

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE MUTATÁ

CAPÍTULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL



AUTOPISTAS URABÁ S.A.S.



Realizado por



3/10/2025

TABLA DE CONTENIDO

10	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	7
10.1	MARCO TEÓRICO.....	7
10.1.1	Valor de uso directo.....	9
10.1.2	Valor de uso indirecto.....	9
10.1.3	Valor de opción.....	10
10.1.4	Valor de existencia	10
10.1.5	Métodos de valoración económica de impactos ambientales.....	10
10.1.5.1	Metodologías basadas en precios de mercado	11
10.1.5.2	Metodología basada en costos	12
10.1.5.3	Métodos basados en preferencias reveladas	12
10.1.5.4	Métodos basados en preferencias declaradas	12
10.1.5.5	Método de transferencias de beneficios.....	13
10.1.6	Metodología de la evaluación económica ambiental.....	13
10.2	IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.....	14
10.3	JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	16
10.4	CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE CAMBIOS EN LOS SSEE	21
10.5	ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN	26
10.5.1	Definición de indicadores de eficacia.....	27
10.5.2	Estimación de los costos ambientales anuales.....	31
10.5.3	Resumen del análisis de internalización	33
10.5.4	Estimación del Valor Presente Neto-VPN.....	37
10.6	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LOS IMPACTOS NO INTERNALIZABLES	37
10.6.1	Alteración a comunidades de flora y alteración de la geoforma del terreno.....	37
10.6.1.1	Capacidad de almacenamiento de CO ₂	38
10.6.1.2	Regulación de la escorrentía.....	39
10.6.1.3	Regulación de sedimentos.....	40
10.6.1.4	Aprovisionamiento de madera.....	40
10.6.1.5	Aprovisionamiento de leche y carne.....	41
10.6.2	Alteración en el uso socioeconómico del suelo.....	41
10.6.3	Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	44
10.6.4	Alteración a comunidades de fauna terrestre.....	45

10.6.5	Alteración a la calidad del suelo.....	49
10.6.6	Alteración en la percepción visual del paisaje.....	49
10.6.6.1	Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta	50
10.6.6.2	Revisión bibliográfica	51
10.6.6.3	Análisis de correspondencia entre los estudios seleccionados y el sitio de política	56
10.6.6.4	Ajustes por inflación y PPA y agregación	57
10.6.7	Alteración de las actividades económicas (positivo)	62
10.6.7.1	Incremento de la oferta de bienes y servicios.....	62
10.6.7.2	Generación de empleo	67
10.6.8	Cambio en el valor de la tierra (positivo).....	69
10.7	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO (ACB).....	73
10.8	OBTENCIÓN DE LOS PRINCIPALES CRITERIOS DE DECISIÓN.....	74
10.9	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	74
10.10	FLUJO GLOBAL DEL PROYECTO	74
	BIBLIOGRAFÍA	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 10.1 Clasificación de los servicios ecosistémicos en el marco del concepto de VET.....	8
Tabla 10.2 Listado de impactos ambientales significativos	15
Tabla 10.3 Jerarquización de impactos relevantes.....	17
Tabla 10.4 Cuantificación biofísica de los cambios en los SSEE	22
Tabla 10.5 Resultados monitoreos de contaminantes.....	25
Tabla 10.6 Resultados de ruido ambiental.....	26
Tabla 10.7 Indicadores de eficacia de los impactos internalizables.....	27
Tabla 10.8 Costos ambientales para impactos internalizables	31
Tabla 10.9 Resumen del análisis de la internalización MLA Variante Mutatá	34
Tabla 10.10 Valor Presente Neto de los impactos internalizados.....	37
Tabla 10.11 Volumen, biomasa y carbono de las coberturas vegetales	38
Tabla 10.12 Valor económico pérdida de fijación de carbono	39
Tabla 10.13 Valoración económica de regulación de escorrentía	39
Tabla 10.14 Valoración económica regulación de sedimentos	40
Tabla 10.15 Volumen comercial y total del área de intervención de las obras de la MLA.....	41
Tabla 10.16 Valoración económica de la madera.....	41
Tabla 10.17 Coberturas de pastos limpios en el área de intervención del proyecto	42
Tabla 10.18 Valoración económica por la alteración en el uso del uso económico del suelo para ganadería	42
Tabla 10.19 Resumen de las cuantificaciones económicas de los servicios ecosistémicos afectados.....	43
Tabla 10.20 Fuentes de información.....	43
Tabla 10.21 Valoración económica de alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	45
Tabla 10.22 Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie	46
Tabla 10.23 Valor de la variable – tipo de caza (TC).....	47
Tabla 10.24 Actualización de costos de implementación (Ci) y Tasa mínima (Tm)	48
Tabla 10.25 Valoración económica alteración a comunidades de fauna terrestre	48
Tabla 10.26 Cuantificación monetaria de la alteración a la calidad del suelo	49
Tabla 10.27 Definición del servicio, población y cambio en el sitio de la política	50
Tabla 10.28 Revisión de estudios para la transferencia de beneficios	53
Tabla 10.29 Correspondencia entre los estudios seleccionados y el sitio de intervención	56
Tabla 10.30 Análisis de escenarios para seleccionar el método	57
Tabla 10.31 Datos requeridos para el ajuste por IPC e INB, per cápita en PPA.....	58
Tabla 10.32 Valor de la DAP ajustada con IPC e INB en PPA	58
Tabla 10.33 Agregación de beneficios de los estudios seleccionados para la alteración en la percepción visual del paisaje	59
Tabla 10.34 Distancia de las viviendas a la obra más cercana objeto de la modificación de la licencia ambiental	60
Tabla 10.35 Valoración económica para el impacto alteración en la percepción visual del paisaje	61
Tabla 10.36 Encadenamientos productivos que lograría el proyecto y sus montos de inversión.....	63
Tabla 10.37 Multiplicadores para los encadenamientos productivos del departamento de Antioquia.....	65



AUTOPISTAS URABÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE MUTATÁ



ALTERNATIVA AMBIENTAL S.A.S.

Tabla 10.38 Multiplicadores para los encadenamientos productivos que impactaría el proyecto	67
Tabla 10.39 Beneficio del proyecto por el cambio en la dinámica económica local	67
Tabla 10.40 Contratación de mano de obra en el proyecto vial Variante Mutatá	67
Tabla 10.41 Excedentes del proyecto por la generación de empleo	69
Tabla 10.42 Variación de los precios intervenidos con la construcción del proyecto Ruta del Sol	70
Tabla 10.43 Variación del precio de los precios de los predios a intervenir con las obras de la Variante Mutatá	72
Tabla 10.44 Flujo económico de la valoración económica para la modificación de la Variante Mutatá.....	73
Tabla 10.45 Análisis costo beneficio de la modificación de la licencia ambiental Variante Mutatá	73
Tabla 10.46 Análisis de sensibilidad	74
Tabla 10.47 Flujo global del proyecto.....	74
Tabla 10.48 ACB global del proyecto.....	75
Tabla 10.49 Análisis de sensibilidad global	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 10.1 Valor económico total (VET)	8
Figura 10.2 Métodos de valoración económica	11
Figura 10.3 Etapas de la evaluación económica ambiental.....	14
Figura 10.4 Distancia de las viviendas a la Variante Mutatá	61
Figura 10.5 Referencia bibliográfica de la MIP interregional para Colombia.....	63
Figura 10.6 Cálculos requeridos para la estimación de multiplicadores	64

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 10.1 Fórmula para la DAP (PPA) por IPC e ingresos per cápita	58
---	----

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Tipo de validación	Nombre de quién elaboró el informe	Fecha
Responsable de elaboración	<i>Equipo técnico AM – Alternativa Ambiental S.A.S</i>	
Responsable de revisión	<i>Angela María Salazar Guerrero Coordinadora de proyectos</i>	
Responsable de aprobación	<i>Diana Restrepo Londoño Directora de proyectos</i>	

DESCRIPCIÓN DE LAS REVISIONES

Índice de revisión	Sección modificada del documento	Fecha modificación	Observaciones

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La Evaluación Económica Ambiental (EEA) forma parte del proceso de licenciamiento ambiental desde el año 2010, cuando el antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial lo estableció en la metodología general para la presentación de estudios ambientales, adoptada por la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010. En esta metodología se determinó que, en lo sucesivo, se deberán identificar y valorar económicamente los impactos ambientales generados por los proyectos bajo el enfoque de Valor Económico Total (VET), e incorporar dichos costos dentro de un Análisis Costo Beneficio (ACB) que aporte criterios de decisión sobre la viabilidad social y ambiental de estos para la sociedad.

Tal evaluación se llevó a cabo para la Modificación de la Licencia Ambiental (MLA) del proyecto vial Variante Mutatá teniendo en cuenta los “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 1669 de 2017 y los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental- EIA en Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles 2015.

El presente capítulo contiene la identificación de los impactos relevantes, la cuantificación biofísica de los impactos significativos, el análisis de internalización, la valoración económica de los impactos no internalizables y el análisis costo - beneficio para la modificación de la licencia ambiental del proyecto.

Adicionalmente, se atienden los requerimientos 25, 26, 27 y 28 del acta 59 del 6 de agosto de 2025 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA.

10.1 MARCO TEÓRICO

La identificación de las externalidades tanto negativas como positivas que involucra un proyecto, se remite a la identificación y evaluación de los impactos ambientales, a fin de recopilar la información para establecer problemas potenciales y considerar alternativas de mayor factibilidad económica y menor impacto ambiental. Por lo tanto, es fundamental identificar los impactos más severos, y que requieren atención y las medidas más efectivas en términos ambientales y económicos. De ahí la necesidad de valorar económicamente las alteraciones ambientales que puede generar el proyecto en el bienestar de la sociedad; unas alteraciones son de carácter negativo, y positivo y su valoración corresponde a expresiones económicas de costos y beneficios.

El valor económico del medio ambiente se deriva de los bienes y servicios que este provee para los seres humanos. El valor global del medio ambiente es entonces la suma del valor presente de los flujos de servicios y productos, a través del tiempo que provienen del medio ambiente. Un daño ambiental altera el valor económico del medio ambiente al interrumpir o destruir estos flujos de servicios y productos. La medida monetaria del cambio en el bienestar de un individuo debido al cambio en la calidad ambiental se conoce como Valor Económico Total (VET). El VET de un recurso ambiental se divide en valores de uso y valores de no uso. Véase la Figura 10.1 .

