos, la cual partió del concepto de cada uno de los profesionales interdisciplinarios de Atención Social Integral S.A.S – ASI realizaron a la metodología descrita en el presente numeral la cual se fundamenta en la metodología propuesta por VICENTE CONESA FDZ-VÍTORA (2010) , en la “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambientales”. Se precisa que el método de Conesa fue creado en el año 1997, el cual está basado en el método de las matrices causa- efecto. Involucrando los métodos de matriz de Leopold y el método Instituto Batelle-Columbus. El método Conesa se utiliza para la evaluación de impactos ambientales y plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de una valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales identificados.

En este sentido, la importancia ambiental (IMP) se determinó realizando la sumatoria de las calificaciones dadas a los aspectos tenidos en consideración tanto para el escenario sin proyecto, como con proyecto. De acuerdo con lo anterior, y como resultado de la jerarquización de impactos se establece la significancia de los impactos a través de la importancia establecida en irrelevante, moderado, severo y crítico para los impactos de naturaleza negativa. En cuanto a los impactos positivos su jerarquización se definió como, poco importante, importante y muy importante. A continuación, se indica la relación existente entre la importancia ambiental y el nivel de importancia de los impactos.


Tabla 5-1 Clasificación de la importancia de los impactos

IMPORTANCIA DEL IMPACTO		
CARÁCTER NEGATIVO		
$\text{IMPORTANCIA (I)} = - (3\text{MG} + 2\text{CO} + \text{DR} + \text{RS} + \text{RC} + \text{PE} + \text{TD} + \text{TP} + \text{SI})$	IRRELEVANTE	<-25
	MODERADO	-25 A <-50
	SEVERO	-50 A -75
	CRÍTICO	>-75
CARÁCTER POSITIVO		
$\text{IMPORTANCIA (I)} = + (3\text{MG} + 2\text{CO} + \text{DR} + \text{RS} + \text{RC} + \text{PE} + \text{TD} + \text{TP} + \text{SI})$	POCO IMPORTANTE	<25
	IMPORTANTE	25 A 50
	MUY IMPORTANTE	>50

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el manual acogido por el MADS mediante la Resolución 1669-2017, se define como criterio, escoger aquellos impactos negativos calificados en la evaluación ambiental como “moderado, severo y crítico”, en cualquiera de las actividades a desarrollar en el proyecto. En cuanto a los impactos positivos se

¹ Decreto 2041. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 15 octubre de 2014.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

seleccionaron los calificados como “importante y muy importante” y que además se consideren relevantes en generar un aumento en el bienestar de la población del área de influencia. Así, una vez aplicado el criterio de selección se definen como significativos para el análisis económico ambiental del proyecto Área de Desarrollo VSM-37, los siguientes impactos:

Tabla 5-2 Impactos significativos para la evaluación económica ambiental

COMPONENTE	ID	IMPACTO ESPECIFICO	ETAPAS	IMPORTANCIA
Atmósfera	ABIO-1	Modificación en la concentración de gases contaminantes	Actividades transversales	Moderado
			Transporte de agua, crudo y gas	Moderado
	ABIO-2	Modificación del material particulado	Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Transporte de agua, crudo y gas	Moderado
	ABIO-5	Cambio en los niveles de ruido	Actividades transversales	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			ZODME	Moderado
			Reinyección y/o inyección	Moderado
Geomorfología	ABIO-6	Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos	Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
	ABIO-7	Cambio en las geoformas y morfología del terreno	Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
Geotecnia	ABIO-8	Cambios en las condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno	ZODME	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
Hidrogeología	ABIO-12	Cambio en la oferta de aguas subterráneas	Actividades transversales	Moderado
Suelo	ABIO-18	Cambio en las características biológicas, físicas y químicas del suelo	Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado

COMPONENTE	ID	IMPACTO ESPECIFICO	ETAPAS	IMPORTANCIA
Ecosistemas terrestres	BIO-1	Perdida de hábitat	Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Perforación de pozos	Severo
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
	BIO-2	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
	BIO-3	Cambio en la composición y estructura de las especies	Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
	BIO-4	Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna	Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Perforación de pozos	Moderado
			Facilidades de producción	Moderado
			Funcionamiento de la tea	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Severo
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
	BIO-5	Fragmentación del hábitat de fauna	Líneas de flujo	Severo
			Líneas eléctricas	Moderado
			ZODME	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Severo
Espacial	SOC-6	Cambio en la calidad de la infraestructura vial	Actividades transversales	Moderado
			Transporte de agua, crudo y gas	Moderado

COMPONENTE	ID	IMPACTO ESPECIFICO	ETAPAS	IMPORTANCIA
	SOC-7	Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales	Actividades transversales	Moderado
			Reinyección y/o inyección	Moderado
	SOC-8	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Actividades transversales	Moderado
			Transporte de agua, crudo y gas	Moderado
Político administrativo	SOC-9	Generación y/o alteración de conflictos sociales	Etapa preoperativa	Moderado
			Actividades transversales	Moderado
			Perforación de pozos	Moderado
			Reinyección y/o inyección	Moderado
			ZODME	Moderado
			Granja solar	Moderado
			Transporte de agua, crudo y gas	Moderado
			Desmantelamiento, restauración y abandono	Moderado
	SOC-10	Generación de expectativas	Etapa preoperativa	Moderado
			Actividades transversales	Moderado
			ZODME	Moderado
			Desmantelamiento, restauración y abandono	Moderado
	SOC-11	Cambio en la organización comunitaria	Etapa preoperativa	Moderado
Cultural	SOC-12	Cambio en el uso del suelo	Etapa preoperativa	Moderado
	SOC-13	Cambio en la estructura del paisaje	Actividades transversales	Moderado
			Vías (adecuación y/o construcción)	Moderado
			Plataforma multipozo, facilidades de producción, zonas de maniobra y granja solar	Moderado
			Líneas de flujo	Moderado
			Líneas eléctricas	Severo
			ZODME (construcción)	Moderado
			Perforación de pozos	Severo
			Facilidades de producción	Severo
			ZODME (operación)	Moderado
			Granja Solar	Severo
Económico	SOC-2	Cambio en la tendencia del empleo en el corto y mediano plazo	Actividades transversales	Importante
	SOC-3	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	Actividades transversales	Importante

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

Como resultado del criterio de selección de impactos significativos, se cuentan para el análisis económico ambiental con un total de 23 impactos, de los cuales 21 son de naturaleza negativa y 2 impactos positivos.

5.2.3.1.1 Impactos Internalizables por PMA

Una vez identificados los impactos susceptibles de ser valorados económicamente, se deben seleccionar aquellos impactos que, de acuerdo con el análisis y el planteamiento de las medidas de manejo, se puedan evitar o corregir; es decir, aquellos impactos que puedan ser internalizados².

Según el planteamiento presentado; en la siguiente figura se ilustra el comportamiento de un indicador biofísico, afectado por la presencia de un impacto ambiental, al ser implementadas dichas medidas para su internalización:

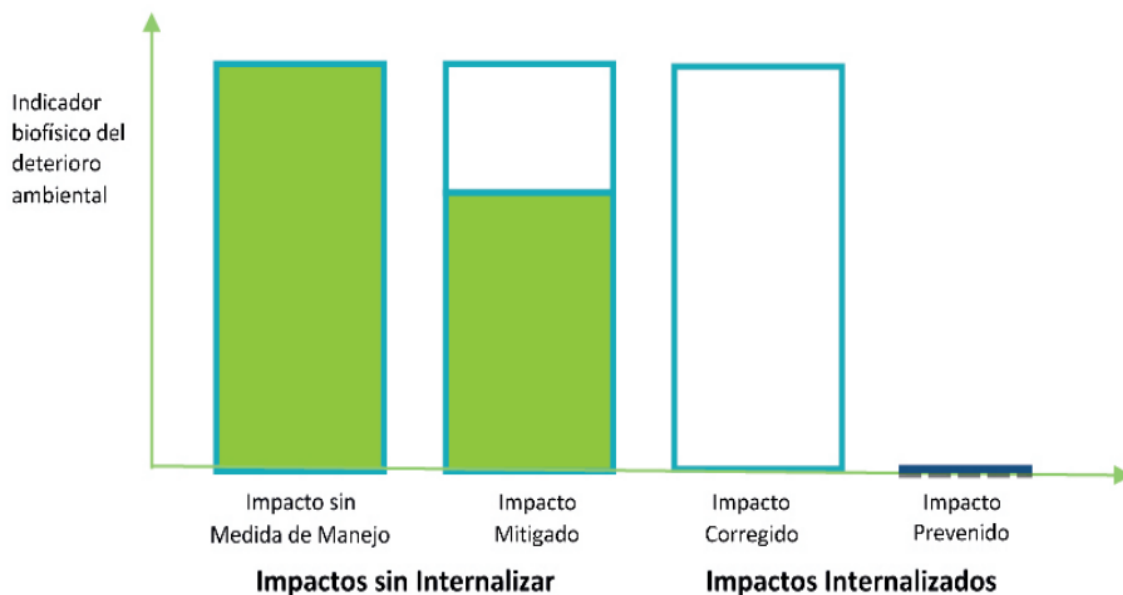


Figura 5-3 Comportamiento del impacto por las posibilidades de internalización

Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en proyectos, obras y actividades objeto de licenciamiento ambiental (MADS – ANLA 2017)

De acuerdo con lo anterior, se procede a realizar la relación de los impactos significativos negativos con las medidas de manejo del PMA, identificando los siguientes impactos como Internalizables debido a que son controlados por medidas preventivas y/o correctivas.

Tabla 5-3 Impactos Significativos clasificados como Internalizados

COMPONENTE	ID	IMPACTO ESPECÍFICO	MEDIDA DE MANEJO
Atmósfera	ABIO-1	Modificación en la concentración de gases contaminantes	VSM37-PMA-AB-S-6 Manejo de materiales de construcción
			VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones
	ABIO-2	Modificación del material particulado	VSM37-PMA-AB-S-6 Manejo de materiales de construcción

²Análisis de Internalización "Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental", adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 1667 de 2017.

COMPONENTE	ID	IMPACTO ESPECIFICO	MEDIDA DE MANEJO
			VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones
Hidrogeología	ABIO-12	Cambio en la oferta de aguas subterráneas	VSM37-PMA-AB-RH—Manejo de aguas subterráneas
Espacial	SOC-6	Cambio en la calidad de la infraestructura vial	VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial
	SOC-7	Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales	VSM37-PMA-AB-RH—Manejo de aguas subterráneas VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado
	SOC-8	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial
Político administrativo	SOC-9	Generación y/o alteración de conflictos sociales	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado
			VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria
	SOC-10	Generación de expectativas	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado
			VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria
	SOC-11	Cambio en la organización comunitaria	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado
			VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

En concordancia con lo anterior y teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental. MADS. 2017, las fichas seleccionadas para el análisis de internalización corresponden a:

- VSM37-PMA-AB-S-6 Manejo de materiales de construcción
- VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones
- VSM37-PMA-AB-RH Manejo de aguas subterráneas
- VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial
- VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado
- VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria

Como ya se mencionó anteriormente, estas medidas de manejo cumplen con el objetivo de prevención y/o corrección dentro del Plan de Manejo Ambiental e internalizan los siguientes impactos específicos significativos:

- Modificación en la concentración de gases contaminantes
- Modificación del material particulado
- Cambio en la oferta de aguas subterráneas
- Cambio en la calidad de la infraestructura vial
- Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales
- Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local
- Generación y/o alteración de conflictos sociales
- Generación de expectativas
- Cambio en la organización comunitaria

Esta selección corresponde con los costos que cumplen con los criterios para este análisis como lo son:

- La predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico.
- Alta certeza y exactitud en las medidas de prevención o corrección de dichos impactos
- Los programas o medidas contemplados para realizar la corrección tienen una efectividad cercana al 100%.

De acuerdo con lo anterior, vale la pena mencionar que el impacto "Cambio en los niveles de ruido" pese a ser manejado por la ficha "VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones", es clasificado como No Internalizable debido a que los resultados de los monitoreos de línea base demuestran que en algunas estaciones se superan los límites establecidos por la normatividad vigente.