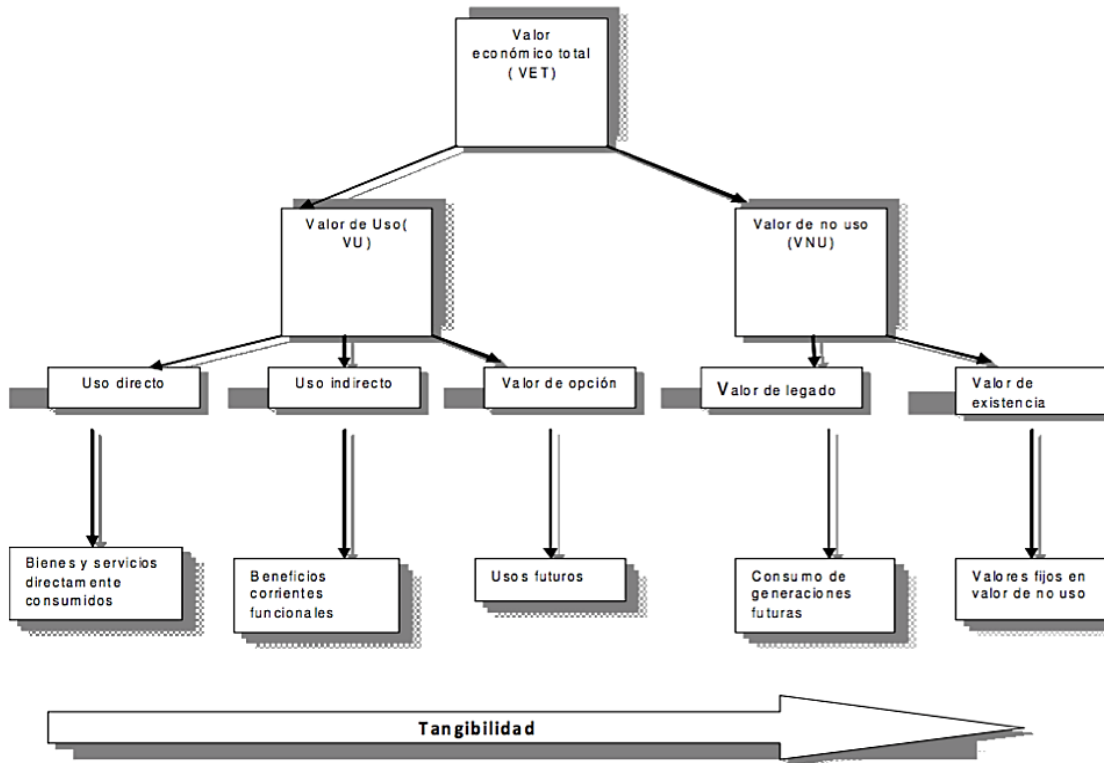


Figura 10.1 Valor económico total (VET)

Fuente: MAVDT (2010)

No todos los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas al hombre son transados en el mercado, no obstante, todos constituyen un elemento importante para el hombre. Se distinguen dos tipos de valores, valores de bienes de mercado y valores de bienes de no mercado. En este sentido, se observa que el valor económico total (VET) permite incluir los bienes y servicios tangibles como las funciones del medio ambiente, además de los valores asociados al recurso mismo. En la Tabla 10.1, se relacionan algunos servicios ambientales dentro del concepto del VET.

Tabla 10.1 Clasificación de los servicios ecosistémicos en el marco del concepto de VET

Valor económico total de los servicios ambientales de un ecosistema			
Valor de uso		Valor de no uso	
Valor de uso directo	Valor uso indirecto	Valor de opción	Valor de existencia
Madera/Leña Alimentos vegetales	Suministro de agua subterránea	Especies Conservación de hábitat	Especies en extinción

Valor económico total de los servicios ambientales de un ecosistema			
Valor de uso		Valor de no uso	
Valor de uso directo	Valor uso indirecto	Valor de opción	Valor de existencia
Alimentos animales Artesanía Agua potable Agua para agricultura Agua para la industria Turismo/Recreación Farmacéuticos Construcción Materia prima Investigación Educación Reproducción especies Biomasa Plantas medicinales Plantas ornamentales	Control inundaciones Retención de sedimentos Retención de nutrientes Mantenimiento calidad del agua Soporte a Biodiversidad Producción de O ₂ Secuestro CO ₂ Belleza escénica Protección cuenca Polinización Reproducción de especies	Protección de biodiversidad Potencial farmacéutico Potencial farmacéutico	Estética Conservación Consumo de videos

Fuente: Modificado de MAVDT (2010).

La forma de llegar al VET, para los ecosistemas naturales, es reconocer los bienes y servicios ecosistémicos que brindan bienestar al ser humano (p. ej. demanda por madera, por áreas agrícolas o por la necesidad de exportar madera para generar ingresos). De igual forma, deben reconocerse los valores asociados a opciones futuras y a la existencia del recurso como tal, como se muestra en la Figura 10.1, en los ecosistemas se pueden encontrar los siguientes valores.

10.1.1 Valor de uso directo

El valor de uso directo se refiere a los ingresos por venta de bienes derivados de los servicios que proveen los ecosistemas, tales como madera, producción de bienes alimenticios (productos agropecuarios), materiales para artesanía (bejucos), materiales para la construcción (hojas para techo de ranchos), otros (fauna) y servicios tales como ecoturismo y recreación que, se pueden medir por los ingresos obtenidos por su venta en el mercado. El valor de uso de los bienes no maderables incluye también aquellas especies que producen resinas, chicle, plantas medicinales, y alimentos de tipo silvestre que se utilizan con fines de subsistencia. La mayoría de estos bienes pueden valorarse a precios de mercado. Sin embargo, para los beneficios potenciales del bosque y para los bienes que no tienen precio de mercado, se pueden usar otras técnicas de valoración en la aproximación de precios monetarios para tales bienes y servicios.

10.1.2 Valor de uso indirecto

El valor de uso indirecto se refiere al valor de las funciones ecológicas y servicios de la biodiversidad del bosque, como el ciclo biogeoquímico, protección de suelos y cuencas, fijación de gases con efecto invernadero, valor del turismo, oferta, y calidad de agua. La valoración se basa en el uso del costo de reemplazo de los beneficios generados por el servicio ambiental. Se

pueden utilizar precios de mercado de bienes sustitutos o gastos potenciales, utilizando el cálculo de los costos necesarios para mitigar el impacto sobre el flujo de servicios de los ecosistemas (Pearce, 1995).

10.1.3 Valor de opción

El valor de opción se utiliza en casos de usos potenciales no conocidos. Constituye el valor adicional para asegurar la disponibilidad futura de un servicio del ecosistema. Este concepto se fundamenta en el hecho de que, si bien rara vez existen mercados de opciones sobre servicios ambientales, también existen mercados con respecto a los servicios ambientales. Además, se entiende como una garantía de asegurar la disponibilidad futura del flujo de servicio, lo cual de otra manera no sería posible. Se asocia con recursos genéticos, por ejemplo, el futuro potencial agrícola o farmacéutico de una especie o ecosistema, los cuales podrían desaparecer por alguna forma de explotación que lo exponga a su extinción (Pearce, 1990).

10.1.4 Valor de existencia

El valor de existencia es el valor que la sociedad le da a un servicio ambiental que, podría no estar relacionado con ningún uso actual o potencial de este; sin embargo, se es consciente de que tiene valor y que debe conservarse como un producto del ecosistema, de tal manera que acompañe -en la medida de lo posible- la evolución de la diversidad biológica, para que pueda ser disfrutado por las futuras generaciones (Constanza et al., 1998).

El valor de existencia se puede calcular por el conocimiento de donaciones para la conservación, o bien con el uso de los métodos de valoración contingente, en especial para aquellos casos donde el activo tiene características únicas o significados culturales o religiosos importantes para la sociedad (Pearce, 1995). Casos claros de valor de existencia serían aquellos asociados a los ingresos y gastos de un país por el servicio de investigación que podría generar ingresos, mediante la venta de libros, videos y otras formas de diseminación de información.

10.1.5 Métodos de valoración económica de impactos ambientales

El avance de la economía ambiental ha permitido el desarrollo de metodologías para estimar con cierta precisión los costos (daños) y beneficios ambientales de los proyectos. Cada método tiene su alcance y requerimiento de información que depende del tipo de valor a estimar (uso, opción de uso y existencia) el cual a su vez depende del tipo de bien o servicio ambiental que se está tratando de valorar. Una relación de los impactos ambientales se presenta a continuación:

- Impactos sobre la población

Incremento o disminución de la morbilidad o mortalidad, la productividad laboral, los costos de tratamientos, de la presencia de olores, visibilidad y riesgos de accidentes.

- Impactos sobre la infraestructura

Disminución y/o mantenimiento de la vida útil, tratamiento o mantenimiento de la infraestructura de vivienda, desvalorización de infraestructuras, pérdida de vida útil.

- Impactos sobre el ecosistema

Disminución o aumento de la productividad pesquera, forestal y agropecuaria, capacidad de uso recreacional, disminución de biodiversidad, estabilidad biológica y estética paisajística, servicios funcionales, producción, y recarga hídrica, protección contra erosión y purificación del aire.

En la Figura 10.2, se presenta un esquema de las metodologías de valoración ilustrativo de las herramientas teóricas disponibles.

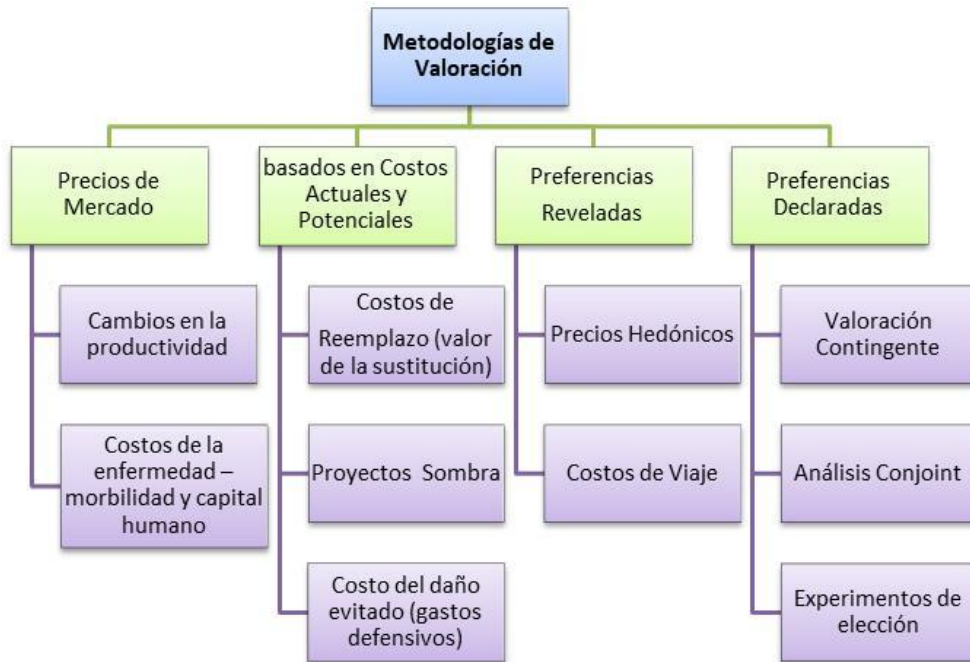


Figura 10.2 Métodos de valoración económica

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2017

10.1.5.1 Metodologías basadas en precios de mercado

El método de precio de mercado estima los valores económicos de los productos y/o servicios de los ecosistemas que son comprados y vendidos en los mercados comerciales, y es utilizado para cuantificar los cambios de valor en la cantidad o calidad de un bien o servicio. En este sentido, las metodologías basadas en precios de mercado son:

- Cambios en la productividad (usando precios económicos normales o corregidos - cuando existen distorsiones en los mercados - de los bienes y/o servicios impactados).
- Costos de enfermedad (cuantifica los costos en los que debe incurrir un individuo para atender la enfermedad).
- Costos de capital humano (relaciona la pérdida de productividad de los seres humanos ocasionada por la muerte prematura).

10.1.5.2 Metodología basada en costos

Las metodologías basadas en gastos (preventivos, de reposición, de reemplazo, entre otros) relacionan la estimación de los valores de los costos incurridos para remediar el daño. Estos métodos no proporcionan medidas de los valores económicos que se basan en la voluntad de los individuos a pagar por un producto o servicio.

La valoración económica de los impactos ambientales basados en el enfoque de costos se asocia con la valoración económica del conjunto de medidas necesarias para restaurar, prevenir y compensar los daños ambientales de un proyecto o actividad económica. Esta valoración se sustenta en la estimación de los costos necesarios para reemplazar o restaurar un activo ambiental deteriorado. Las metodologías basadas en costos son:

- a) Costos de reemplazo (utilizados como una estimación del costo de la contaminación).
- b) Precios sombra (similar al de reposición o restauración de un activo físico o recurso natural).
- c) Costo – efectividad (intenta estimar el costo de la protección ambiental en términos del costo de formas alternativas de lograr un determinado objetivo).

10.1.5.3 Métodos basados en preferencias reveladas

Estos métodos aprovechan la relación que puede existir entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado; por ejemplo, con el método de los costos de viaje, se puede estimar el valor económico de los servicios recreativos de un recurso natural existente en un parque natural, a partir de los gastos monetarios y de los costos de oportunidad del tiempo invertido en la visita que se realiza para adelantar la actividad recreativa en el sitio MAVDT & CEDE, 2010, citado por (ANLA, 2017).

10.1.5.3.1 Precios hedónicos

El método de precios hedónicos está basado en los equilibrios de mercados para bienes y factores que no son homogéneos y que contienen atributos que se relacionan con la calidad o la existencia de los recursos naturales. Por ejemplo, puede existir una diferencia en el precio de dos fincas, donde lo único que las distingue es el hecho de que la disponibilidad de agua en una es mayor que en la otra.

10.1.5.3.2 Costo de viaje

El método del costo de viaje es utilizado para la estimación de la Disponibilidad a Pagar (DAP) por bienes y servicios ambientales, cuyo uso es principalmente de carácter recreacional. El costo económico de visitar un sitio para recreación es utilizado como medida sustitutiva de su precio.

Este método tiene como objetivo principal la estimación del valor de uso del bien, de forma que, si una persona visita un cierto lugar con fines recreacionales, implica que el disfrute de este servicio le proporciona como mínimo un beneficio que es igual al costo de viaje.

10.1.5.4 Métodos basados en preferencias declaradas

Estos métodos son preferibles a los indirectos, debido a que también recogen los valores de no uso (cosa que no puede hacer ninguno de los métodos de preferencias reveladas). Además, este

enfoque se plantea para valorar bienes o servicios donde no se cuenta con ningún tipo de información de mercado que revele el valor de estos. La información se recolecta, a partir de encuestas a los usuarios actuales y potenciales de los bienes mediante el planteamiento de escenarios hipotéticos de valoración del bien o servicio (Mendieta & Caraballo, 2005; citado por (ANLA, 2017).

10.1.5.4.1 Valoración contingente

El método de valoración contingente también se denomina "de construcción de preferencias" o método directo de valoración, ya que a través de la implementación de encuestas se pregunta a los afectados su disponibilidad a pagar por disfrutar de mejoramiento en las condiciones ambientales o por evitar un daño ambiental.

10.1.5.5 **Método de transferencias de beneficios**

La transferencia de beneficios no es una metodología en sí misma, pero permite hacer uso de estimaciones obtenidas (por cualquier método) en un contexto determinado para estimar valores en otro contexto. Así, la transferencia de beneficios se utiliza para calcular los valores económicos de los servicios de los ecosistemas mediante la transferencia de la información disponible de estudios ya realizados en otro sitio o lugar que presenta ecosistemas equivalentes. Por ejemplo, los valores para la pesca recreativa en un sitio en particular pueden ser estimados mediante la aplicación de las medidas de los valores de la pesca deportiva de un estudio realizado en otro lugar (CEDE, 2010, citado por (ANLA, 2017).

La transferencia de beneficios se utiliza cuando se presentan casos de ausencia de información primaria o cuando el tiempo de análisis es muy reducido. En particular, se caracteriza por realizar un traspaso de valores de un bien estimado previamente a otro muy similar que se encuentra bajo otro contexto social, cultural y económico. Por lo anterior, la confiabilidad de sus resultados depende de la calidad de los estudios seleccionados para el análisis, la metodología utilizada para transferir el valor y el propósito de la valoración (CEDE, 2010, citado por (ANLA, 2017)).

10.1.6 **Metodología de la evaluación económica ambiental**

El procedimiento para la valoración económica de los impactos ambientales en el proyecto vial Variante Mutatá siguió la ruta planteada en el documento "Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental" (MAVDT, UNIANDES) para la aplicación del ACB económico ambiental, en la toma de decisiones, el cual plantea los pasos que se describen, en detalle, en la Figura 10.3.

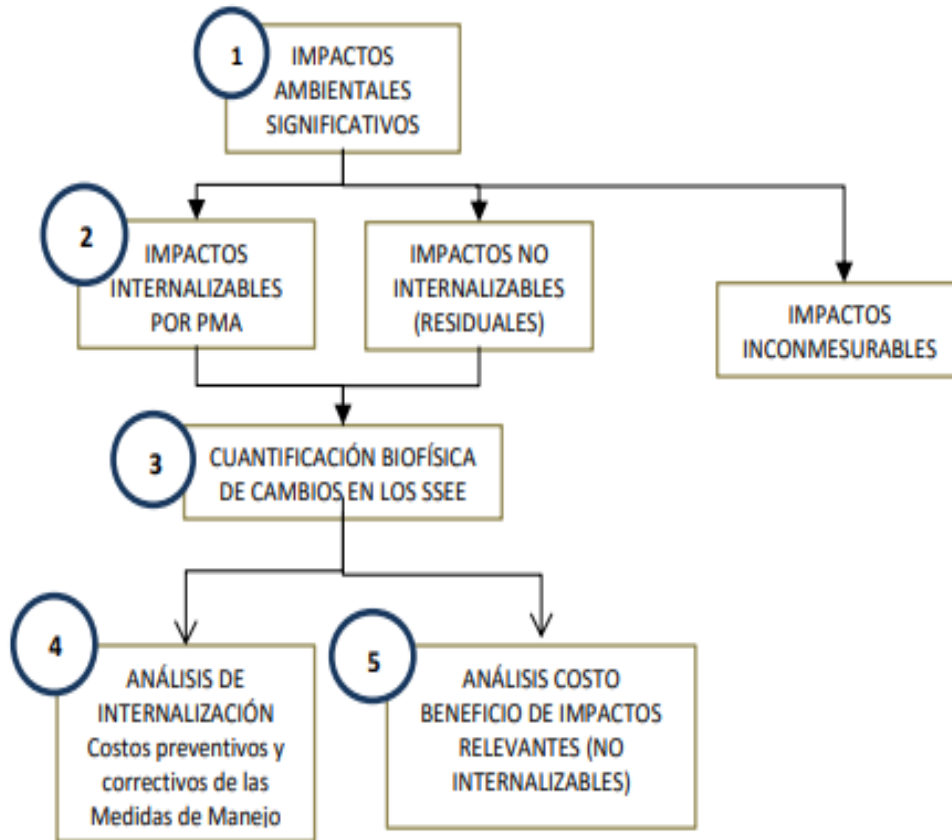


Figura 10.3 Etapas de la evaluación económica ambiental

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

En los siguientes numerales se presentan los resultados para cada una de las etapas presentadas en la figura anterior.

10.2 IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental – EIA de la modificación de la licencia ambiental del proyecto vial Variante Mutatá, los impactos moderados o severos son todos aquellos que obtuvieron una importancia ambiental negativa superior a 26 en la escala de valoración ambiental, es decir, son todos los impactos moderados, severos o críticos identificados en la matriz de evaluación ambiental del estudio. Más adelante se analizará cuáles de estos impactos se pueden internalizar con las medidas de manejo y cuales se cuantificarán económicamente con alguna de las técnicas o métodos de valoración económica presentadas en el marco teórico.

Por otro lado, los impactos positivos son todos aquellos clasificados en categorías de moderados, severos o críticos en la matriz de evaluación ambiental. Estos impactos se cuantificaron monetariamente y se tendrán en cuenta en el análisis costo beneficio ambiental del proyecto.

De acuerdo con la Tabla 10.2, se identificaron 22 impactos significativos de los cuales 20 son de naturaleza negativa y (dos) 2 son positivos. En el medio abiótico, se identificaron nueve (9) impactos de naturaleza negativa, en el biótico seis (6) y en el medio socioeconómico se identificaron cuatro (5) impactos de naturaleza negativa y dos (2) de naturaleza positiva.