5.2.3.1.2 Impactos No Internalizables (Residuales)

Son todos aquellos impactos que no pueden controlarse mediante medidas de manejo de prevención y/o corrección y, por lo tanto, dejan un efecto residual que debe compensarse, de acuerdo con lo anterior, los impactos no Internalizables para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37 corresponden a:

- Cambio en los niveles de ruido
- Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos
- Cambio en las geoformas y morfología del terreno
- Cambios en las condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno
- Cambio en las características biológicas, físicas y químicas del suelo
- Pérdida de hábitat
- Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal
- Cambio en la composición y estructura de las especies
- Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna
- Fragmentación del hábitat de fauna
- Cambio en el uso del suelo
- Cambio en la estructura del paisaje
- Cambio en la tendencia del empleo en el corto y mediano plazo
- Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios

5.2.3.2 Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos – SSEE

La cuantificación biofísica de impactos hace referencia a la extensión física que tienen los impactos ambientales relevantes. Esta cuantificación es utilizada para dimensionar la afectación de los bienes y servicios ambientales y con base en esta, poder cuantificar la pérdida de bienestar de los individuos afectados. La base para desarrollar la cuantificación física de impactos es la caracterización del medio biótico, abiótico y social, el aprovechamiento de recursos naturales y la descripción del proyecto.

Con respecto a lo anterior, el indicador más representativo para definir el cambio ambiental corresponde al área de intervención del proyecto y las coberturas asociadas. En este

sentido, en la siguiente tabla se presenta la intervención en coberturas que se generarán en la etapa constructiva del proyecto.

Tabla 5-4 Área de intervención por cobertura

Cobertura	Actividades puntuales	Actividades lineales
	Área a afectar (ha)	Área a afectar (ha)
Arbustal abierto esclerófilo	6,97	45,1
Arbustal denso	3,34	37,39
Arenales	0,17	0
Arroz	2,66	17,53
Bosque de galería y/o ripario	10,94	27
Canales	0,03	0,02
Cítricos	0,01	0
Cuerpos de agua artificiales	0	0,01
Cultivos permanentes arbóreos	0,11	0,08
Estanques para acuicultura continental	0	0,05
Explotación de hidrocarburos	0	0,27
Maíz	0,02	0,52
Mango	0	0,05
Mosaico de pastos y cultivos	0,1	0,89
Otros cultivos transitorios	0,04	0,06
Pastos arbolados	51,74	470,31
Pastos enmalezados	0	29,51
Pastos limpios	50,17	407,99
Plantación de latifoliadas	0	0
Red vial y territorios asociados	2,13	35,38
Ríos	0,64	0
Tejido urbano continuo	0	0,55
Tejido urbano discontinuo	0,2	0,21
Tierras desnudas y degradadas	2,83	51,27
Vegetación secundaria alta	1,16	18,46
Vegetación secundaria baja	2	54,43
Zonas industriales o comerciales	0	0,08
Total	135,25	1197,14


Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior, predominan los pastos con el 74%, los cuales están dedicados a la ganadería, seguido en menor proporción por la vegetación secundaria, con tal solo el 5%. Lo anterior teniendo en cuenta que a partir de las coberturas vegetales se pueden identificar de manera precisa los servicios ecosistémicos intervenidos. A continuación, se presenta el indicador de cambio biofísico y social de los servicios ecosistémicos relacionados con los impactos significativos.

Tabla 5-5 Cuantificación biofísica del cambio en los SSEE

ID	IMPACTO ESPECIFICO	SSEE	VALOR	UNIDAD	OBSERVACIÓN
ABIO-1		Regulación	24,51	µg/m3-NO2	Se cuantifica a partir de los resultados de los monitoreos
			21,70	µg/m3-SO2	

ID	IMPACTO ESPECIFICO	SSEE	VALOR	UNIDAD	OBSERVACIÓN
	Modificación en la concentración de gases contaminantes		827,05	µg/m3-CO	a la calidad del aire en el área de influencia.
ABIO-2	Modificación del material particulado	Regulación	12,16	µg/m3-PM10	Se cuantifica a partir de los resultados de los monitoreos a la calidad del aire en el área de influencia.
			2,82	µg/m3-PM2.5	
ABIO-5	Cambio en los niveles de ruido	Regulación	20,5	dB	Se cuantifica a partir de los resultados de los monitoreos del ruido realizados en el área de influencia, así como el número de hogares estimados de las unidades territoriales menores
			4143	Hogares	
ABIO-6	Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos	Regulación	1332,42	Hectáreas	Este grupo de impactos se cuantifica biofísicamente de acuerdo con el área total de intervención (actividades puntuales y actividades lineales).
ABIO-7	Cambio en las geoformas y morfología del terreno	Regulación	1332,42	Hectáreas	
ABIO-8	Cambios en las condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno	Regulación	1332,42	Hectáreas	
ABIO-12	Cambio en la oferta de aguas subterráneas	Provisión	3	L/s	Corresponde con el caudal de agua subterránea solicitado para el proyecto
ABIO-18	Cambio en las características biológicas, físicas y químicas del suelo	Regulación Soporte	1332,42	Hectáreas	Este grupo de impactos se cuantifica biofísicamente de acuerdo con el área total de intervención (actividades puntuales y actividades lineales).
BIO-1	Perdida de hábitat	Soporte			
BIO-2	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	Soporte Regulación	1332,42	Hectáreas	Este grupo de impactos se cuantifica biofísicamente de acuerdo con el área total de intervención (actividades puntuales y actividades lineales), así como el volumen de aprovechamiento forestal
BIO-3	Cambio en la composición y estructura de las especies	Soporte Regulación Provisión		Hectáreas	
BIO-4	Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna	Soporte	9	Anfibios	Los valores de referencia para la fauna se toman de acuerdo con las bases de datos registradas en la caracterización del área de influencia.
			126	Aves	
			13	Reptiles	
			12	Mamíferos	
BIO-5	Fragmentación del hábitat de fauna	Soporte	1332,42	Hectáreas	Se cuantifica biofísicamente de acuerdo con el área total de intervención
SOC-6	Cambio en la calidad de la infraestructura vial	N/A	41	Vías de acceso	Se cuantifica sobre la posible afectación a las 41 vías de acceso al proyecto
SOC-7	Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los	N/A	N/A	Servicios públicos	En el escenario ex ante cuantificar la afectación a servicios públicos es muy difícil, por lo que se propone

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

ID	IMPACTO ESPECIFICO	SSEE	VALOR	UNIDAD	OBSERVACIÓN
	servicios públicos y sociales				presentar el posible cambio en los reportes a la internalización
SOC-8	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	N/A	41	Vías de acceso	Se cuantifica sobre la posible afectación a las 41 vías de acceso al proyecto
SOC-9	Generación y/o alteración de conflictos sociales	N/A	8684	Población	Si bien es de difícil cuantificación la presencia de conflictos, se estima a partir del número de pobladores mayores de edad de las unidades territoriales menores de donde puede surgir algún tipo de reclamo o expectativa
SOC-10	Generación de expectativas				
SOC-11	Cambio en la organización comunitaria				
SOC-12	Cambio en el uso del suelo	Provisión	1031,54	Hectáreas	Corresponde a la intervención de coberturas de pastos, arroz, maíz, mosaico de pastos y cultivos y cultivos transitorios
SOC-13	Cambio en la estructura del paisaje	Cultural	1332,42	Hectáreas	El cambio ambiental se cuantifica sobre el área total de intervención y la población en edad de trabajar sobre la cual se estima la valoración económica
			8.684	PET	
SOC-2	Cambio en la tendencia del empleo en el corto y mediano plazo	N/A	99	Empleos	Corresponde a los empleos de mano de obra no calificada ofrecida por el proyecto para la comunidad del área de influencia.
SOC-3	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	N/A	0,25	Multiplicador	Corresponde con el efecto multiplicador de la economía local gracias a las inversiones del proyecto

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

5.2.3.3 Análisis de internalización

En esta sección se presenta el análisis de internalización de impactos para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37 cuyos efectos pueden ser prevenidos y/o corregidos completamente a partir de la adecuada gestión e implementación del Plan de Manejo Ambiental.

Este conjunto de impactos no son objeto de aproximación monetaria en el ejercicio de valoración económica o análisis costo beneficio, debido a que no generan efectos residuales en el ecosistema o en la sociedad, en consecuencia, se procede a realizar el respectivo análisis de internalización para cada impacto teniendo en cuenta el desarrollo procedimental definido en los Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos objeto de licenciamiento ambiental (Resolución 1669/2017) presentado a continuación.


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

Tabla 5-6 Formato para el análisis de Internalización

Impacto negativo	Servicio ecosistémico o ambiental	Indicador línea base -EIA		Cuantificación (cambio del servicio ecosistémico o ambiental)	Medida de PMA		Costos ambientales anuales - ECI*		
		Nombre	Valor		Nombre	Valor indicador	CTi	COi	CPI
Valores Totales									
Valor Total ECI									

* Únicamente medidas ambientales de prevención y corrección

Fuente: Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental. MADS. 2017.

A continuación, se presenta la relación de impactos internalizados frente a las fichas del Plan de Manejo Ambiental PMA que los previenen o corrigen y sus costos asociados aclarando que todo el desarrollo del análisis de internalización es presentado en el Anexo 11. Valoración económica, 5.2-1 Análisis Internalización.

Tabla 5-7 Análisis de Internalización

ID	IMPACTO ESPECIFICO	MEDIDA DE MANEJO	COSTOS DE PREVENCIÓN ANUAL
ABIO-1	Modificación en la concentración de gases contaminantes	VSM37-PMA-AB-S-6 Manejo de materiales de construcción	\$27.170.600
		VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones	
ABIO-2	Modificación del material particulado	VSM37-PMA-AB-S-6 Manejo de materiales de construcción	\$26.170.600
		VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de fuentes de emisiones	
ABIO-12	Cambio en la oferta de aguas subterráneas	VSM37-PMA-AB-RH—Manejo de aguas subterráneas	\$560.612.352
SOC-6	Cambio en la calidad de la infraestructura vial	VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial	\$502.571.828
SOC-7	Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado	\$561.612.352
		VSM37-PMA-AB-RH—Manejo de aguas subterráneas	
SOC-8	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	VSM37-PMA-AB-S-10 Manejo de adecuación y mantenimiento vial	\$502.571.828
SOC-9	Generación y/o alteración de conflictos sociales	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado	\$3.666.666
		VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria	
SOC-10	Generación de expectativas	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado	\$3.666.666
		VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria	
SOC-11	Cambio en la organización comunitaria	VSM37-PMA-SE-1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado	\$3.666.666
		VSM37-PMA-SE-2 Programa de información y participación comunitaria	

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

Con respecto a los costos de la internalización, estos son provenientes del presupuesto establecido para cada una de las fichas que controlan los impactos, en este sentido, teniendo en cuenta que algunas fichas de manejo se encuentran en la internalización de dos o más impactos, dicho costo fue distribuido de manera equitativa con el fin de estimar los costos preventivos y correctivos de cada uno de los impactos internalizados sin generar una doble contabilidad.

5.2.3.4 Análisis costo beneficio de impactos residuales (No Internalizables)

Con relación a las conclusiones de la clasificación de impactos, en donde se identifican distintos impactos significativos no internalizables, se procede a efectuar el análisis económico de estas afectaciones, el cual se desarrolla a través de la aplicación de técnicas de valoración económica que se utilizan para determinar en términos monetarios, el valor aproximado de los potenciales impactos asociados a las actividades del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes criterios bajo los cuales se realiza la valoración económica:

- 1) La evaluación económica toma como referencia los potenciales impactos generados por las actividades de solicitud de Licencia Ambiental para el proyecto "Área de Desarrollo VSM-37". Las características técnicas con las que se procede a realizar el análisis de evaluación de los efectos ambientales que potencialmente están asociados a la construcción del proyecto, fueron tomadas del Estudio de Impacto Ambiental -EIA.
- 2) El análisis costo beneficio -ACB- desarrollado responde a los lineamientos establecidos en el manual Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas para proyectos objeto de licenciamiento acogidos mediante Resolución 1669 del 2017 y la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (2018).
- 3) Para efectos de los indicadores económicos se consideró la tasa de descuento (TD) del 5%.
- 4) Para efectos de la estimación de beneficios y costos, se selecciona un horizonte de análisis temporal de 20 años, de acuerdo con el cronograma del proyecto.
- 5) En el flujo de costos y beneficios no se tuvo en cuenta los efectos inflacionarios.
- 6) Para el análisis de sensibilidad se utiliza variables críticas, con escenarios de aumento y disminución del 10% y 20% tanto en costos como en beneficios, para poder demostrar la viabilidad del proyecto.
- 7) Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos 2023 (COP).
- 8) Se anexa archivo en Excel con el flujo de costos y beneficios; donde se evidencia el VPN de cada valoración adelantada y las memorias de cálculo de las valoraciones adelantadas.