Tabla 10.2 Listado de impactos ambientales significativos

Medio	Impactos	Calificación máxima obtenida en la matriz de evaluación de impactos	Naturaleza	Clasificación
Abiótico	1.Alteración de la geoforma del terreno	-34	-	Moderado
	2.Alteración de las condiciones geotécnicas	-28	-	Moderado
	3.Alteración a la calidad del suelo	-47	-	Moderado
	4.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	-31	-	Moderado
	5.Alteración en el patrón de drenaje	-32	-	Moderado
	6.Modificación de la concentración de material particulado	-33	-	Moderado
	7. Modificación de la concentración de gases en el aire.	-36	-	Moderado
	8. Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	-36	-	Moderado
	9.Alteración en la percepción visual del paisaje	-51	-	Severo
Biótico	10.Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	-49	-	Moderado
	11.Alteración a comunidades de flora	-41	-	Moderado
	12.Alteración a comunidades de fauna terrestre	-45	-	Moderado
	13.Atropellamiento de fauna silvestre	-32	-	Moderado
	14.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	-30	-	Moderado
15.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	-26	-	Moderado	
Socioeconómico	16.Afectación o daños a terceros	-32	-	Moderado
	17.Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	-26	-	Moderado
	18.Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local	-33	-	Moderado

Medio	Impactos	Calificación máxima obtenida en la matriz de evaluación de impactos	Naturaleza	Clasificación
	19.Alteración de las actividades económicas	28	+	Positivo moderado
	20.Cambio en el valor de la tierra	44	+	Positivo moderado
	21.Alteración en el uso socioeconómico del suelo	-38	-	Moderado
	22.Generación de conflictos socioambientales	-44	-	Moderado

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Se considera que los impactos irrelevantes serán internalizados con las medidas de manejo de los planes de manejo ambiental del proyecto; por lo tanto, no se tienen en cuenta en la evaluación económica ambiental.

10.3 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En esta sección se presenta la jerarquización o clasificación de los impactos ambientales significativos o relevantes del estudio, en internalizables, lo que significa que sus efectos pueden ser prevenidos, corregidos o controlados completamente a partir de la adecuada gestión en la implementación del Plan de Manejo Ambiental. Los impactos no internalizables son aquellos cuyos efectos no se pueden prevenir o corregir al 100% con las medidas de manejo y, por tanto, tienen un grado de residualidad en el medio natural o social.

El conjunto de impactos internalizables no son objeto de aproximación monetaria en el ejercicio de valoración económica, debido a que no generan efectos residuales en el ecosistema o en la sociedad, es decir, estos se pueden prevenir o corregir y, en consecuencia, se procederá a realizar el respectivo análisis de internalización para cada uno de ellos, teniendo en cuenta el desarrollo procedimental definido en los Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos objeto de licenciamiento ambiental (ANLA, 2017).

En cambio, los impactos no internalizables se cuantificarán monetariamente a partir de los métodos y técnicas presentados en el marco teórico de este capítulo.

En la Tabla 10.3, se presenta la diferenciación de los impactos internalizables y no internalizables, de acuerdo con las medidas planteadas en los programas de manejo ambiental y teniendo en cuenta lo aprobado por la autoridad ambiental en este tema en el acto administrativo Resolución 1752 del 04 de septiembre de 2019. De este análisis, se identificaron los siguientes impactos internalizables: alteración de las condiciones geotécnicas, alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental, alteración en el patrón de drenaje, modificación de la concentración de material particulado, modificación de la concentración de gases en el aire, alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera, atropellamiento de fauna silvestre, alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos, alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática, alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios

públicos y sociales afectación o daños a terceros, alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local, generación de conflictos socioambientales.

Tabla 10.3 Jerarquización de impactos relevantes

Medio	Impacto	Jerarquización	Justificación
Abiótico	1.Alteración de la geoforma del terreno	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre Variación de la morfología por cortes y rellenos antrópicos)	El Subprograma de manejo paisajístico PMS-04 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo, tiene medidas de mitigación, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
	2.Alteración de las condiciones geotécnicas	Internalizable (no identificado en la Res. 1752 de 2019)	El Subprograma de manejo de taludes PMS-02 contiene las medidas para prevenir y corregir el impacto como implantación de obras de geotecnia y estabilización, el manejo de terraplenes, el análisis de estabilidad y estabilización de taludes o terraplenes en sitios críticos, implementación de trinchos y manejo paisajístico.
	3.Alteración a la calidad del suelo	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Alteración de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo)	El Subprograma de manejo y disposición de residuos de construcción y demolición (RCD) PMS-01, contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo, tiene medidas de mitigación, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
	4.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	Internalizable (no identificado en la Res. 1752 de 2019)	El Subprograma de manejo de residuos líquidos PMRH-01 presenta medidas de prevención del impacto como el manejo de residuos líquidos domésticos y no domésticos, el manejo de las aguas lluvias. El Subprograma de manejo de cruces de cuerpos de agua PMRH-02 y el Subprograma de protección del recurso hídrico superficial PMRH-03 también contiene acciones de prevención de la contaminación del agua, por lo tanto, es internalizable.



AUTOPISTAS URABÁ S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE MUTATÁ



Medio	Impacto	Jerarquización	Justificación
	5.Alteración en el patrón de drenaje	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Cambio en el patrón de drenaje superficial)	El Subprograma de manejo de cruces de cuerpos de agua PMRH-02 y el Subprograma de protección del recurso hídrico superficial PMRH-03 contienen acciones de prevención de la contaminación del agua, por lo tanto, es internalizable.
	6.Modificación de la concentración de material particulado	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el mismo nombre)	El Subprograma de manejo de maquinaria, equipos y vehículos (Ficha 5) del Programa de Manejo Suelo (PMS-05) contiene las acciones de prevención del impacto como el mantenimiento rutinario de los vehículos, maquinaria y equipos, el transporte de residuos de excavación o sobrantes de obra en vehículos que deberán estar cubiertos, los certificados de emisiones de gases y revisión técnico-mecánica de los vehículos deberán estar vigentes. Adicionalmente, el Subprograma de manejo y control de fuentes de emisiones PMRA-01 también presenta acciones de prevención y corrección del impacto, por lo tanto, es internalizable.
	7. Modificación de la concentración de gases en el aire	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el mismo nombre)	El Subprograma de manejo de maquinaria, equipos y vehículos (Ficha 5) del Programa de Manejo Suelo (PMS-05) contiene las acciones de prevención del impacto como el mantenimiento rutinario de los vehículos, maquinaria y equipos, el transporte de residuos de excavación o sobrantes de obra en vehículos que deberán estar cubiertos, los certificados de emisiones de gases y revisión técnico-mecánica de los vehículos deberán estar vigentes. Adicionalmente, el Subprograma de manejo y control de fuentes de emisiones PMRA-01 también presenta acciones de prevención y

Medio	Impacto	Jerarquización	Justificación
			corrección del impacto, por lo tanto, es internalizable.
	8.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Modificación de los niveles de presión sonora)	El Subprograma de manejo y control de fuentes de emisiones PMRA-01 presenta medidas de prevención las cuales exigen que los equipos de trabajo y la maquinaria que se utilicen en el proyecto deben estar provistos de silenciadores para minimizar los niveles de ruido producido y de esta forma mantener los niveles de ruido según corresponda y de acuerdo con las normas ambientales vigentes. Por lo tanto, el impacto es internalizable.
	9.Alteración en la percepción visual del paisaje	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Fragmentación estructural del paisaje)	El Subprograma de manejo paisajístico PMS-04 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo, tiene medidas de mitigación, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
Biótico	10.Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	No internalizable (no identificado en la Res. 1752 de 2019)	El Subprograma de manejo de aprovechamiento forestal PMF-02 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo, tiene medidas de mitigación, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
	11.Alteración a comunidades de flora	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre Pérdida de coberturas de la tierra)	El Subprograma de manejo de aprovechamiento forestal PMF-02 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo, tiene medidas de mitigación, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
	12.Alteración a comunidades de fauna terrestre	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de (Modificación o pérdida de	El Subprograma de manejo de fauna silvestre PMFS-01 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto; sin embargo,

Medio	Impacto	Jerarquización	Justificación
		hábitats para la fauna silvestre)	tiene medidas de mitigación para este impacto en particular, lo cual significa que el impacto tiene efectos residuales sobre el medio ambiente y, por lo tanto, no es internalizable.
	13. Atropellamiento de fauna silvestre	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre Desplazamiento de la fauna silvestre (ahuyentamiento y atropellamiento)	El Subprograma de manejo de fauna silvestre PMFS-01 contiene las acciones del plan de manejo que atiende el impacto. Estas medidas son de prevención. Por lo tanto, el impacto es internalizable.
	14. Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Alteración de las comunidades acuáticas)	Se propone en el Subprograma de manejo de comunidades acuáticas PMFS-02 las acciones para la prevención del impacto, por lo tanto, es internalizable.
	15. Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Internalizable (no identificado en la Res. 1752 de 2019)	Se propone en el Subprograma de manejo de comunidades acuáticas PMFS-02 las acciones para la prevención del impacto, por lo tanto, es internalizable.
Socioeconómico	16. Afectación o daños a terceros	Internalizable (identificado con los impactos Afectación a la infraestructura socioeconómica, Afectación a la infraestructura de predios, Afectación a la infraestructura de servicios públicos)	Se propone en el Subprograma de manejo la infraestructura de predios, de servicios públicos y vías PMMS-06 las medidas de prevención y corrección del impacto.
	17. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de afectación a la infraestructura de servicios públicos)	En el Subprograma de manejo la infraestructura de predios, de servicios públicos y vías PMMS-06 se proponen las medidas de prevención que internalizan el impacto
	18. Alteración de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Afectación a la movilidad peatonal, semovientes y vehicular)	Se propone en el Subprograma de manejo de gestión socio-predial PMMS-05 las medidas de prevención del impacto.
	19. Alteración de las actividades económicas	Positivo (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de	Se incluirá en el análisis costo beneficio del proyecto.