5.2.3.4.1 Valoración económica de los cambios en los servicios ecosistémicos – SSEE

A. VALORACIÓN DE COSTOS AMBIENTALES

➤ ABIO-5 Cambio en los niveles de ruido

En cuanto a los efectos ocasionados por el ruido, Osorio y otros (2011) mencionan que el ruido como externalidad negativa es uno de los problemas que ha surgido a partir del crecimiento acelerado de las actividades económicas, donde los efectos del ruido sobre los seres humanos y el desarrollo de sus actividades, regularmente se vinculan con la afectación sobre la sensibilidad auditiva, influenciando el desarrollo de aspectos como la concentración, el reposo y la comunicación, especialmente en espacios como domicilios y viviendas, y el impacto negativo sobre el precio de las viviendas, ya que se considera la existencia de una relación inversa entre el incremento de los niveles de ruido y el precio de compra de las viviendas. De igual forma, estos autores concluyen que el valor asignado al ruido está sujeto a la percepción de los individuos afectados por este, a las condiciones culturales, sociales y demás factores, que generan apreciaciones diferentes en cada individuo, permitiendo variar el concepto de molestia relacionada a la consideración del ruido como externalidad negativa.

Para abordar la valoración económica del impacto se recurre a la técnica de transferencia de beneficios, partiendo de una búsqueda bibliográfica de estudios que hayan valorado económicamente esta afectación social, al respecto se selecciona el estudio “*Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)*”, desarrollado por Osorio, Correa y Patiño mediante la valoración contingente a través de encuestas tipo referéndum en la ciudad de Medellín-Colombia en el año 2011, cuyo propósito fue el estimar la disponibilidad a pagar por la reducción de 5 decibeles (dB) por cada hogar. Como resultado del ejercicio llevado a cabo en el estudio de referencia, se estimó una DAP de \$602 por hogar para la reducción de 5 decibeles de ruido.

En este sentido, a partir de los resultados de los monitoreos de ruido llevados a cabo para la caracterización del área de influencia, se pudo evidenciar que en algunos puntos de monitoreo los decibeles (dBA) están por encima de los niveles permisibles establecidos por la Resolución 627-2006 (MADS), así las cosas, como escenario crítico se toma el punto más alto del Sector D donde se registra un sobrepaso de 20,5 dB frente al límite normativo.

Asimismo, el valor transferido del estudio de referencia (\$602 por reducción de 5 dBA) es actualizado a la vigencia 2023, calculado en \$1.062. Teniendo en cuenta, que la cuantificación biofísica del cambio ambiental corresponde 20,5 dBA y el valor transferido es para tan solo 5 dBA, se realiza la estimación económica a partir de la una regla de tres para estimar el valor de la disponibilidad a pagar por el cambio ambiental estimado para este proyecto, con lo cual se estima un valor de DAP/año/hogar en \$4.352.

De acuerdo con la información de la caracterización del medio socioeconómico en el área de influencia (unidades territoriales menores), existen 12.429 personas (ver Anexo 11. Valoración económica, 5.2-2 Memorias de cálculo), si bien la caracterización demográfica de estas unidades territoriales no describe el número de hogares en cada una de ellas, se toma como referencia para estimar el número de hogares, la información del Boletín técnico de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) para el 2021, donde se indica que tanto para cabeceras, centros poblados y rural disperso la mayoría de los hogares

están conformados por tres (3) personas, por lo tanto, se calcula que la afectación se potencializa en 4.143 hogares del área de influencia del proyecto.

Número de personas	Total nacional		Cabeceras		Centros poblados y rural disperso	
Una	18,2		18,5		17,1	
Dos	23,6		23,9		22,5	
Tres	23,8		24,0		23,2	
Cuatro	19,6		19,7		19,3	
Cinco y más	14,8		13,9		17,9	

Figura 5-4 Hogares por número de personas (%) total nacional 2021

Fuente: DANE, 2021

Como resultado del planteamiento se tiene un valor aproximado del impacto de \$18.031.055 anuales.

Tabla 5-8 Valoración Económica por el cambio en los niveles de ruido

Servicio Ecosistémico	Estudio de Referencia	Hogares	DAP/Hogar/Año (2023)	Valor del Impacto
Regulación Ruido	Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)	4143	\$4.352	\$18.031.055

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

➤ **ABIO-6 Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos – ABIO-8 Cambio en las condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno**

Dentro de la fase de construcción, se deben llevar a cabo actividades de desmonte y descapote, que pueden dar lugar a cambios en procesos geomorfológico y condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno; sin embargo, son actividades que tiene una incidencia directa en los suelos 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 de los taludes. Dicho lo anterior y teniendo en cuenta las actividades relacionadas se identifica el servicio ecosistémico de Regulación de control de la erosión, bajo este servicio ecosistémico se realiza la valoración económica ambiental directamente relacionada con estos impactos.

Para realizar la valoración económica, se utilizó la metodología de costos 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 logra 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 manual de Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental de 2017 considera la aplicación de la metodología como "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 & Rojas (2008).

Por lo tanto, revegetalizar las áreas que se ven afectadas por las actividades de desmonte y excavación, permiten estimar por medio de los costos de reemplazo, el valor causado con la alteración en el control de la erosión y estabilidad del terreno.

A partir de esto se identificaron los tipos de pastos comprendidos en el área de influencia abiótica. A su vez, se consultaron los precios de las semillas e insumos de cada uno de estos, así mismo se propone que dicha revegetalización con pastos se realiza por métodos manuales.

Tabla 5-9 Tipos de especies de pastos

Especies de pastos
<i>Brachiaria sp.</i>
<i>Brachiaria dictyoneura</i> (Fig. & De Not.) Stapf
<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick.

Fuente: ASI S.A.S., 2023.

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 de pastos identificados en el área de influencia abiótica, pues son los que se adaptarían a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.
- Se considera que para plantar una hectárea se requieren en promedio de 5 kilogramos de semillas de pastos.
- 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 desempeñan.
- Se hace uso de una tonelada de tierra por hectárea.
- Es suficiente el uso del tractor durante dos horas para preparar la tierra a sembrar en una hectárea.
- Un hombre se demora 100 horas en sembrar una hectárea de tierra.

Al consultar los precios de las semillas de las especies de pastos anteriormente mencionadas dentro del mercado colombiano, se encontraron opciones de compra en una empresa especializada en el sector forestal, la cual proporciona productos y servicios en la producción primaria de semillas.


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

Tabla 5-10: Costos de semillas

EMPRESA COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS	SEMILLAS	VALOR (\$/kg)
SEMILLERO	<i>Brachiaria sp.</i>	\$45.000
	<i>Brachiaria dictyoneura</i> (Fig. & De Not.) Stapf	\$95.800
	<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick.	\$45.000

Fuente: <https://listado.mercadolibre.com.co/semillas-de-pastos-brachiaris> (2024)

Como lo establece el manual de criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, se presenta la cuantificación biofísica de este impacto en 1.332,42 hectáreas, correspondientes a la intervención por parte de las actividades del proyecto la cual es susceptible de algún grado de afectación.

El procedimiento se define en el costo de las semillas el cual 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.

Tabla 5-11: Estimación de ponderada a revegetarizar

Semillas de pastos	Pastos limpios	costo/kg	Kg/ha	Ponderación	Área a revegetarizar (ha)	Precio final
	<i>Brachiaria sp.</i>	\$45.000	5,3	50%	666,21	\$158.891.085
	<i>Brachiaria dictyoneura</i> (Fig. & De Not.) Stapf	\$95.800	5	25%	333,11	\$159.557.295
	<i>Brachiaria Decumbens</i>	\$45.000	5	25%	333,11	\$74.948.625
	Total				1.332,42	\$393.397.005

Fuente: ASI S.A.S., 2024.


Adicional a esto, para establecer los costos de la conformación de un terreno sembrado hace falta adicionar precios de maquinaria especializada, elementos de trabajo, transporte, operarios e insumos de mantenimiento como aspersores.

Los precios de estos insumos fueron cotizados o consultados en Tractores Agroindustriales SAS, Ministerio de Minas y energía (Precios de combustible³) y Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE – (series históricas de insumos), paginas como mercado libre y olx, consultadas en enero 2024, junto con las fichas veredales.

Tabla 5-12: Costos de siembra por hectárea

Materiales y servicios	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Fertilizante compuesto	Kg/ha	150	\$ 9.835	\$ 1.475.280
Insecticidas	L/ha	0,85	\$ 179.000	\$ 152.150
Tierra negra	tn	1	\$ 650.000	\$ 650.000
Subtotales materiales				\$ 2.277.430
Equipo y herramientas	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total

³ Los cálculos para la cantidad de combustible necesario fueron basados en el estudio de "Consumo y alternativas de ahorro de combustible en la utilización de tractores agrícolas" de E. Hetz y L. Reina (2013).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

Tractor (incluye combustible y operarios)	Hora	2	\$ 72.000	\$ 144.000
Herramienta menor (picas, palas, machetes)	Unidad	1	\$ 164.255	\$ 164.255
Aspersor 3/4	Unidad	1	\$ 21.250	\$ 21.250
Subtotal Equipo y herramientas				\$ 329.505
Costo total por hectárea				\$ 2.606.935
Hectáreas para intervenir				1.332,42
Valor final				3.473.532.333

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

Tabla 5-13: Costos de personal

Rendimiento h/ha	Área a revegetalizar (ha)	Horas de trabajo	Jornal	Valor Hora	Valor total
100	1.332,42	133.242	\$ 55.628	\$6.953	\$926.496.435

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

El costo de establecimiento total en el cual se tiene en cuenta costos asociados a las especies herbáceas (pastos) y el costo de los trabajadores asciende a **\$4.793.425.773**, el cual se presenta a una temporalidad de 1 año.

➤ **ABIO-18 Cambio en las características biológicas, físicas y químicas del suelo**

Con las actividades propias de la construcción del proyecto, en cuanto a las excavaciones, rellenos y terraplenes, se generan pérdida del suelo y por ende el potencial servicio del ciclaje natural de los nutrientes.

De esta manera, teniéndose presente que el área a afectar está conformada principalmente por pastos limpios entre otros; se llegará al proxy por la pérdida total de la producción de los nutrientes del suelo mediante los rubros establecidos en la siguiente información. Comprendiéndose que dichos valores representan lo que significa el área perdida de nutrientes con la ejecución de la actividad. Así las cosas, lo que se pretende es realizar una aproximación al valor de los nutrientes del suelo, para lo cual se toman los datos promedios para cada tipo de pasto asociado versus los nutrientes establecidos.

Tabla 5-14: Valor del flujo de nutrientes producidos por el suelo

Fracción	Flujo de nutrientes (kg ha. ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Fijación de nutrientes	57	2	78	148	26,4	6

Fuente: Álvaro Rincón y Gustavo A. Ligarreto, 2008

Cabe resaltar, que dicho flujo de nutrientes del suelo, con características de espacios naturales, pastos arbolados, limpios y enmalezados, entre otros, es obtenido con base en un estudio de caso de Álvaro Rincón y Gustavo A. Ligarreto, el cual desarrollan la descripción de la fertilidad y extracción de nutrientes en la asociación maíz-pastos en suelos de Colombia (Álvaro Rincón y Gustavo A. Ligarreto, 2008). Los nutrientes que se perdería en la zona afectan por la remoción de suelo están dados por las concentraciones de nitrógeno

(N), potasio (K), calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Los cuales, se procede a realizar una revisión de equivalencia en fertilizantes comerciales, para lo anterior, se verifica el documento de insumos y factores de producción agropecuarias DANE 2013-2021, donde se toma el precio promedio total de los fertilizantes encontrados y que se pueden aplicar como aproximación al valor económico por la pérdida de nutrientes del suelo, dichos valores fueron actualizados mediante el IPC a la vigencia 2023.

Tabla 5-15 Conversión del flujo de nutrientes del suelo

Nutrientes (Kg)		Nombre comercial	Precios 2023
N	46 kg	Agrimins	\$117.131
P	50 kg	10-30-10	\$159.944
K	50 kg	Cloruro de potasio	\$136.171
Ca	1 kg	Cosmoquel Edta – Calcio	\$46.095
Mg	50 kg	17-6-18 Mg	\$141.625
S	50 kg	Nitro Xtend+S	\$166.628

Fuente: Insumos y Factores de Producción DANE 2013-2021

A continuación, se presenta los resultados obtenidos con la estimación de la cuantía que genera la pérdida de nutrientes en el suelo, en un área de 1.332,4 ha

Tabla 5-16 Valoración económica producción de nutrientes del suelo

Área total (ha)	Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. ⁻¹)						Total
	N	P	K	Ca	Mg	S	
	57	2	78	148	26,4	6	
1332,4	\$193.388.756	\$8.524.492	\$283.041.449	\$9.089.751.932	\$99.635.634	\$26.642.183	\$9.700.984.446

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

Se concluye que con las actividades de las obras constructivas del proyecto generará una pérdida aproximada de nutrientes estimada en \$9.700.984.446 pesos, valor que se establece en el flujo del proyecto a solo un año de acuerdo con la temporalidad de la fuente de información y el método de valoración.

➤ **BIO-2 Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal – BIO-3 Cambio en la composición y estructura de especies**

Estos impactos reúnen una serie de servicios ecosistémicos relacionados directamente con la flora y la cobertura vegetal, los cuales sufren afectación generado por las obras del proyecto, por tanto, obtuvieron una importancia significativa.

Las actividades de desmonte, limpieza y descapote; modifican la estructura y composición florística de forma directa en la zona de intervención. Para la valoración económica se estima el valor de los servicios ambientales por medio del método de precios de mercado la disminución en la capacidad de captura de carbono y el aprovisionamiento de madera.

✓ **Valoración de la disminución en la capacidad de captura de CO₂**

La fijación de carbono es un servicio ecosistémico que cumple funciones importantes para el bienestar humano, se basa en el proceso de transformación del carbono atmosférico a

carbono orgánico almacenado por las coberturas vegetales. Los árboles, al convertir el CO₂ en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del CO₂ 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 CO₂ necesarias para su respiración y la de los suelos. El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma de materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ 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).

De acuerdo con lo anterior, se plantea la valoración económica a partir de métodos basados en precios de mercado, identificando la captura de carbono de cada una de las coberturas a intervenir y estableciendo su valor a precios 2023.

En primera instancia, se establece el valor del carbono contenido en cada cobertura basados en la información de Yepes y otros 2011⁴, para luego estimar el valor del CO₂ con el factor de conversión recomendado por el IPCC (2003) correspondiente a 3,67.

De igual manera para su valoración monetaria se toma como referencia el precio de la tonelada del carbono, establecidos en la [Resolución 000012 del 31 de enero de 2023](#) mediante la cual se ajustan las tarifas del Impuesto Nacional al carbono que para la vigencia 2023 en \$23.394,6.

Tabla 5-17 Valoración económica captura de carbono de coberturas a intervenir.

COBERTURA	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO ₂	Precio Ton	Valor Total
Arbustal abierto esclerófilo	52,07	23,8	3,67	87,35	\$ 23.395	\$ 106.401.126
Arbustal denso	40,73	23,8	3,67	87,35	\$ 23.395	\$ 83.228.689
Arenales	0,17	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Arroz	20,19	4,2	3,67	15,41	\$ 23.395	\$ 7.280.602
Bosque de galería y/o ripario	37,94	132,1	3,67	484,81	\$ 23.395	\$ 430.310.390
Canales	0,05	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Cítricos	0,01	28,9	3,67	106,06	\$ 23.395	\$ 24.813
Cuerpos de agua artificiales	0,01	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Cultivos permanentes arbóreos	0,19	28,9	3,67	106,06	\$ 23.395	\$ 471.447
Estanques para acuicultura continental	0,05	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Explotación de hidrocarburos	0,27	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Maíz	0,54	28,9	3,67	106,06	\$ 23.395	\$ 1.339.903

⁴Yepes, A., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque, A.J., Cabrera, E., Galindo, G., Vargas, D., García, M.C y Ordoñez, M.F. 2011. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el período 2005-2010. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.

COBERTURA	Área (ha)	C	Factor de conversión	CO2	Precio Ton	Valor Total
Mango	0,05	28,9	3,67	106,06	\$ 23.395	\$ 124.065
Mosaico de pastos y cultivos	0,99	5,8	3,67	21,29	\$ 23.395	\$ 492.998
Otros cultivos transitorios	0,10	4,2	3,67	15,41	\$ 23.395	\$ 36.060
Pastos arbolados	522,05	6,4	3,67	23,49	\$ 23.395	\$ 286.862.489
Pastos enmalezados	29,51	6,4	3,67	23,49	\$ 23.395	\$ 16.215.520
Pastos limpios	458,16	6,4	3,67	23,49	\$ 23.395	\$ 251.755.422
Plantación de latifoliadas	0,00	89,9	3,67	329,93	\$ 23.395	\$ 0
Red vial y territorios asociados	37,51	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Ríos	0,64	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Tejido urbano continuo	0,55	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Tejido urbano discontinuo	0,41	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Tierras desnudas y degradadas	54,10	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
Vegetación secundaria alta	19,62	19,6	3,67	71,93	\$ 23.395	\$ 33.016.936
Vegetación secundaria baja	56,43	19,6	3,67	71,93	\$ 23.395	\$ 94.961.553
Zonas industriales o comerciales	0,08	0	3,67	0,00	\$ 23.395	\$ 0
	1.332,42					\$ 1.312.522.013

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

Podría de esta manera concluirse, que la pérdida anual por afectación de las coberturas en cuanto al servicio de secuestro de carbono, generada por las actividades del proyecto corresponde a **\$1.312.522.013** anuales.

✓ **Aprovisionamiento de madera**

Para valorar el servicio de aprovisionamiento de la madera, se recurre a los precios de mercado para establecer el valor aproximado de esta afectación.

Teniendo en cuenta el aprovechamiento forestal solicitado, posteriormente se estima el valor promedio del precio del metro cubico de madera dura para la vigencia 2022, datos tomados de la página de indexmundi⁵ el cual asciende a \$1.027.275 m³ valor promedio de 2022 (solo dos meses reportados en la fuente de información a la fecha de consulta), *valor que se actualiza a la vigencia 2023 a través del IPC (9.28%)*. A continuación, se presenta el valor económico estimado para el servicio de provisión de madera.

⁵ <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=madera-suave&meses=60&moneda=cop>.

Tabla 5-18 Valoración Económica por afectación a la madera

Vol. madera total solicitado (m³)	Vol. madera comercial (m³)	Valor del impacto
33635,77	\$1.122.606	\$37.759.721.253

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

De acuerdo con lo anterior, el valor del impacto asciende a **\$37.759.721.253** para el año 1, para los años posteriores se cuantifica solo la captura de carbono. Lo anterior, teniendo en cuenta que el aprovechamiento de madera ocurre en una sola ocasión.

➤ **BIO-1 Pérdida de hábitat – BIO-5 Fragmentación del hábitat de fauna**

El servicio de aprovechamiento forestal está asociado a la tala y remoción de la vegetación, actividad que genera alteración de la cobertura vegetal y por ende al hábitat para las especies de flora y fauna. Como consecuencia, se da la interrupción de los flujos e interacciones de la fauna y la flora, aumentando la vulnerabilidad de las especies, afectando además la conectividad. Ahora bien, con respecto al impacto relacionado con la estructura ecológica del paisaje, se decide su vinculación en este ejercicio debido a su relación con la cobertura vegetal, se aclara que el efecto cultural, fue valorado en el impacto alteración en la percepción de la calidad visual del paisaje.

La metodología propuesta para la valoración monetaria del impacto al hábitat de la fauna 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 reponer 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:

- Los recursos en extinción son escasos y altamente valorados.
- Las alternativas ofrecidas por los humanos en los proyectos sombra pueden proveer la misma cantidad y calidad de bienes como el ambiente natural.
- El nivel original de bienes y servicios es deseable y deben ser mantenidos.
- 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 estos impactos es el costo de restauración de la cobertura vegetal. Para ello, se toma la información reportada en la [Resolución 000379 del 31 de octubre de 2022](#) "Por la cual se señala 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 el año 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 "híbridos"⁶ para el "Eje Cafetero y Sur Occidente", es de \$3.458.020 por hectárea. Para los costos de mantenimiento, se tienen en cuenta los valores de "otras especies" (parágrafo 2 artículo 2).

Tabla 5-19 Valoración Económica por el aprovechamiento Forestal

CRITERIOS	Establecimiento	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Valor de establecimiento	\$ 3.458.020				
Valor por mantenimiento		\$ 437.592	\$ 428.821	\$205.815	\$ 258.459
Número de hectáreas por afectar	1332,42	1332,42	1332,42	1332,42	1332,42
Valor Total Anual (\$)	\$4.607.535.008	\$583.056.333	\$571.369.677	\$274.232.022	\$344.375.941

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

➤ **BIO-4 Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna**

Algunas de las actividades generadas por el proyecto Área de Desarrollo VSM-37, relacionadas directamente con el transporte de personal y/o materiales, así como el descapote pueden causar afectación a comunidades de fauna terrestre. El método empleado en el cálculo del valor económico de la externalidad es el de precios de mercado, debido a que se conoce la información sobre las especies que pueden ser potencialmente afectadas, y existe la posibilidad de calcular la tarifa de caza de fauna silvestre, como valor representativo, de acuerdo con la normatividad vigente en el país.

De esta forma, la valoración económica del impacto "cambio en la composición y estructura de las especies de fauna" se realiza a partir de los registros de individuos de fauna identificadas en el muestreo realizado en el área de influencia y del cálculo de la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre en Colombia, reglamentada por el Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016, la cual representa los costos sociales y ambientales de los efectos causados por la caza de especímenes de fauna silvestre. Esta Tarifa se establece con el fin de compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad del recurso de fauna silvestre y enviar una señal económica a los usuarios del recurso, orientada a una mayor sostenibilidad en su aprovechamiento.

Considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad la disponibilidad a pagar por conservar o evitar la afectación de los especímenes de fauna silvestre, esta medida constituye una aproximación económica al valor económico bajo la técnica de precios de mercado.

⁶Se toma como referencia los "híbridos", debido a que en la Resolución 000255 del 2021, no se encuentran descritas todas las especies objeto del aprovechamiento forestal.

El Decreto en cuestión estipula la Tarifa por compensación de caza de fauna silvestre a través de la siguiente expresión:

$$TFS_i = TM \times FR$$

Fuente: Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Donde:

TFS_i : 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.

FR: Factor regional determinado para cada especie.

Esta última variable, Factor Regional, considera las condiciones biológicas del recurso y su hábitat, la presión antrópica ejercida sobre el mismo, los aspectos socioeconómicos y el tipo de caza. Así mismo, representa los costos sociales y ambientales causados por el aprovechamiento de fauna silvestre. Este se calcula tomado en cuenta el hábitat relacionado de la población animal, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$FR = (C_b + 4,5N) \times T_c \times G_t \times V$$

Fuente: Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Donde:

FR: Factor regional, adimensional.

C_b : Coeficiente biótico que toma valores entre 1 y 5. El coeficiente biótico se determina a partir de las categorías establecidas en el numeral uno del Anexo del Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁷.

N: Variable de nacionalidad que toma valor de 0 para usuarios nacionales y de 1 para extranjeros.

T_c : Tipo de caza – toma valores entre 0,1 y 1,2.

G_t : Grupo trófico, y toma valores entre 0,8 y 1,0. Esta variable hace referencia a la posición que ocupa la especie en la cadena alimenticia, que está determinado por el tipo de dieta que lleva. Se determina a partir de las categorías establecidas en el numeral 3 de anexo del Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016.

V: Coeficiente de valoración, y toma valores entre 0,01 y 20. 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 siguientes valores según las categorías reguladas y delimitadas por los Artículos 2, 3, 4 y 5 de la Resolución No. 0589 del 09 de marzo de 2017⁸.

Finalmente, el Monto Total a Pagar se calcula de la siguiente manera:

⁷ Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201272%20DEL%2003%20DE%20AGOSTO%20DE%202016.pdf>

⁸ Resolución No. 0589 del 09 de marzo de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/2b-res%20589%20de%202017.pdf>.

$$MP = CI + \sum_{i=1}^n (TFS_i \times Es_i)$$

Fuente: Decreto 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Donde:

MP: Total del monto a pagar, expresado en pesos.