Medio	Impacto	Jerarquización	Justificación
		Cambio en las actividades económicas y de servicios)	
	20.Cambio en el valor de la tierra	Positivo (no identificado en la Res. 1752 de 2019)	Se incluirá en el análisis costo beneficio del proyecto
	21.Alteración en el uso socioeconómico del suelo	No internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre Cambio en el uso actual del suelo) aparece internalizable	El Subprograma de manejo de gestión socio-predial PMMS-04 contiene medidas de mitigación para este impacto en particular, por lo tanto, el impacto no es internalizable.
	22.Generación de conflictos socioambientales	Internalizable (identificado en la Res. 1752 de 2019 con el nombre de Generación y/o potencialización de conflictos sociales	El Subprograma de manejo de atención a la comunidad PMMS-02 contiene las medidas de prevención del impacto.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Los impactos no internalizables son: alteración de la geofoma del terreno, alteración a la calidad del suelo, alteración en la percepción visual del paisaje, alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, alteración a comunidades de flora, alteración a comunidades de fauna terrestre, alteración en el uso socioeconómico del suelo. Estos impactos se tendrán en cuenta en el análisis costo beneficio del proyecto junto con los impactos positivos alteración de las actividades económicas y cambio en el valor de la tierra.

10.4 CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE CAMBIOS EN LOS SSEE

La cuantificación biofísica se refiere a la expresión en unidades medibles del cambio en los servicios ecosistémicos causado por los impactos del proyecto. El impacto refleja un cambio en alguna variable considerada; por lo tanto, debe ser expresado en las mismas unidades de la variable que se está observando o en la variable de aproximación a la variable objetivo. Así, cuando el bien o servicio ambiental se refleje, por ejemplo, en una variable que mide área, la cuantificación del impacto expresa un área de pérdida o afectación. Adicionalmente, se presenta la temporalidad del efecto sobre la variable. En la Tabla 10.4, se presenta la cuantificación biofísica y el cambio temporal¹ de los SSEE asociados a los impactos por las obras del proyecto.

¹ El cambio temporal corresponde a la duración de las obras (6 meses) más un tiempo adicional de duración de los impactos.

Tabla 10.4 Cuantificación biofísica de los cambios en los SSEE

Impacto	Servicios ecosistémicos	Cuantificación biofísica		Cambio temporal (en meses)
		Unidades	Valor	
1.Alteración de la geoforma del terreno	Almacenamiento de carbono Regulación de la escorrentía Aprovisionamiento	Hectáreas	5,84 ²	12 meses
2.Alteración de las condiciones geotécnicas	Control de la erosión	Hectáreas	5,84	12 meses
3.Alteración a la calidad del suelo	Retención de nutrientes	Hectáreas	5,84	12 meses
4.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	Aprovisionamiento de agua	Número de fuentes hídricas susceptibles de afectación cumpliendo con parámetros de calidad fisicoquímicos	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	12 meses
5.Alteración en el patrón de drenaje	Regulación	Fuentes hídricas	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	12 meses
6.Modificación de la concentración de material particulado	Regulación	µg/m3	Ver Tabla 10.5	12 meses
7. Modificación de la concentración de gases en el aire.	Regulación	µg/m3	Ver Tabla 10.5	12 meses
8.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	Regulación	Decibeles (dB)	Ver Tabla 10.6	12 meses
9.Alteración en la percepción visual del paisaje	Belleza escénica	Hectáreas	5,84	12 meses

² Dato correspondiente a las hectáreas de intervención del proyecto.

Impacto	Servicios ecosistémicos	Cuantificación biofísica		Cambio temporal (en meses)
		Unidades	Valor	
10.Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	Diversidad	Hectáreas	1,99 ³	12 meses
11.Alteración a comunidades de flora	Captura de carbono	Toneladas (Ton.)	18,76	12 meses
	Regulación de escorrentía	Hectáreas	1,99	
	Regulación de sedimentos	Hectáreas	1,99	
	Provisión madera	Volumen comercial (m ³)	24,46	
12.Alteración a comunidades de fauna terrestre	Aprovisionamiento-Diversidad	Especies potencialmente afectadas ⁴	Aves: 148 Herpetos: 9 especies de anfibios y 15 especies de reptiles Mamíferos: 9 especies	12 meses
13.Atropellamiento de fauna silvestre	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas	Aves: 148 Herpetos: 9 especies de anfibios y 15 especies de reptiles. Total 24 Mamíferos: 9 especies	12 meses
14.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas (Ind/m ²) ⁵	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m ² Perifiton: 6618,514 Ind/cm ² Fauna íctica: 11 individuos	12 meses
15.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas (Ind/m ²)	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m ² Perifiton: 6618,514 Ind/cm ²	12 meses

³ Dato correspondiente a las coberturas presentes en el área de intervención del proyecto

⁴ Datos tomados del Capítulo 5.2. Medio biótico/ 5.2.1.1.10. Caracterización de fauna

⁵ Datos tomados del Capítulo 5.2 Biótico/ numeral 5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

Impacto	Servicios ecosistémicos	Cuantificación biofísica		Cambio temporal (en meses)
		Unidades	Valor	
			Fauna íctica: 11 individuos	
16. Afectación o daños a terceros	Cultural	Predios susceptibles de afectación	3 ⁶	12 meses
17. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	Cultural	Infraestructura física y social y de servicios públicos intervenidas (13 postes de redes de energía + 3 vías ⁷)	16	12 meses
18. Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local	Cultural	Vías que se interceptan con el tramo objeto de modificación	6 ⁸	12 meses
19. Alteración de las actividades económicas	Cultural	Pesos (beneficios por incremento de demanda de bienes y servicios	\$694.362.011	12 meses
		Personal a contratar	115	
20. Cambio en el valor de la tierra	Cultural	Predios susceptibles de afectación	3 ⁹	12 meses
21. Alteración en el uso	Aprovisionamiento	Hectáreas	3,97 ¹⁰	12 meses

⁶ Dato tomado del Capítulo 3. Descripción del proyecto/numeral 3.2.1.3.7 Diagnóstico predial

⁷ Las vías afectadas y que serán interrumpidas durante esta etapa son: la vía Nacional Ruta 6202, la vía Calle 14 (VE4) y el acceso a la vía industrial (VE5). Dato tomado del capítulo 8. Evaluación ambiental/8.3.4.3 Socioeconómico/tabla 8.49 Análisis de impactos identificados en el componente espacial.

⁸ Dato tomado del Capítulo 3. Descripción del proyecto/numeral/ 3.2.1.1 3.2.1.1 Tipo de vías, líneas férreas e infraestructura.

⁹ Dato tomado del Capítulo 3. Descripción del proyecto/numeral 3.2.1.3.7 Diagnóstico predial

¹⁰ Dato correspondiente a las hectáreas en la cobertura Pastos limpios en el área de intervención del proyecto.

Impacto	Servicios ecosistémicos	Cuantificación biofísica		Cambio temporal (en meses)
		Unidades	Valor	
socioeconómico del suelo				
22. Generación de conflictos socioambientales	Cultural	Potenciales PQRS	Mayor a 1	12 meses

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 10.5 Resultados monitoreos de contaminantes

Concentración promedio de PM10							
PUNTO	N	Desviación Estándar	Promedio	Coefficiente de variación	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
Punto 1	18	7.6	17.4	43.5%	12.7	15.6	24.5
Punto 2	18	5.2	11.8	43.9%	7.6	10.0	16.3
Concentración promedio Material Particulado PM2.5							
PUNTO	N	Desviación Estándar	Promedio	Coefficiente de variación	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
Punto 1	18	1.4	2.9	47.9%	2.1	2.6	3.8
Punto 2	18	2.3	3.3	69.5%	1.5	2.8	4.1
Concentración promedio Dióxido de Azufre SO2							
PUNTO	N	Desviación Estándar	Promedio	Coefficiente de variación	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
Punto 1	18	5.5	9.9	55.4%	5.4	9.9	11.9
Punto 2	18	0.7	11.1	6.7%	10.4	11.4	11.6
Concentración promedio Dióxido de Nitrógeno NO2							
PUNTO	N	Desviación Estándar	Promedio	Coefficiente de variación	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
Punto 1	18	3.5	11.3	31.2%	8.5	11.0	14.4
Punto 2	18	1.3	5.9	22.0%	4.6	6.3	7.1
Concentración promedio Monóxido de Carbono							
PUNTO	N	Desviación Estándar	Promedio	Coefficiente de variación	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
Punto 1	18	203.9	426.5	47.8%	296.5	374.6	471.2
Punto 2	18	118.4	686.2	17.3%	603.2	681.8	794.7

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025. Datos tomados del Capítulo 5.1 Caracterización Abiótica/ numeral 5.1.10.5 Calidad del aire/numeral 5.1.10.5 Calidad de aire.

Tabla 10.6 Resultados de ruido ambiental

ID	Fecha	Jornada de evaluación	L _{Aeg} (dBA)	L _{RAeq} (VM) (dBA)	U (dBA)	Sector	Limite Norma (N) (dBA)	VM+U (dBA)	VM+U≤ N	Sobrepaso de VM+U sobre N
1	2024-11-19	Diurno semana	58.3	64.3	±1.8	C	80.0	66.1	Cumplimiento	---
	2024-11-19	Nocturno semana	54.2	58.8	±1.9	C	70.0	60.7	Cumplimiento	---
	2024-11-17	Diurno dominical	54.3	60.3	±1.7	C	80.0	62.0	Cumplimiento	---
	2024-11-17	Nocturno dominical	54.7	60.7	±2.2	C	70.0	62.8	Cumplimiento	---
2	2024-11-19	Diurno semana	66.5	69.5	±1.3	C	80.0	70.8	Cumplimiento	---
	2024-11-19	Nocturno semana	69.4	74.2	±3.2	C	70.0	77.3	Incumplimiento	7.3
	2024-11-17	Diurno dominical	66.7	68.8	±1.3	C	80.0	70.1	Cumplimiento	---
	2024-11-17	Nocturno dominical	65.8	70.8	±1.9	C	70.0	72.7	Incumplimiento	2.7
3	2025-09-06	Diurno semana	70,6	73,0	±2,3	D	55,0	75,4	Incumplimiento	20,4
	2025-09-06	Nocturno semana	67,1	71,6	±1,6	D	45,0	73,2	Incumplimiento	28,2
	2025-09-07	Diurno dominical	60,9	63,5	±2,7	D	55,0	66,2	Incumplimiento	11,2
	2025-09-07	Nocturno dominical	69,0	75,0	±3,2	D	45,0	78,1	Incumplimiento	33,1

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025. Datos tomados del Capítulo 5.1 Caracterización Abiótica/ numeral 5.1.10.5 Calidad del aire/numeral 5.1.10.6 Ruido

10.5 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN

Los impactos internalizables no son objeto de aproximación monetaria en el ejercicio de valoración económica debido a que se pueden prevenir o corregir con las medidas de manejo de los planes de manejo ambiental y, en consecuencia, se realiza el 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, así:

- Definición de indicadores de eficacia
- Estimación de los costos ambientales anuales
- Estimación del Valor Presente Neto (VPN)

A continuación, se presenta los resultados del análisis de internalización.

10.5.1 Definición de indicadores de eficacia

Los indicadores de eficacia permiten medir si la ejecución de las medidas de manejo, internalizan los impactos en cada periodo de seguimiento del proyecto. Tales indicadores se obtuvieron de los planes de manejo ambiental identificados para prevenir y/o corregirlos. Ver Tabla 10.7.

Tabla 10.7 Indicadores de eficacia de los impactos internalizables

Impacto	Servicio ecosistémico	Indicador de eficacia	Fórmula	Resultado esperado
1.Alteración de las condiciones geotécnicas	Control de la erosión	Estabilización de taludes	PMS-02 (Área estabilizada y consolidada en el período (m ²) / Área del talud que requiere obras de estabilización (m ²)) *100.	100%
2.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	Aprovisionamiento de agua	Calidad del agua en cuerpos de agua superficiales	PMRH-01 1.(Residuos líquidos entregados a gestor autorizado/ total de residuos líquidos gestionados) *100. PMRH-02 2. (Número de parámetros monitoreados con valores menores al máximo permitido/ Número total de parámetros monitoreados) * 100 3. Cantidad de frentes de trabajo limpios una vez finalizadas las obras / cantidad de frentes de trabajo desmantelados) *100.	100%
3.Alteración en el patrón de drenaje	Regulación	Manejo de cruce de cuerpos de agua	PMRH-02 1. (Número de parámetros monitoreados con valores menores al máximo permitido/ Número total de parámetros monitoreados) * 100 2. Cantidad de frentes de trabajo limpios una vez finalizadas las obras / cantidad de frentes de trabajo desmantelados) *100. PMRH-03	100%

Impacto	Servicio ecosistémico	Indicador de eficacia	Fórmula	Resultado esperado
			3.(Número de señales instaladas y aislamientos realizados /Número de señales y aislamientos proyectadas) *100	
4.Modificación de la concentración de material particulado	Regulación	Concentración de contaminantes	<p>PMS-05</p> <p>1.(Número de vehículos, equipos o maquinaria en condiciones aptas para funcionamiento/Número de vehículos, equipos o maquinaria inspeccionados) * 100.</p> <p>PMRA-01</p> <p>2. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo PM10 / Puntos de monitoreo de PM10) * 100</p> <p>3. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo NO2 / Puntos de monitoreo de NO2) * 100</p> <p>4. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo SO2 / Puntos de monitoreo de SO2) * 100.</p> <p>5. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo CO / Puntos de monitoreo de CO) * 100</p> <p>6. (PQR con respuesta oportuna/ PQR presentadas) *100</p>	100%
5. Modificación de la concentración de gases en el aire	Regulación	Concentración de contaminantes	<p>PMS-05</p> <p>1.(Número de vehículos, equipos o maquinaria en condiciones aptas para funcionamiento/Número de vehículos, equipos o maquinaria inspeccionados) * 100.</p> <p>PMRA-01</p> <p>2. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo PM10 / Puntos de monitoreo de PM10) * 100</p>	100%

Impacto	Servicio ecosistémico	Indicador de eficacia	Fórmula	Resultado esperado
			3. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo NO ₂ / Puntos de monitoreo de NO ₂) * 100 4. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo SO ₂ / Puntos de monitoreo de SO ₂) * 100. 5. (Punto de monitoreo por debajo del límite normativo CO / Puntos de monitoreo de CO) * 100 6. (PQR con respuesta oportuna/ PQR presentadas) *100	
6.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	Regulación	Ruido	PMRA-01 1.(Punto de monitoreo de emisión de ruido por debajo del límite normativo / Puntos de monitoreo de emisión de ruido) * 100.	100%
7.Atropellamiento de fauna silvestre	Aprovisionamiento	Atención de individuos heridos	PMFS-01 1. (Número de individuos con atención / Número de individuos heridos) *100 Nota: Tener en cuenta que ante la ausencia de registros el indicador será igual a 0.	100%
8.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Aprovisionamiento	Monitoreo de cuerpos hídricos	PMFS-02 1. (Número de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto /Número de cuerpos de agua monitoreados*100)	100%
9.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Aprovisionamiento	Monitoreo de cuerpos hídricos	PMFS-02 1. (Número de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto /Número de cuerpos de agua monitoreados*100)	100%
10.Afectación o daños a terceros	Cultural	Adecuación de accesos	PMMS-06 1.(Número de pasos peatonales, vehiculares y accesos adecuados y señalizados / Número de	100%

Impacto	Servicio ecosistémico	Indicador de eficacia	Fórmula	Resultado esperado
			<p>accesos o pasos requeridos) *100</p> <p>2.(Número de paz y salvos emitidos por la atención a daños causados a terceros/número de reclamaciones presentadas) *100</p>	
11. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	Cultural	Infraestructura física y social y de servicios públicos intervenidas 13 (postes de redes de energía + 3 vías)	<p>PMMS-06</p> <p>1.(Número de accesos restablecidos / número de accesos afectados) *100</p> <p>2. (Número de redes de servicios públicos restablecidos / número de servicios públicos afectados) *100</p> <p>3. (Número de paz y salvos emitidos por la atención a daños causados a terceros/número de reclamaciones presentadas) *100</p>	100%
12.Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local	Cultural	Adecuación de accesos	<p>PMMS-06</p> <p>1.(Número de pasos peatonales, vehiculares y accesos adecuados y señalizados / Número de accesos o pasos requeridos) *100</p> <p>2. (Número de paz y salvos emitidos por la atención a daños causados a terceros/número de reclamaciones presentadas) *100</p>	100%
13.Generación de conflictos socioambientales	Cultural	PQRS atendidas	<p>PMMS-02</p> <p>1.(Número de oficinas de atención a la comunidad móviles en funcionamiento</p>	100%

Impacto	Servicio ecosistémico	Indicador de eficacia	Fórmula	Resultado esperado
			/ No de oficinas móviles planificadas) * 100 2. (Formularios con calificación positiva en un rango de (8 a 10) / formularios calificados) *100 3. (PQRS atendidas y cerradas /PQRS recibidas al mes) *100	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.5.2 Estimación de los costos ambientales anuales

A continuación, se presentan los costos anuales de las medidas que internalizan los impactos según los rubros más representativos de la medida utilizada para la aproximación a la cuantificación económica del impacto (ver Tabla 10.8). Tales costos se discriminan en costos de transacción, operativos y de personal. Cada uno de los costos presentados en la tabla siguiente, es el resultado de dividir el valor total de cada uno de los PMA entre el número de impactos que atiende dicho programa. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- Los costos de transacción (CTi) incluyen el valor de los impuestos, tasas, tarifas y precios de mercado que la empresa paga por el uso del bien o servicio ambiental. Para este caso, no se generarán este tipo de costos en el proyecto.
- Los costos operativos (COi): es la inversión que realiza la empresa para mantener la calidad ambiental, que para este caso equivalen a los gastos por la restauración ecológica propuesta en el plan de manejo.
- Costos de personal (CPi): corresponde a los costos del personal requerido en el plan de manejo propuesto para corregir la afectación al recurso.

Tabla 10.8 Costos ambientales para impactos internalizables

Impactos	Medidas de manejo para la internalización	Costos anuales (\$)			Total (\$)
		Ctri: impuestos	Coi: operativos	Cpi: personal	
1.Alteración de las condiciones geotécnicas	PMS-02		\$53.271.752		\$53.271.752
2.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	PMRH-01 PMRH-02		\$276.689.133		\$276.689.133

Impactos	Medidas de manejo para la internalización	Costos anuales (\$)			Total (\$)
		Ctri: impuestos	Coi: operativos	Cpi: personal	
3.Alteración en el patrón de drenaje	PMRH-02 PMRH-03		\$239.622.795		\$239.622.795
4.Modificación de la concentración de material particulado	PMS-05 PMRA-01		\$38.916.667		\$38.916.667
5. Modificación de la concentración de gases en el aire	PMS-05 PMRA-01		\$38.916.667		\$38.916.667
6.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	PMRA-01		\$16.950.000		\$16.950.000
7.Atropellamiento de fauna silvestre	PMFS-01		\$94.701.600		\$94.701.600
8.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	PMFS-02		\$18.750.000		\$18.750.000
9.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	PMFS-02		\$18.750.000		\$18.750.000
10.Afectación o daños a terceros	PMMS-06		\$2.000.000		\$2.000.000
11. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	PMMS-06		\$2.000.000		\$2.000.000
12.Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local	PMMS-06		\$2.000.000		\$2.000.000
13.Generación de conflictos socioambientales	PMMS-02		\$5.500.000		\$5.500.000

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.



AUTOPISTAS URABÁ S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN
DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE
MUTATÁ



ALTERNATIVA AMBIENTAL S.A.S.

10.5.3 Resumen del análisis de internalización

En la Tabla 10.9, se presenta un resumen con los impactos internalizables, el cual contiene los servicios ecosistémicos, el indicador de la línea base, el cambio previsto por el proyecto, los planes de manejo que previenen o corrigen estos impactos y los costos de dichos planes.