CI: Costo de implementación, expresado en pesos. En el acto administrativo que se regula la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones, se establece el valor de \$ 26.000 para el año 2016, para el 2023 es de \$35.447.

TFS_i: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie i.

Es_i: Número de especímenes y/o muestras de la especie i de fauna silvestre objeto de cobro.

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

Para establecer adecuadamente cada una de las categorías anteriores, se utilizó la información recolectada en el trabajo de campo. A partir de las categorías establecidas por los profesionales en las bases de datos, así como de la población muestral identificada, se asignó valor a las variables de Estado de conservación de la especie, Presión por uso, Estado de conservación del hábitat y Grupo trófico.

Para el cálculo del Monto anual a pagar por individuo de cada especie, se toma como supuesto la no extranjería de los usuarios de fauna, es decir, un N igual a cero (0); y se toma el valor más alto para la variable Tipo de caza, con el fin de calcular un límite superior del valor económico de ambos impactos. La Tarifa mínima base y el Costo de implementación fueron tomados de los valores del Ministerio de Ambiente cuyos valores se encuentran actualizados para el año 2023⁹.

En la siguiente tabla, se relacionan la cantidad en promedio de individuos, a partir del número de familias identificadas en la zona del proyecto y el valor económico anual estimado para cada clase, teniendo en cuenta un total de una población muestral de 2.844 individuos identificados en los muestreos de campo, y que suman en total un valor de \$48.659.407.

Tabla 5-20 Valoración económica – fauna silvestre

Clase	Nº especies	Población muestral	Valor económico
Anfibios	9	67	\$2.275.442
Aves	126	2660	\$41.985.213
Reptiles	13	90	\$3.208.767
Mamíferos	12	27	\$1.189.985
Total	160	2.844	\$48.659.407

Fuente: ASI S.A.S., 2024

⁹ Información relacionada en: https://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/Tarifa_fauna_silvestre/Tarifa_Minima_Tasa_compensatoria_por_caza_de_fauna_silvestre_2020.pdf.

➤ **SOC-12 Cambio en el uso del suelo**

El uso económico del recurso es uno de los servicios que se ven afectados con la pérdida de las capas del suelo, esto como consecuencia directa de las actividades de movimientos de tierras (Excavaciones y rellenos), desmonte y descapote.

Para la valoración de este servicio se aplicará la metodología de precios de mercado para determinar el valor por cambio en el uso del suelo productivo o pérdida de productividad. En ese orden de ideas se toma el área de coberturas correspondiente a aquellas donde se lleva a cabo a alguna actividad agrícola o pecuaria.

Tabla 5-21 Áreas de actividades productivas tradicionales

Cobertura	Área (ha)	Observación
Arroz	20,19	Se valora la pérdida de productividad de los cultivos de arroz.
Maíz	0,54	Por falta de información del cultivo de maíz para el Huila, así como el mosaico de pastos y cultivos y teniendo en cuenta que su cuantificación biofísica es mínima, se decide unificar este cultivo con el del arroz.
Mosaico de pastos y cultivos	0,99	
Otros cultivos transitorios	0,1	
Pastos arbolados	522,05	Se valora la pérdida de productividad de esta cobertura relacionada con la ganadería
Pastos enmalezados	29,51	
Pastos limpios	458,16	
Estanque para acuicultura	0,05	Se valora la afectación por la intervención en la actividad acuícola o piscícola

Fuente: ASI S.A.S., 2023

En este sentido, se asume como principal variable para la medición del cambio generado, el área requerida por el proyecto sobre la cual se realizarán las actividades constructivas y que pueden afectar de una o cierta manera áreas dedicadas a alguna actividad agrícola o pecuaria.

Siguiendo con la metodología planteada se describen cada una de las variables para tener en cuenta para aproximación al valor del impacto ambiental.

- **Pérdida de productividad (Pp):** son los costos establecidos a través de datos promedios de productividad, reportados por instituciones reconocidas a nivel nacional para los diferentes usos afectados.
- **Pérdida de empleos (Pe):** se asocia a los requerimientos de personal de cada una de las actividades productivas afectadas.
- **Costo de Oportunidad (Co):** el costo de oportunidad del suelo está representado por el valor del suelo inutilizado, de acuerdo con los valores consignados en el costo de la tierra, bien sea por venta o arriendo.

✓ **Actividad Ganadera**

La valoración económica se realiza a partir de datos promedios de productividad, generados por instituciones reconocidas a nivel nacional para el uso afectado. En este sentido, la estimación de la pérdida de productividad, se realiza a partir de la tasación

sobre el incremento por cabeza de ganado o capacidad de carga, en este sentido según FEDEGAN presenta que la capacidad de carga para el departamento del Huila es de 0,43 cabezas/ha¹⁰, con una ganancia de peso anual aproximado de 182,5 Kg, buscando obtener el mayor beneficio según los precios de la oferta y la demanda con un mínimo de regulación, no obstante, en el Foro Regional Visión 2014-2018, se identificó que una de las principales problemáticas de esta actividad en la región son los altos costos de producción. Luego se consideró el precio de venta de la carne en pie en promedio de enero a diciembre del 2023, correspondiente a \$7.897 kg (<https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios>), por su parte los costos de producción son estimados en \$2.091/Kg¹¹ a precios 2012 (actualizado mediante IPC hasta 2023 por vigencia terminada), obteniendo un costo de \$3.689/Kg por lo que dicha pérdida de productividad para uso pecuario se valora en \$330.148 ha/año, y multiplicada por el área potencialmente afectable de 1.009,72 ha (pastos), representa una afectación de pérdida de productividad de \$333.357.495 por año a precios de 2023.

En cuanto a la pérdida de empleos conforme los datos de la capacidad de carga, se realiza la valoración, en concordancia con la estructura de costos de producción del documento de FEDEGAN Plan Huila¹², donde se presenta que la mano de obra corresponde al 60,2% de los costos de producción, es decir si el costo de producir un kilo de carne en pie es de \$3.689 a precios 2023, la mano de obra corresponde a \$2.221 pesos los cuales son multiplicados por la capacidad de carga y el incremento anual de Kg/animal/año.

Por último, se estima el costo de oportunidad de la tierra, tomando como referencia los datos de los insumos y factores de la producción agropecuaria 2013-2021 del DANE, donde en la hoja 3.1 se presentan los valores por arrendamiento por hectárea mensual para pastoreo terreno plano con agua, cuyo valor anual para el proyecto es de \$479.630.

Tabla 5-22 Valoración por perdida de producción pecuaria

PRODUCTIVIDAD PECUARIO (CARNE)	Capacidad de carga (cabeza/ha)	0,43
	Incremento anual (kg/animal/año)	182,5
	Precio promedio de carne en pie (\$/kg)	\$7.897
	Costos de producción carne en peso vivo (\$/Kg)	\$3.689
	Pérdida de productividad (\$/kg)	\$4.207
	Pérdida de productividad/ha/año	\$330.148
	Área afectable por usos pecuarios	1009,72
Pérdida de productividad (Pp) \$/año		\$333.357.495
PERDIDA DE EMPLOS USO PECUARIO	Costos de producción carne en peso vivo (\$/Kg)	\$3.689
	Costos por mano de obra (60,2%)	\$2.221
	Valor por perdida de empleo/ha	\$174.297
	Área afectable por usos pecuarios	1009,72
Pérdida de empleos (Pe) \$/año		\$175.990.854
VALOR DE LA TIERRA	Precio promedio hectárea de tierra	\$479.630
	Área afectable por usos pecuarios	1009,72

¹⁰Plan Huila FEDEGAN 2014-2018.

¹¹Plan Huila FEDEGAN 2014-2018. Dichos documentos comparten los mismos costos de producción.

¹²Plan Huila FEDEGAN 2014-2018. Tabla 8 presenta la estructura de costos de producción.

Pérdida Costo de Oportunidad de la Tierra \$/año	\$484.291.923
Valoración total de la actividad ganadera	\$993.640.272

Fuente: ASI S.A.S., 2024

✓ **Actividad cultivos de arroz**

La valoración económica se realiza a partir de datos promedios de productividad, generados por los cultivos de arroz, que por las actividades del proyecto se intervendrán en 21,82 hectáreas en promedio. En este sentido, según el informe de FEDEARROZ¹³, la productividad por hectárea es de 5,9 toneladas.

Luego se consideró el precio de venta de la tonelada de arroz que asciende a **\$1.863.347** a precios 2023¹⁴, en cuanto a los costos de producción por hectárea se estiman a precios 2023 en **\$5.776.856**¹⁵ para arroz seco, cuya pérdida de productividad para el área afectada se calculó en **\$113.832.563**.

En cuanto a valorar la pérdida de empleos, basados en los datos reportados por FINAGRO, se indica que la actividad arrocera generó 437 mil empleos directos e indirectos, aclarando que las proyecciones se realizaron con una participación promedio de 0,81 empleos por hectárea, tasados con un salario mensual acorde con el SMMLV para el 2023.

Por último, se estima el costo de oportunidad de la tierra, tomando como referencia los datos de los insumos y factores de la producción agropecuaria 2013-2021 del DANE, donde en la hoja 3.1 se presentan los valores por arrendamiento anual para arroz, terreno plano obteniendo un valor promedio para el Huila de **\$2.815.242** para el 2023.

Tabla 5-23 Valoración por pérdida de producción actividad de cultivos de arroz

PRODUCTIVIDAD ARROZ	Productividad ton/ha	5,9
	Precio Tonelada	\$1.863.347
	Valor por hectárea	\$10.993.747
	Costos de producción /ha	\$5.776.856
	Pérdida de productividad / ha	\$5.216.891
	Área afectable	21,82
Pérdida de productividad (Pp) \$/año		\$113.832.563
PERDIDA DE EMPLEOS	Empleos por hectárea	0,81
	Salario anual	\$15.600.000
	Valor pérdida de empleo /ha	\$12.636.000
	Área afectable	21,82
Pérdida de empleos (Pe) \$/ha/año		\$275.717.520
VALOR DE LA TIERRA	Precio promedio hectárea de tierra	\$2.815.242
	Área afectable	21,82
Pérdida Costo de Oportunidad de la Tierra \$/ha		\$61.428.586
Valoración total de la actividad agrícola		\$450.978.669

Fuente: ASI S.A.S., 2024

¹³<https://fedearroz.com.co/es/publicaciones/editoriales/2021/09/09/balance-2020-y-perspectivas-2021/#:~:text=%2D%20La%20productividad%20o%20rendimiento%20por,a%20las%205%2C9%20toneladas.>

¹⁴Finagro Ficha de inteligencia: Cultivo de Arroz.

¹⁵Ibidem.

✓ **Actividad acuícola**

De acuerdo con la caracterización del área de influencia, la zona además de la dedicación ganadera tiene actividades piscícolas de cachama, sábalo y tilapia siendo esta última la más representativa en la zona de estudio.

En este sentido, según la tabla de las coberturas objeto de intervención, en estanques para la acuicultura continental se tiene una intervención proyectada de 0,05 ha. La valoración económica se centra en estimar la pérdida de productividad de la tilapia, donde según la FAO (2023)¹⁶ indica que su producción es de aproximadamente 50 toneladas por hectárea al año, valor que es estimado en kilogramos para facilidad del ejercicio de valoración económica.

Así, se toma como referencia el precio en el mercado del kilo de tilapia estimado en \$11.650, con un costo de producción por kilo de \$4.280 según el Ministerio de Agricultura (2023)¹⁷, obteniendo para el área de uso piscícola una pérdida de producción de \$18.425.000.

En cuanto a la pérdida de empleos, se toma como referencia los costos de producción directos e indirectos (donde se incluyen los costos por mano de obra) estimados en \$1.110 por kilogramo, lo que resulta en una afectación de empleos calculada en \$2.775.000.


Por último, en cuanto al costos de oportunidad de la tierra, se toman los datos registrados por el DANE en la base de datos de insumos y factores de producción, que a precios 2023 se estima un valor por hectárea anual de **\$2.715.723**, para usos diferentes a la ganadería.