Tabla 10.9 Resumen del análisis de la internalización MLA Variante Mutatá

Impactos negativos	Servicios ecosistémicos	Indicador de línea base		Cuantificación (cambio-delta servicio ecosistémico)	Medida del PMA	Valor indicador (resultado esperado) (%)	Costo anual ECI (\$)		
		Unidad	Valor				Ctri:	Coi	Cpi
1.Alteración de las condiciones geotécnicas	Control de la erosión	Hectáreas	5,84	5,84	PMS-02	100%	\$53.271.752		
2.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	Aprovisionamiento de agua	Número de fuentes hídricas susceptibles de afectación cumpliendo con parámetros de calidad fisicoquímicos	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	PMRH-01 PMRH-02	100%	\$276.689.133		
3.Alteración en el patrón de drenaje	Regulación	Fuentes hídricas	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	3 (Drenaje 2 - Quebrada Daira, Drenaje 3 y Jaguey)	PMRH-02 PMRH-03	100%	\$239.622.795		
4.Modificación de la concentración de material particulado	Regulación	mg/m3	Ver Tabla 10.5	Ver Tabla 10.5	PMS-05 PMRA-01	100%	\$38.916.667		
5. Modificación de la concentración de gases en el aire	Regulación	mg/m3	Ver Tabla 10.5	Ver Tabla 10.5	PMS-05 PMRA-01	100%	\$38.916.667		
6.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	Regulación	Decibeles (dB)	Ver Tabla 10.6	Ver Tabla 10.6	PMRA-01	100%	\$16.950.000		
7.Atropellamiento de fauna silvestre	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas	Aves: 148 Herpetos: 9 especies de anfibios	Aves: 148 Herpetos: 9 especies de anfibios y 15 especies de reptiles. Total 24	PMFS-01	100%	\$94.701.600		

Impactos negativos	Servicios ecosistémicos	Indicador de línea base		Cuantificación (cambio-delta servicio ecosistémico)	Medida del PMA	Valor indicador (resultado esperado) (%)	Costo anual ECi (\$)		
		Unidad	Valor				Tri:	Coi	Cpi
			y 15 especies de reptiles Mamíferos: 9 especies	Mamíferos: 9 especies					
8.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas (Ind/m2)	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m2 Perifiton: 6618,514 Ind/cm2 Fauna íctica: 11 individuos	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m2 Perifiton: 6618,514 Ind/cm2 Fauna íctica: 11 individuos	PMFS-02	100%	\$18.750.000		
9.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Aprovisionamiento	Especies potencialmente afectadas (Ind/m2)	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m2 Perifiton: 6618,514 Ind/cm2 Fauna íctica: 11 individuos	Macroinvertebrados: 137,778 Ind/m2 Perifiton: 6618,514 Ind/cm2 Fauna íctica: 11 individuos	PMFS-02	100%	\$18.750.000		
10.Afectación o daños a terceros	Cultural	Predios susceptibles de afectación	3	3	PMMS-06	100%	\$2.000.000		
11. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	Cultural	Infraestructura física y social y de servicios públicos intervenidas (13 postes de redes de energía + 3 vías)	16	16	PMMS-06	100%	\$2.000.000		
12.Alteración de la accesibilidad movilidad y	Cultural	Vías que se interceptan con el tramo	6	6	PMMS-06	100%	\$2.000.000		

Impactos negativos	Servicios ecosistémicos	Indicador de línea base		Cuantificación (cambio-delta servicio ecosistémico)	Medida del PMA	Valor indicador (resultado esperado) (%)	Costo anual ECI (\$)			
		Unidad	Valor				Ctri:	Coi	Cpi	
conectividad local		objeto de modificación								
13. Generación de conflictos socioambientales	Cultural	Potenciales PQRS	Mayor a 1	Mayor a 1	PMMS-02	100%			\$5.500.000	
Valor ECI										\$754.796.862

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

10.5.4 Estimación del Valor Presente Neto-VPN

El Valor Presente Neto- VPN se calcula teniendo en cuenta los costos anuales de la internalización y la duración de las obras del proyecto. ver Tabla 10.10.

Tabla 10.10 Valor Presente Neto de los impactos internalizados

Impactos	Valor año 1	Valor año 2	VPN
1.Alteración de las condiciones geotécnicas	\$53.271.752	\$53.271.752	\$90.031.979
2.Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental	\$276.689.133	\$276.689.133	\$467.618.752
3.Alteración en el patrón de drenaje	\$239.622.795	\$239.622.795	\$404.974.749
4.Modificación de la concentración de material particulado	\$38.916.667	\$38.916.667	\$65.771.153
5. Modificación de la concentración de gases en el aire	\$38.916.667	\$38.916.667	\$65.771.153
6.Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	\$16.950.000	\$16.950.000	\$28.646.365
7.Atropellamiento de fauna silvestre	\$ 94.701.600	\$ 94.701.600	\$160.050.536
8.Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	\$18.750.000	\$18.750.000	\$31.688.457
9.Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	\$18.750.000	\$18.750.000	\$31.688.457
10.Afectación o daños a terceros	\$2.000.000	\$2.000.000	\$3.380.102
11. Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales	\$2.000.000	\$2.000.000	\$3.380.102
12.Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local	\$2.000.000	\$2.000.000	\$3.380.102
13.Generación de conflictos socioambientales	\$5.500.000	\$5.500.000	\$9.295.281
VPN valores internalizados	\$ 1.275.645.207		

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En Anexos_C10/10_2_ANALISIS B Y C MLA MUTATÁ/A.INT, se puede consultar la memoria de cálculo del VPN de los impactos internalizables.

10.6 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LOS IMPACTOS NO INTERNALIZABLES

En este numeral se presenta el valor monetario para los costos y los beneficios ambientales de la MLA proyecto vial Variante Mutatá de acuerdo con lo establecido por MINAMBIENTE y ANLA (2017) en el documento "Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental" y teniendo en cuenta los datos y los métodos de valoración económica aprobados en la Resolución 1752 de 2019 y actos administrativos posteriores.

10.6.1 Alteración a comunidades de flora y alteración de la geoforma del terreno

Los impactos alteración a comunidades de flora y alteración de la geoforma del terreno se homologaron con los impactos pérdida de coberturas de la tierra y variación de la morfología los cuales se identificaron en la Resolución 1752 de 2019. Para el caso de la modificación de la

licencia ambiental estos impactos estarían causados por el desmonte y la limpieza, por las excavaciones, movimientos de tierra y acopio de materiales sobrantes, implementación de obras de geotecnia y contención y el aprovechamiento forestal.

La valoración económica de estos impactos se llevará a cabo por medio de la metodología de precios de mercado para los servicios ecosistémicos de regulación de la pérdida potencial de la capacidad almacenamiento de CO₂, regulación de la escorrentía, la retención de sedimentos y aprovisionamiento de madera y alimentos teniendo en cuenta lo aprobado por la Resolución 1752 de 2019.

10.6.1.1 Capacidad de almacenamiento de CO₂

El valor económico de pérdida potencial de la capacidad almacenamiento de carbono se estableció a partir del cálculo del carbono almacenado, teniendo en cuenta el valor de la biomasa. Para tal fin, se aplicó un factor de 0,5 según los lineamientos del IPCC.

$$C = \text{biomasa} \times 0,5$$

Teniendo como base este valor, se determinó la cantidad de CO₂ fijado, empleando la ecuación propuesta por Jiménez y Landeta¹¹:

$$CO_2 = Kr \times C$$

Donde:

CO₂ = Dióxido de carbono almacenado.

Kr = Factor de conversión por peso molecular (3,67).

C = Carbono.

A partir del valor fijado de CO₂ y del costo de la tonelada de carbono¹² (Precio CO₂ euro/ton promedio del año 2025, tasa de cambio (COP/euro) para el 4 de enero de 2025 reportada por el Banco de la República¹³ y el total de carbono en toneladas de la Tabla 10.11¹⁴.

Tabla 10.11 Volumen, biomasa y carbono de las coberturas vegetales

Cobertura	Área (ha)	Número de individuos	Biomasa (Ton)	Carbono (Ton)
Pastos enmalezados	0,06	16	8,45	4,23

¹¹ JIMÉNEZ, E., LANDETA, A. Producción de biomasa y fijación de carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.) Campus Prosperina – ESPOL. [en línea]. s.f. s.l. [citado en: 2016-02-26]. Disponible en Internet: <<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5131/1/8507.pdf>>

¹² SENDECO2. Precios CO₂. [en línea]. 2020. [citado en: 2020-03-13]. Disponible en Internet: <<http://www.sendeco2.com/es/precios-co2>>.

¹³ BANCO DE LA REPÚBLICA. Tasas de cambio. [en línea]. 2020. [citado en: 2020-03-13]. Disponible en Internet: <https://suameca.banrep.gov.co/estadisticas-economicas/#/informacionSerie/4240/Tasas%20de%20cambio/Monedas%20de%20reserva>

¹⁴ Datos presentados en el Capítulo 7 Demanda de Recursos Naturales/numeral 7.5.2 7.5.2.1 Cálculos de volumen, biomasa y carbono por cobertura

Cobertura	Área (ha)	Número de individuos	Biomasa (Ton)	Carbono (Ton)
Pastos limpios	1,93	89	29,06	14,53
Total	1,99 ¹⁵	105	37,51	18,76

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Se calculó el costo del servicio ecosistémico afectado, cuya estimación es de **veinte y tres millones seiscientos ciento ochenta y un mil pesos (\$23.600.181)**. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 10.12.

Tabla 10.12 Valor económico pérdida de fijación de carbono

Regulación CO ₂	
Biomasa (t)	37,51
Kr (Factor de conversión a CO ₂)	3,67
Factor conversión biomasa a C	0,50
C (t)	18,76
CO ₂ (t)	68,8
Precio CO ₂ euro/t	76,49
Tasa de cambio COP/euro	\$4.481,38
Precio CO ₂ COP/t	\$342.781
Valor anual Costo fijación CO₂ COP	\$23.600.181

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.6.1.2 Regulación de la escorrentía

La valoración económica de la regulación de la escorrentía se cuantifica debido a que la morfología permite regular, mejorar el almacenamiento y reducir la velocidad de evacuación del agua a un cauce natural. Las variables que se consideraron para estimar el valor económico del servicio de regulación de escorrentía fueron: la precipitación promedio anual del área de influencia correspondiente a 4.510,67m³/año para el 2024¹⁶, el valor del metro cúbico de agua que se obtiene de la tasa de utilización del agua (TUA), la cual corresponde a 11,97 \$/m³, establecida en la Resolución 1571 del 02 agosto de 20176 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Asimismo, se toma el número de hectáreas a intervenir que corresponden a **1,99**.

El valor económico por la pérdida del servicio ecosistémico de regulación de la escorrentía es **ciento sesenta mil quinientos treinta y cinco pesos (\$160.535)**. Los resultados se presentan en la Tabla 10.13.

Tabla 10.13 Valoración económica de regulación de escorrentía

Regulación Escorrentía	
No hectáreas	1,99
Escorrentía promedio m ³ /año/ha	4.510,67
Valor promedio m ³ /año	8.972

¹⁵ Hectáreas de intervención del proyecto con individuos arbóreos.

¹⁶ Este dato fue tomado del Capítulo 5.1 Caracterización Abiótica/ numeral 5.1.5. Hidrología.

Regulación Escorrentía	
Valor agua m ³ (\$)/2017	\$11,97
Valor agua m ³ (\$)/2024	\$17,89
Valor anual Regulación escorrentía (\$) /año	\$160.535

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.6.1.3 Regulación de sedimentos

El valor económico de la regulación de sedimentos se estima por medio de las siguientes variables: el valor retenido en el sedimento llega a ser del 50 % del volumen total de escorrentía, es decir, 2.255 m³/año; el número de hectáreas (1,989132 ha) y el valor por metro cúbico de agua por el tratamiento de la turbiedad (\$4,663,89) establecida por EPM¹⁷. El valor estimado es **veinte millones novecientos veintidós mil novecientos cincuenta y dos pesos (\$20.922.952)**. Los resultados se presentan en la Tabla 10.14 Valoración económica regulación de sedimentos.