Tabla 5-24 Valoración por pérdida de actividad piscícola

PRODUCTIVIDAD PISCICULTURA	Rendimiento (ton/ha/año)	50
	Rendimiento en kg/ha/año	50.000
	Precio promedio (\$/kg)	\$11.650
	Costos de producción (\$/Kg)	\$4.280
	Pérdida de productividad (\$/kg)	\$7.370
	Pérdida de productividad /ha/año	\$368.500.0000
	Área afectable por uso piscícola	0,05
Pérdida de productividad (Pp) \$/año		\$18.425.000
PERDIDA DE EMPLEOS PISCICULTURA	Costos de producción directos e indirectos (\$/Kg)	\$ 1.110
	Rendimiento en kg/ha/año	50.000
	Costos por empleo /ha	\$ 55.500.000
	Área afectable por uso piscícola	0,05
Pérdida de empleos (Pe) \$/ha/año		\$ 2.775.000
VALOR DE LA TIERRA	Precio promedio hectárea de tierra	\$2.715.723

¹⁶https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=countrysector&xml=naso_colombia.xml&lang=es

¹⁷<https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/A1311-COSTOS%20TRUCHA%20Y%20TILAPIA.pdf>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

	Área afectable por uso piscícola	0,05
Pérdida Costo de Oportunidad de la Tierra \$/ha		\$ 135.786
Valoración económica de la actividad piscícola		\$ 21.335.786

Fuente: ASI S.A.S., 2024

Una vez obtenidos todos los valores de pérdida de producción para las actividades de ganadería, arroz y acuicultura, se procede a calcular el valor total del impacto

Tabla 5-25 Valoración total del impacto Cambio en el uso del suelo

Actividad	Productividad	Empleos	Tierra	TOTAL
Ganadería	333.357.495	175.990.854	484.291.923	993.640.272
Cultivo de Arroz	113.832.563	275.717.520	61.428.586	450.978.669
Acuicultura	18.425.000	2.775.000	135.786	21.335.786
TOTAL	465.615.057	454.483.374	545.856.295	1.465.954.727

Fuente: ASI S.A.S., 2024

➤ **SOC-13 Cambio en la estructura del paisaje – ABIO-7 Cambio en las geoformas y morfología del terreno**

Cada una de las actividades desarrolladas durante los procesos de obra en la etapa constructiva, causan alteración en la percepción visual del paisaje en la zona a intervenir ya que el modificar las condiciones actuales, altera el entorno natural.

Se decide valorar en conjunto estos impactos debido a que se definen como la afectación en las características visuales de las coberturas vegetales, formas de terreno y composición florística. A partir de este concepto sobre el significado o representación de los paisajes, la composición florística y el cambio en las formas del terreno, se procede entonces a evaluar el impacto relacionado con la alteración de los valores escénicos de la zona de influencia directa del proyecto.

Para la valoración de este impacto, se empleó la técnica de transferencia de beneficios. La cual debe cumplir con los siguientes lineamientos estándar, recomendados en la literatura al transferir los resultados del lugar de estudio real al lugar del proyecto (Azqueta, 2002) (Field & Field, 2002).

- Si el valor de la disponibilidad a pagar está influenciado por alguna magnitud temporal o geográfica estas se deben adecuar al lugar del proyecto.
- Se debe suponer que los valores son consistentes en el tiempo, esto implica que se deben homologar los precios tanto al país del proyecto como a la vigencia actual o en su efecto inmediatamente anterior, como el caso que nos ocupa.
- Se considera el ingreso per cápita de la zona de estudio real y del lugar del proyecto, esto con el fin de homogenizar la restricción presupuestaria de las dos zonas.
- Se usa la transferencia de valor basado en un conjunto de estudios para aproximar con una medida de tendencia central el valor del servicio ecosistémico afectado.

- Una recomendación usual al usar la transferencia de beneficios es desagregar en la mayor medida posible el valor transferido para cada ecosistema. Para este estudio, se desagregan los valores por servicios ecosistémicos los cuales se definen como "los componentes de la naturaleza que son directamente consumidos, disfrutados o que contribuyen al bienestar humano" (Balvanera, 2007).

Entre los datos usados para transferencia de beneficios para los impactos; Cambio en la estructura del paisaje y cambio en las geoformas y morfología del terreno, se emplearon estudios relacionados con los servicios ecosistémicos de tipo cultural y de percepción del paisaje que cumplen con las recomendaciones mencionadas anteriormente para realizar la transferencia de beneficios y que se aproximan más a las características ecosistémicas de latitudes como Colombia.

La revisión bibliográfica se realiza utilizando la herramienta Data Base de: The Ecosystem Services Partnership y The Economics of Biodiversity y de Google académico arrojando los siguientes resultados, que se consideran adecuados para aplicar la metodología de transferencia de beneficios, debido a que comparten las características similares del territorio del interés.

Tabla 5-26 Datos para transferencia de beneficios.

Servicios ecosistémicos	País	Valor	Unidad	Año	Referencia bibliográfica	Observación del estudio de referencia
Decoración / Inspiración	Perú	73	USD/Ha/año	2006	Rodriguez, L.C., U. Pascual and H.M. Niemeyer (2006) Local identification and valuation of ecosystem goods and services from Opuntia scrublands of Ayacucho, Peru. Ecological Economics 57(1): 30-44	Este estudio centra su objetivo en valorar los matorrales de Opuntia los cuales son importantes sistemas ecológico-económicos en el área andina. Desempeñan un papel importante protegiendo las laderas contra la erosión, mejorando las propiedades del suelo y proporcionando una variedad de productos empleados en la dieta humana, y en la alimentación animal, así como insectos cochinilla, una fuente de tintes muy valorada. Por lo tanto, no se considera pertinente para la transferencia de beneficio dado que no se comparten las características físicas de área del proyecto.
Recreación	Indonesia	28,90	USD/Ha/año	2003	Van Beukering, P.J.H., H.S.J. Cesar and M.A. Jansen (2003) Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. Ecological Economics 44(1): 43-62.	Este estudio busca determinar el valor económico total (VET) del ecosistema de Leuser a través de un modelo de sistemas dinámicos. El Ecosistema Leuser en el norte de Sumatra está oficialmente protegido por su condición de parque nacional indonesio. Sin embargo, sigue bajo grave amenaza de deforestación, es así como también evalúa las consecuencias económicas de la deforestación versus la conservación, desagregando el valor económico para los principales interesados y las regiones involucradas. Los beneficios

Servicios ecosistémicos	País	Valor	Unidad	Año	Referencia bibliográfica	Observación del estudio de referencia
						económicos considerados incluyen: suministro de agua, pesquerías, prevención de inundaciones y sequías, agricultura y plantaciones, hidroelectricidad, turismo, biodiversidad, captura de carbono, prevención de incendios, productos forestales no maderables y madera. De acuerdo con lo anterior se considera que este estudio abarca muchos más servicios de los que se pretende valorar en este ejercicio.
Decoración / Cultural	Australia	62,67	USD/Ha/año	2002	Curtis, I.A. (2004) Valuing ecosystem goods and services: a new approach using a surrogate market and the combination of a multiple criteria analysis and a Delphi Panel to assign weights to the attributes. Ecological Economics 50: 163-194.	Este estudio describe un nuevo enfoque para valorar los bienes y servicios de los ecosistemas (EGS) que incorpora componentes de la teoría económica del valor, la teoría de la valoración y un análisis de criterios múltiples (MCA) multimodelo de atributos del ecosistema y un panel de expertos de Delphi para asignar pesos a los atributos, entre ellos se encuentra el paisaje en el cual determinan un valor económico para este servicio ambiental. La aplicación de las ponderaciones asignadas por los panelistas de Delphi y evaluación de la integridad ecológica del paisaje con varias categorías de tenencia dieron como resultado la obtención de valores para los servicios ecosistémicos individuales en el Área del Patrimonio Mundial. Es por esta razón que este es considerado un estudio con una calidad metodológica en la obtención de sus resultados y aplicable a la zona del proyecto. Sin embargo, no existe una paridad económica entre las zonas de estudio.
Paisaje - Conservación	Colombia	\$4.981	Persona/año	2006	Escobar L, Erazo A, Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco	Este estudio presenta un análisis comparativo de los beneficios de la conservación de la reserva natural del Bosque de Yotoco (BY), empleando el método de valoración contingente y coste de viaje, con el fin de determinar, con estos dos métodos alternativos, una aproximación al valor social de la conservación de un ecosistema estratégico. Los resultados obtenidos son una importante herramienta analítica para la gestión de los tomadores de decisión, toda vez que les permite dimensionar los beneficios de la política de conservación de espacios naturales o protegidos. La aplicación de estos dos métodos


Servicios ecosistémicos	País	Valor	Unidad	Año	Referencia bibliográfica	Observación del estudio de referencia
						permitió obtener el valor económico del Bosque asociado al disfrute paisajístico. Este estudio cumple con la calidad en sus estimaciones, sin embargo, para este caso no es compatible con la zona de vida del AD VSM-37.
Servicios ecosistémicos del bosque seco tropical	Colombia	\$11.510	Persona/año	2012	Valoración Integral de los Bosques Secos del Dagua, Valle del Cauca - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "Jhon Von Neuman"	Dicho estudio tiene como objetivo valorar integralmente los bienes y servicio que presentan los bosques secos del Dagua, como un elemento útil, en la conservación y manejo del ecosistema. Para cumplir este objeto el Instituto Jhon Von Neuman aplicó el método de valoración contingente lo que permitió por medio de encuestas dirigidas a las personas generadoras de ingresos económicos obtener la disposición a pagar – DAP de las comunidades, lo cual entre otros aspectos relevantes ayuda a estimar el valor integral que tienen para dichas poblaciones los bienes y servicios de los que se benefician (capítulo 6 del estudio de referencia). Otra de las ventajas del estudio seleccionado, es que cumple con las características propias a tener en cuenta en la aplicación de la transferencia de beneficios, en este sentido se identifica que la zona de donde fue estimado el estudio, tiene similitudes socio-económicas, físicas y de objeto de medida de bienestar, es decir; el estudio fue realizado en Colombia, en un ecosistema de bosque seco tropical, sumado a la calidad del estudio y los diferentes valores de servicios ambientales estimados.

Fuente: TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity – Valuation Database Manual - ESP, www.fsd.nl/esp/80763/5/0/50,

De acuerdo con lo anterior, el estudio seleccionado es Valoración Integral de los Bosques Secos del Dagua, Valle del Cauca - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "Jhon Von Neuman" el cual comparte las características: a) socioeconómicas, b) físicas y c) de objeto de estudio, es decir; el estudio fue realizado en Colombia, ubicado geográficamente en bosque seco tropical, datos que son comparables con la zona de vida, del Área de Desarrollo VSM-37.¹⁸

Ajuste de los valores, brindando consistencia en el tiempo y en las áreas a aplicar: Los resultados del (1) estudio seleccionado está expresado en pesos y los mismos fueron publicados en el año 2006, por esta razón, es necesario ajustar los valores en el tiempo para

¹⁸Capítulo Caracterización Medio Biótico.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

brindar consistencia a los valores económicos a transferir, posteriormente obtener la media de los valores con el objeto de incorporarlo al área del proyecto.

Tabla 5-27 Valores ajustados del estudio de referencia.

ESTUDIO	AÑO	Valor DAP	VALOR AJUSTADO 2023 (IPC)
Valoración Integral de los Bosques Secos del Dagua, Valle del Cauca	2012	\$11.510	\$20.309

Fuente: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "Jhon Von Neuman" Cálculos ASI S.A.S. 2024

A continuación, se procede a realizar la transferencia de valor teniendo en cuenta la población en edad de trabajar (de 18 a más de 60 años) de las unidades territoriales menores del área de influencia de los municipios de Neiva, Tello, Villa vieja, Aipe y Baraya. Posteriormente se obtuvo la media para estimar el valor aproximado por el cambio en la estructura del paisaje y geoformas del terreno, donde se obtiene un valor de **\$176.360.950** anuales.

Tabla 5-28 Valor económico por alteración en la calidad visual

Servicio	Valor DAP 2023	Población UTM- menores	Valor del Impacto
Paisaje – geoformas del terreno	\$20.309	8.684	\$ 176.360.950

Fuente: ASI S.A.S., 2024

B. VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES

➤ Cambio en la tendencia del empleo en el corto y mediano plazo

Uno de los principales beneficios derivado del proyecto, es la generación de empleo dado que ayuda a disminuir temporalmente la tasa de desempleo local la cual es muy alta según la caracterización social realizada. La nueva dinámica de empleo que se prevé se presente en la zona, generada por la oferta de empleos para mano de obra no calificada y técnica que de acuerdo con la política de contratación de la empresa beneficiará a los pobladores del área de influencia del proyecto, lo que incide en los mercados locales en tanto se aumenta la capacidad adquisitiva de los vinculados al proyecto, incentivando el comercio y la prestación de bienes y servicios locales.

Para estimar este beneficio se recurre al método conocido como mercado laboral, recordando que los valores de los niveles salariales son indicadores que permiten caracterizar la oferta y demanda laboral, dado que están asociados al costo de oportunidad que asume un trabajador al emplearse sobre otras opciones o actividades que podría estar realizando, en tanto que, el salario o remuneración por dicha actividad se asume como el valor de dicho costo (Castro & Mokate, 2003).

En el capítulo de descripción del proyecto, así como en la sección de cuantificación biofísica de este capítulo, se referencian estimativos de la mano de obra, donde se hace reseña a un estimado del personal que directamente se encarga de la materialización del proyecto, dada la magnitud de la obra que infiere un proceso típico de construcción de un proyecto de hidrocarburos en condiciones promedio.

Para calcular el valor del beneficio se tendrá en cuenta solamente la mano de obra que demandará el proyecto en tareas no calificadas y técnicas, con su respectivo salario mensual, pero que sean contratados de la zona donde se llevará a cabo el proyecto. En este sentido, en el capítulo de descripción del proyecto se presentan los estimativos de mano de obra cada actividad proyectada.

Tabla 5-29 Estimativos de mano de obra.

Actividad	Mano de obra No calificada
Construcción de vías	8
Mantenimiento y adecuación de vías	6
Plataforma multipozo	8
Etapa de perforación	13
Construcción de líneas de flujo	12
Construcción de las facilidades de producción	20
Línea y subestación eléctrica	24
Etapa de abandono	8
TOTAL	99

Fuente: ASI S.A.S., 2023

De acuerdo con lo anterior, para la valoración económica se toman los puestos de trabajo en los perfiles no calificados que suman 99 empleos, los cuales serán distribuidos de acuerdo con el cronograma de las actividades. El salario mensual sería la base para la valoración del beneficio de acuerdo con el planteamiento anterior (método conocido como mercado laboral y tasa de desempleo alta en la zona del proyecto), no obstante, teniendo en cuenta el concepto de la Metodología de precios hedónicos aplicado en el mercado laboral (salarios); descrito en los Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental-Resolución 1669/2017, donde describen "Dado que los salarios están determinados por las condiciones en las que se debe desempeñar el trabajo y por las cualidades y aptitudes de los trabajadores, el concepto de diferencial compensatorio de salario es utilizado para representar el supuesto de que los trabajadores prefieren empleos en los que existen condiciones y ambiente de trabajo mejores, es decir, si los trabajadores deben elegir entre dos empleos en los que se paga el mismo salario por la misma labor, elegirán aquel en el cual las condiciones de trabajo sean mejores y signifiquen un mayor nivel de bienestar", se calcula el valor del diferencial teniendo en cuenta el valor del salario con proyecto y el salario mínimo legal vigente para el año 2023.

Tabla 5-30 Cálculo del Costo de Oportunidad.

Perfil	Salario del proyecto	Salario mínimo sin proyecto	Diferencial Salarial mensual	Factor de Anualidad	Diferencial Salarial anual
No calificado	\$1.985.572	\$1.300.000	\$685.572	12	\$8.226.868

Fuente: ASI S.A.S., 2024

Después de calcular el valor marginal o diferencial salarial, se procede a realizar la estimación del beneficio social por el incremento en los niveles de ingreso para la mano de obra que será contratada. Para este caso, se asume un escenario conservador de

estimación del beneficio, el cual plantea una efectiva contratación de todas las vacantes ofertadas, con un cronograma de actividades de 20 años para la etapa constructiva, operativa y abandono.

Tabla 5-31 Valoración económica por Cambio en la tendencia de empleo

Temporalidad del beneficio	Cantidad	Valor Año
Año 1 al 5	55	\$452.477.750
Año 6 - 7	91	\$748.645.004
Año 8 al 10	49	\$403.116.541
Año 11 al 18	13	\$106.949.286
Año 19 y 20	8	\$65.814.945

Fuente: ASI S.A.S., 2024

➤ Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios

La ejecución de las diferentes etapas del proyecto genera en el territorio variaciones positivas en la dinámica de la economía local, que se reflejan en el incremento de la oferta y demanda de bienes y servicios y en el establecimiento de mercados diferentes a las actividades tradicionales que desarrollan en el área.

Estos cambios en la demanda de bienes y servicios son conocidos en la literatura económica como encadenamientos. Dichos encadenamientos explican el incremento de los ingresos y movimientos entre los sectores económicos de la zona (hotelería, restaurante, almacenes, ferretería, entre otros) producto de la llegada de tanto del personal foráneo que requiere demandar bienes y servicios, como los servicios que se pueden adquirir para el proyecto.

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 Leóntiev 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.

Así mismo, el análisis se lleva a cabo considerando la demanda que el proyecto tiene dentro de la economía del departamento del Huila, esto teniendo presente que el área de influencia se halla localizada en los municipios de Neiva y Tello.

Para una adecuada estimación del beneficio, se siguieron los pasos recomendados por el grupo de Valoración Económica Ambiental SIPTA, en la capacitación realizada el 1 de diciembre de 2022 en el Auditorio de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, los pasos recomendados fueron los siguientes:

- Paso 1: Matrices Insumo Producto – consideración de matrices Departamentales:
Una matriz insumo producto puede definirse como una matriz que describe simplificada el origen y la utilización de los bienes y servicios por parte de todas las ramas productivas y las demandas finales. Los modelos de insumo-producto regionales son una extensión directa de los modelos nacionales, en el supuesto de que permiten no sólo identificar los flujos sectoriales sino también el origen y el destino geográfico de los flujos comerciales (Arón & Brugues, 2001).

- Paso 2: Información biofísica y montos de inversión: En este paso se identifican los rubros de inversión, es importante resaltar que la inversión de un proyecto se ve reflejada en la compra de insumos locales (construcciones, maquinaria etc.), incremento en la demanda de bienes y servicios en el área. Por ello, para la presente estimación del beneficio solamente se tomará el 25% de total de los costos estimados para el proyecto de Área de Desarrollo VSM-37.
- Paso 3: Exclusión de rubros como mano de obra e impuestos dentro de la matriz: Se excluyen los montos de mano de obra teniendo en cuenta que es otro beneficio y en el caso de los impuestos no se pueden hacer seguimiento.
- Paso 4: Cálculos requeridos para la estimación de multiplicadores: Se detalla el paso a paso del procedimiento matricial para el cálculo de los multiplicadores económicos.

Paso 1 Matrices Insumo Producto – consideración de matrices Departamentales: Para la estimación monetaria del beneficio se considera la Matriz insumo - Producto interregional de Colombia teniendo en cuenta que la estructura de producción de una región en particular puede diferir ampliamente de otra. Así mismo, se emplea esta Matriz teniendo en cuenta que no todos los departamentos tienen el mismo número de sectores productivos y por ende su demanda final depende en gran medida de las exportaciones de otros departamentos. En esta línea, la base de datos fue consultada en el siguiente link: <http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=matriz-insumo-producto-interregional-de-colombia-2015-nota-tecnica> (Figura 5.2-5).

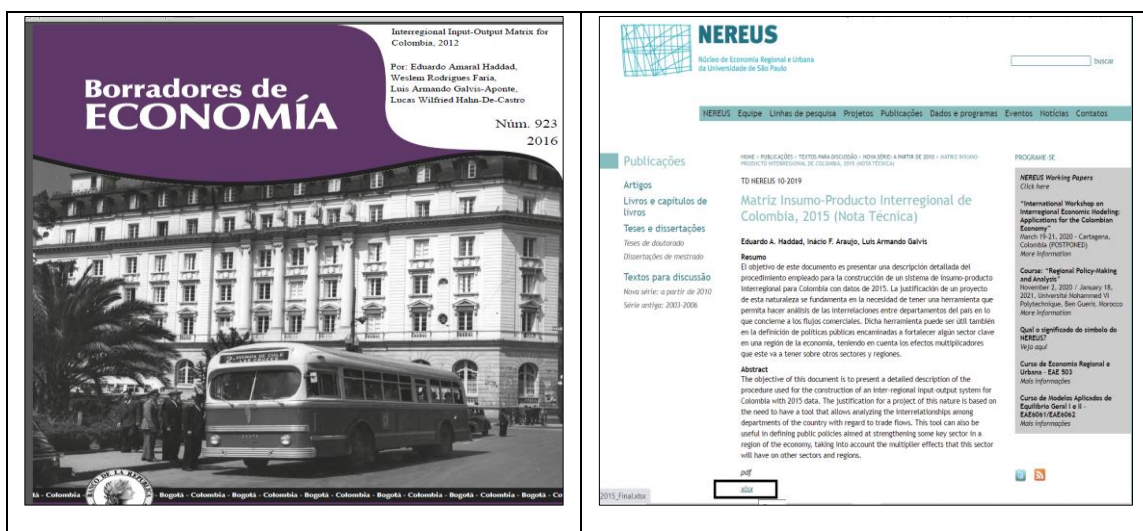


Figura 5-5 Documento de referencia

Fuente: Banco de la Republica

Paso 2 Información biofísica y montos de inversión: Para el cálculo monetario del beneficio, solamente se tomará el 25% de total de los costos estimados para el proyecto de Área de Desarrollo VSM-37.

Paso 3 Exclusión de rubros como mano de obra e impuestos dentro de la matriz: En el presente análisis se excluyeron los rubros asociados a mano de obra e impuestos, solamente se tiene en consideración el ingreso mixto y el excedente de explotación bruto.

Table 1. Interregional Input-Output Table for Colombia 2015 (in COP billions)

		R												S	
		S													
R	S	Sector													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		\$1	\$2	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$9	\$10	\$11	\$12		\$
13	1	27.37	60.17	12.88	0.15	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	5.89	0.09	0.05		
13	2	0.95	2.10	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00		
13	3	4.66	6.34	30.70	0.00	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.49	0.02	15.04		
13	4	0.10	0.17	0.01	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	5	0.00	0.00	0.00	0.00	9.58	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	0.00		
13	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	7	0.09	0.11	0.03	0.00	0.01	0.00	106.83	0.23	2.98	0.02	0.00	0.01		
13	8	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	9	0.14	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		
13	10	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.11	0.03	0.17		
13	11	0.01	0.01	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.11	0.01		
13	12	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.89		
13	13	2.57	0.04	44.43	0.00	10.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.01	0.35		
13	14	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01		
13	15	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01		
13	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
13	17	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11	0.00	0.02		
13	18	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.02		
13	19	0.29	0.27	0.03	0.00	0.01	0.00	0.13	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00		
13	20	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	21	0.42	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00		
13	22	0.48	0.12	0.20	0.00	0.06	0.00	0.07	0.00	0.02	0.04	0.00	0.05		
13	23	2.00	0.49	0.54	0.03	0.28	0.00	9.78	0.01	0.25	0.18	0.00	0.05		
13	24	2.04	5.06	0.44	0.02	0.07	0.00	0.27	0.00	0.01	0.07	0.00	0.03		
13	25	0.04	0.03	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04		
13	26	0.02	0.05	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		
13	27	0.42	0.30	0.14	0.01	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02		
13	28	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	29	0.04	0.02	0.03	0.00	0.09	0.00	0.38	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00		
13	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	31	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01		
13	32	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13	33	4.75	0.34	1.19	0.03	0.10	0.00	21.35	0.02	0.91	2.17	0.10	0.43		
13	34	0.11	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	8.50	0.04	2.43	0.19	0.05	0.25		
13	35	2.83	0.87	0.29	0.01	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00	0.14	0.00	0.05		
13	36	0.33	0.03	0.15	0.00	0.01	0.00	4.58	0.00	0.01	0.18	0.01	0.08		
13	37	0.00	0.00	0.00	0.40	0.26	0.00	3.34	0.01	0.75	0.00	0.00	0.00		

Figura 5-6 Exclusión de los rubros de empleo e impuestos

Fuente: ASI S.A.S., 2023

Paso 4: Cálculos requeridos para la estimación de multiplicadores: Los cálculos requeridos para la estimación de los multiplicadores económicos son los siguientes:

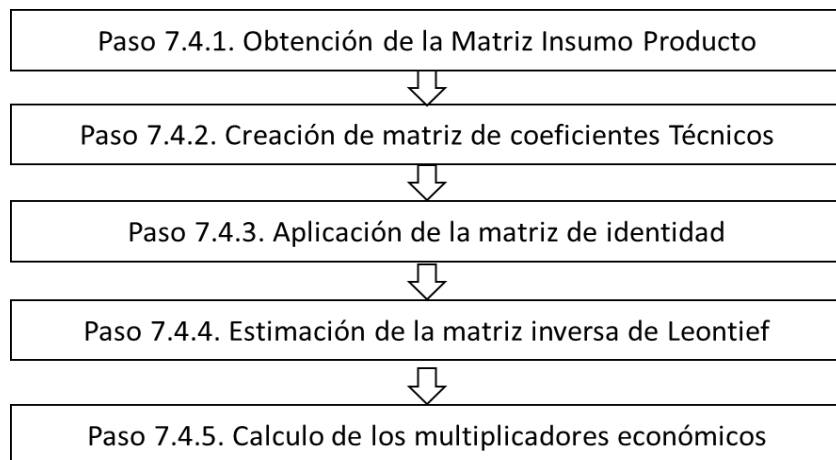


Figura 5-7 Pasos para el cálculo de los multiplicadores

Fuente: ANLA 2022

- Obtención de la Matriz Insumo Producto: En la pestaña denominada **ILOS2015**, se toma la Matriz para el departamento de Huila.

- Creación de la matriz de coeficientes técnicos: Corresponden a la relación de los insumos requeridos con el total de la producción, es decir son las necesidades del insumo por peso de producción bruta de un sector. Su desarrollo se encuentra en la pestaña multiplicadores del Anexo 11. Valoración económica, 5.2-2 Memorias de cálculo.

- Aplicación Matriz Identidad, El paso consiste en la calcular la matriz de requerimientos totales de la economía, asociada al proceso diferencial entre la matriz de identidad menos matriz de coeficientes

- Estimación de la matriz inversa de Leontief y cálculo de los multiplicadores económicos: El modelo de Leontief desarrolla el análisis de la interdependencia de las industrias y/o sectores dentro de la economía, con el objeto de averiguar como las variaciones en la producción de alguna de ellas, puede tener un efecto sobre otras.

- Estimación de los encadenamientos. Luego, tras calcular la matriz inversa o 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 atrás se calculan de acuerdo con la ecuación.


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

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la ANLA frente a la estimación de multiplicadores hacia atrás, se decide seleccionar los siguientes sectores:

Tabla 5-32 Encadenamientos del sector petrolero.

Sector AG	Actividades	Encadenamiento o hacia atrás
S24	Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias; fabricación de otros productos químicos; fabricación de fibras sintéticas y artificiales; fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	1,19
S32	Otras industrias manufactureras	1,11
S35	Captación, tratamiento y distribución de agua	1,37
S37	Construcción	1,29
S38	Comercio al por mayor y en comisión o por contrata; comercio al por menor (incluso el comercio al por menor	1,26
S43	Almacenamiento y actividades complementarias al transporte	1,28
S45	Alojamiento y servicios de comida	1,23
PROMEDIO		1,25

Fuente: ASI S.A.S., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

Para continuar con el cálculo de la variación económica del proyecto, se presenta un resumen de los costos asociados al proyecto, según el Capítulo 2 descripción del proyecto.

Tabla 5-33 Costos asociados al proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
DURACIÓN DEL PROYECTO	20 años.
COSTOS DEL PROYECTO	Costo total del proyecto: \$ 4.067.985.000.000 COP (Cuatro billones sesenta y siete mil novecientos ochenta y cinco millones).

Fuente: PAREX RESOURCES

En este sentido en el Área de Desarrollo VSM-37 se ejecutarán actividades que implican un gasto o inversión en el área de influencia, lo cual presupone algún grado de dinamización en la economía de la región. Por lo tanto, para estimar la dinamización de la economía se tiene presente el encadenamiento hacia atrás que generaría las actividades petroleras en el área de influencia, esto teniendo presente la dinamización que se causa en la demanda, con el costo de inversión del proyecto.

El multiplicador promedio obtenido para el departamento de Huila es 1.25 la adicionalidad del proyecto (beneficio social a ser tenido en cuenta en la EEA) sin embargo, 1 representa la inversión por lo que el efecto dinamizador es de 0,25 valor que corresponde al impulso indirecto del sector por sus necesidades de compras intermedias en otros sectores generando de esta manera el beneficio económico al área de influencia del proyecto.

Tabla 5-34 Beneficio por el cambio en la demanda de bienes y servicios

Multiplicador	Factor $b = a - 1$	Costo del proyecto	Porcentaje del costo del proyecto implementado en el análisis (25%)	Beneficio
Encadenamiento hacia atrás	1,25	0,25	\$4.067.985.000.000	\$1.016.996.250.000
				\$250.630.050.921

Fuente: ASI S.A.S., 2023

Se concluye que con el desarrollo del proyecto se genera un aumento en la demanda local, lo cual produce se traduce en un incremento de \$250.630.050.921 pesos en la producción total de la economía regional. Es importante indicar que, teniendo en cuenta que las inversiones que se realizarán en la zona demandarán insumos requeridos en las etapas pre-operativas, constructivas y operativas del proyecto, según lo señalado en el capítulo 2 Descripción del proyecto, estas etapas tienen un horizonte temporal de 18 años, por lo que este valor es dividido entre el tiempo de construcción/operación estimada por Parex (no se incluye la etapa de desmantelamiento y abandono).

5.2.3.4.2 Valor Presente Neto de los Costos y Beneficios

A continuación, se presenta los resultados del Valor Presente Neto –VPN tanto de costos como beneficios, el cual fue calculado en un flujo con temporalidad de 20 años con una tasa de descuento del 5%.

Tabla 5-35 Valor Presente Neto de Costos y Beneficios.

Impactos No Internalizables		Valor Presente Neto
ABIO-5	Cambio en los niveles de ruido	224.706.802
ABIO-6	Cambio en la dinámica de los procesos geomorfológicos	4.793.425.773
ABIO-8	Cambios en las condiciones geotécnicas de la estabilidad del terreno	
ABIO-18	Cambio en las características biológicas, físicas y químicas del suelo	9.700.984.446
BIO-2	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	52.318.564.701
BIO-3	Cambio en la composición y estructura de las especies	
BIO-1	Perdida de hábitat	5.905.987.409
BIO-5	Fragmentación del hábitat de fauna	
BIO-4	Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna	606.403.777
SOC-12	Cambio en el uso del suelo	18.269.036.167
ABIO-7	Cambio en las geoformas y morfología del terreno	2.197.847.267
SOC-13	Cambio en la estructura del paisaje	
VALOR PRESENTE NETO DE LOS COSTOS		94.016.956.342
SOC-2	Cambio en la tendencia del empleo en el corto y mediano plazo	4.305.075.676
SOC-3	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios	162.764.542.267
VALOR PRESENTE NETO DE LOS BENEFICIOS		167.069.617.943

Fuente: ASI S.A.S., 2024.

5.2.3.4.3 Obtención de los principales criterios de decisión RBC – TEST VPN

Después de estimar los costos y beneficios identificados para el proyecto Área de Desarrollo VSM-37, es indispensable calcular el flujo económico y el criterio de decisión denominado: Relación Beneficio Costo – RBC, este flujo debe llevarse a su Valor Presente Neto - VPN.

Una vez se tiene el flujo de costos y beneficios consolidado, este debe descartarse utilizando la tasa social de descuento, con el fin de obtener el VPN de los beneficios/costos. La Tasa de Descuento – TD, es uno de los parámetros más importantes en la evaluación socioeconómica de proyectos, por ser el factor que permite comparar los beneficios y los costos económicos en diferentes momentos del tiempo y con relación al mejor uso alternativo de esos recursos.


A diferencia de las tasas de interés empleadas en evaluaciones privadas, la TSD incluye las preferencias de las generaciones futuras para el cálculo del VPN.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$VPN = \sum_{i=0} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

- Bi Beneficios: Corresponde a la valoración de los beneficios en el año i;
- Ci Costos: El valor de los impactos negativos en el año i;
- r: Es la tasa social de descuento;
- i: Es el indicador del año.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL ÁREA DE DESARROLLO VSM-37	CODIGO: COL-HSE-FT-311 EMISIÓN: 28-08-2023 VIGENCIA: 28-08-2023 VERSIÓN: 1
---	---	---

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5-36 Interpretación del indicador VPN

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

Fuente: MAVDT & CEDE, 2010.

Existe otro indicador de análisis para la viabilidad del proyecto, la relación beneficio / costo. La cual está dada por el cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos.

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{\text{VPN beneficios}}{\text{VPN costos}}$$

Un indicador menor que uno, significa que el proyecto provoca un deterioro en bienestar social, y un indicador igual a cero, significa que el proyecto no genera cambios en bienestar, como se puede observar a continuación.

Tabla 5-37 Interpretación del indicador RCB.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	INTERPRETACIÓN
RBC > 1	El megaproyecto genera bienestar social, por lo tanto, se acepta el megaproyecto.
RBC = 1	El megaproyecto no presenta cambios en bienestar social, por lo tanto, es indiferente.
RBC < 1	El megaproyecto empeora el bienestar social. Por lo tanto, no es recomendable su ejecución.

Fuente: MAVDT & CEDE, 2010.

De acuerdo con los cálculos realizados en la evaluación económica ambiental se construyó el flujo de costos y beneficios el cual es presentado en el Anexo 11. Valoración económica, 5.2-2 Memorias de cálculo, donde se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5-38 Indicadores del análisis del flujo económico

FLUJO ECONÓMICO	ACB
Costos	94.016.956.342
Beneficios	167.069.617.943
VPN	73.052.661.601
RCB	1,78

Fuente: ASI S.A.S., 2024

5.2.3.4.4 *Análisis de Sensibilidad e Incertidumbres*

El análisis de sensibilidad tiene dentro de sus objetivos reflejar las variaciones en el flujo de caja ante las variaciones de las condiciones establecidas en los criterios económicos de valoración, reflejando cambios en los indicadores obtenidos. Por consiguiente, un aumento o disminución en los costos o beneficios estimados pueden desencadenar la no viabilidad del proyecto, por lo que se hace necesario evaluar el flujo de caja del proyecto ante diferentes escenarios para aportar criterios en la toma de decisiones. Como se puede observar en la tabla anterior, la construcción del proyecto es viable económicamente hablando, ya que sus indicadores son positivos.

Ahora, para expresar cambios significativos se configura una matriz de doble entrada, los cuales corresponden a un escenario crítico en el que se aumenten los costos ambientales en un 10% y 20%, y se disminuyen los beneficios en la misma proporción.

Tabla 5-39 Análisis de Sensibilidad

%	BENEFICIOS	COSTOS	VPN	RBC
20%	167.069.617.943	112.820.347.610	54.249.270.332	1,48
10%	167.069.617.943	103.418.651.976	63.650.965.966	1,62
0%	167.069.617.943	94.016.956.342	73.052.661.601	1,78
-10%	150.362.656.148	94.016.956.342	56.345.699.806	1,60
-20%	133.655.694.354	94.016.956.342	39.638.738.012	1,42

Fuente: ASI S.A.S., 2024

Obtenidos los resultados, Parex evidencia que, con la construcción del proyecto de explotación de hidrocarburos, los beneficios sociales son superiores a los costos, incluso con un aumento de los costos del 20% y una disminución de los beneficios en la misma escala.

5.2.3.4.5 *Conclusión e integración de resultados a la evaluación ambiental*

Con los resultados obtenidos en el análisis costo beneficio, se concluye que, desde la valoración económica ambiental, la licencia para proyecto Área de Desarrollo VSM-37 es viable, dado que su relación costo beneficio es mayor a uno, lo que representa una ganancia de bienestar en la población del área de influencia.

ACB Área de Desarrollo VSM-37

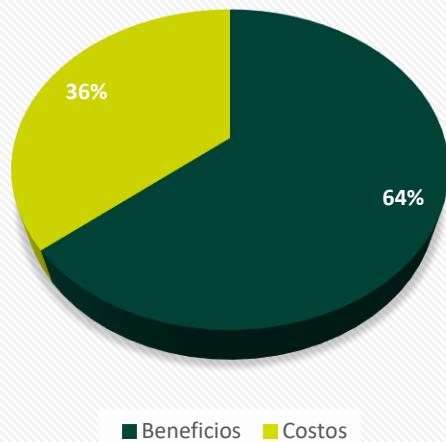


Figura 5-8 Resultados del Análisis Costo Beneficio

Fuente: Fuente: ASI S.A.S., 2024.