Tabla 10.14 Valoración económica regulación de sedimentos

Regulación retención de sedimentos	
No hectáreas	1,99
Regulación escorrentía promedio m ³ /año/ha	2.255
Valor promedio m ³ /año	4.486,16
Valor m ³ (\$)	\$4.663,89
Valor anual regulación retención de sedimentos (\$) /año	\$20.922.952

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.6.1.4 Aprovechamiento de madera

El valor económico de la pérdida de la madera se desarrolla a través del análisis de las coberturas caracterizadas y su respectivo volumen en metros cúbicos. De acuerdo con el capítulo de demanda de recursos naturales, la estimación del valor económico por la pérdida de madera se establece según las coberturas identificadas en el inventario forestal a través de la siguiente fórmula:

$$CE = c \times e$$

Donde:

CE= Valor de la producción total extraída.

c= Valor unitario del recurso (\$/m³).

e= Volumen comercial extraído del recurso

De acuerdo con el cálculo del volumen máximo de aprovechamiento, el volumen comercial total de las coberturas identificadas en el capítulo de demanda de recursos naturales del EIA de la modificación de la licencia ambiental corresponde a **24,46m³**. Ver Tabla 10.15.

¹⁷Este dato corresponde a la tarifa de saneamiento básico del mes de febrero de 2025 de EPM para el sector industrial: <https://www.epm.com.co/clientesyusuarios/aguas/tarifas-aguas/>

Tabla 10.15 Volumen comercial y total del área de intervención de las obras de la MLA

Cobertura	Área (ha)	Volumen (m3)	
		Volumen total	Volumen comercial
Pastos enmalezados	0,05742	15,27	4,98
Pastos limpios	1,931712	51,58	19,48
Total	1,989132	66,85	24,46

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

El precio unitario del recurso asciende a \$1.170.370,59 el cual fue tomado de la página web de INEX MUNDI¹⁸. Este dato se multiplica por el volumen comercial para obtener la cuantificación de la afectación del servicio de aprovisionamiento de la madera. Según lo estimado, el valor económico por la pérdida de madera corresponde a **veintiocho millones seiscientos veintisiete mil doscientos sesenta y cinco pesos (\$28.627.265)**. ver Tabla 10.16.

Tabla 10.16 Valoración económica de la madera

Madera	
Volumen comercial madera m ³	24,46
Precio madera \$/m ³ (2022)	\$1.018.045,00
Precio madera \$/m ³ (2024)	\$1.170.370,59
Valor total pérdida de madera (\$/año)	\$28.627.265

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.6.1.5 Aprovisionamiento de leche y carne

La cuantificación monetaria de este servicio ecosistémico se analizará en el numeral 10.6.2 Alteración en el uso socioeconómico del suelo.

10.6.2 Alteración en el uso socioeconómico del suelo

De acuerdo con el análisis de las coberturas de pastos afectadas por el proyecto de 3,781 hectáreas (ver Tabla 10.17), el valor económico para la pérdida del uso del suelo para ganadería se estima mediante la siguiente función:

$$VEC_{ganadería} = (VPC + VPL + VMO + VPT)$$

Donde:

$VEC_{ganadería}$ = Valor económico por la pérdida del uso del suelo para ganadería.

VPC = Valor producción carne = (valor animal * número de cabezas totales).

Valor animal = (peso promedio kg * precio ganado en pie [kg]). Número de cabezas totales = (área [ha] * capacidad de carga).

VPL: Valor producción leche = (Valor promedio litro de leche [\$/l]) X (Producción total leche [l]). Producción de leche (l): (número de cabezas totales X producción promedio de leche por vaca [l]).

¹⁸<https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=madera-ura&meses=60&moneda=cop>

VMO: valor mano de obra = (Número de empleos por cada 26 cabezas de ganado X número de jornales mes X valor promedio jornal X 12 meses que tiene un año).

VPT: Valor precio de la tierra = (valor m2 X área (ha) X valor precio de la tierra)

Tabla 10.17 Coberturas de pastos limpios en el área de intervención del proyecto

Cobertura	Área (ha)
Pastos limpios	3,97

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Teniendo en cuenta las ecuaciones presentadas en los párrafos anteriores, se estima el valor económico afectado por la alteración en el uso de las actividades económicas asociadas a la ganadería. En la Tabla 10.18, se presenta el valor económico por la pérdida del uso del suelo para esta actividad económica, este asciende a **noventa y nueve millones quinientos ochenta y nueve mil cuatrocientos setenta pesos (\$99.589.470)**.

Tabla 10.18 Valoración económica por la alteración en el uso del uso económico del suelo para ganadería

Productividad Ganadería doble propósito	
Producción carne	
Área ha	3,97
Capacidad de carga	1,33
Número de cabezas totales	5,27
Peso promedio kg	423
Precio ganado en pie (Kg) Ene-2025	\$ 8.046
Valor animal	\$ 3.403.458
Valor producción carne	\$ 17.929.872
Producción Leche	
Producción promedio de leche (Lt)	3,5
Producción total leche	\$ 6.730,04
Precio Promedio leche Valor litro (\$/ltr) Dic-2024	\$ 1.938,00
Valor producción leche	\$ 13.042.819,15
Mano de obra	
Capacidad de carga	1,33
Empleos por cada 26 hectáreas	1
Área (ha)	3,97
Número de jornales mes	25,00
Valor promedio jornal a 2020	\$ 30.000,00
Valor promedio jornal a 2024	\$ 41.206,26
Valor mano de obra	\$ 12.361.879,20
Precio de la Tierra	
Valor m2 (\$) promedio 2020	\$ 1.417

Valor m2 (\$) promedio actualizado a 2024	\$	1.872
Área m2		39700
Valor precio de la tierra	\$	56.254.900
Valor Total Ganadería doble Propósito	\$	99.589.470

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Con las anteriores estimaciones, el valor económico de los impactos por alteración a comunidades de flora, alteración de la geoforma del terreno y alteración en el uso socioeconómico del suelo es: **Ciento setenta y dos millones novecientos mil cuatrocientos tres pesos (\$ 172.900.403)**. En la Tabla 10.19, se presentan los servicios ecosistémicos que se pueden afectar por los impactos mencionados antes.

Tabla 10.19 Resumen de las cuantificaciones económicas de los servicios ecosistémicos afectados

Impacto	Servicio ecosistémico	Cuantificación monetaria
Alteración a comunidades de flora y alteración en la geoforma del terreno	Regulación CO ₂	\$23.600.181
	Regulación Escorrentía	\$160.535
	Regulación retención de sedimentos	\$20.922.952
	Pérdida de madera	\$28.627.265
Alteración en el uso socioeconómico del suelo	Ganadería doble propósito	\$99.589.470
Total		\$ 172.900.403

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Las fuentes de información utilizadas para realizar los cálculos se pueden consultar en la Tabla 10.20.

Tabla 10.20 Fuentes de información

Variabes	Datos	Fuente
Precio Promedio leche Valor litro (\$/ltr) 2018	1.938	FEDEGAN. Precios. [en línea]. 2025. Disponible en Internet: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios
Precio ganado en pie KG	8.046	FEDEGAN. Precios. [en línea]. 2025. Disponible en Internet: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios
Hectáreas en pastos	493.107	Catrillón D., & Restrepo E., (2019) página 42. Ver Anexos_C10/10_5_Referencias ¹⁹
Cabezas de ganado	654.346	Catrillón D., & Restrepo E., (2019) página 56. Ver Anexos_C10/10_5_Referencias
Producción promedio leche Litros	3,5	Catrillón D., & Restrepo E., (2019) página 55. Ver Anexos_C10/10_5_Referencias
Valor jornal	\$30.000	DANE. Sistema de información de precios. SIPSA [en línea]. 2018. [citado en 2018-09-12]. Disponible en Internet:

¹⁹ También se puede consultar en: <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/5defcaf0-be50-4a52-8cff-fe42b95a1c8a/content>

Variables	Datos	Fuente
		< http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_mar_2018.pdf >
Empleos para actividad ganadera de doble propósito	1	COLOMBIA, BANCO DE LA REPÚBLICA (BANREP). La Economía Ganadera En El Departamento De Córdoba, Centro De Estudios Regionales. VILLA DE LA HOZ, JOAQUÍN, Cartagena de Indias, octubre 2003, página 11. Ver anexo A-CAP 10 ATN REQ/Referencias/ Viloria de la Hoz (2004)

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025

En Anexos_C10/10_2_ANALISIS B Y C MLA MUTATÁ /EEA, se presenta la memoria con los cálculos.

10.6.3 Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres

Teniendo en cuenta que el impacto se genera por la remoción de coberturas vegetales lo que, a su vez, produce cambios en la estructura, composición, funcionalidad de los ecosistemas, servicios ecosistémicos, distribución, conectividad de los diferentes ecosistemas y hábitats se procede con la valoración económica a partir de la afectación del valor de no uso relacionado con la biodiversidad.

En consideración a lo anterior, para la valoración económica de los efectos del proyecto sobre la diversidad se buscó una metodología que de manera indirecta pudiese capturar su valor, y para ello se amparó en la estrecha relación que existe entre las coberturas y los demás organismos que conforman el ecosistema.

Para tal efecto se utilizó el parche de cobertura natural como la unidad de medida que representa la magnitud del daño, bajo el supuesto de que el parche de cobertura natural sirve como hábitat y posibilita la conectividad y la materialización de las relaciones funcionales y transferencia de materia y energía.

De esta manera, el impacto se desarrolla en función de aspectos de sostenibilidad y conservación de la biodiversidad, contrastado con niveles ecosistémicos presentes en el área de influencia, los cuales se verán afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Entonces para la valoración económica de este impacto, se recurre a las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, bajo el supuesto que las tasas de conservación representa la disposición del estado a conservar los hábitats y, por tanto, revelan la disponibilidad a pagar de la sociedad por el conjunto de externalidades positivas que se obtienen al conservar las coberturas naturales entre ellas la diversidad biológica. Los sistemas de incentivos forestales son herramienta de la economía que tiene propósito fundamental la conservación de los bosques y de los servicios que estos representan y por tanto sirven como una aproximación del valor de la biodiversidad.

Con base en lo anterior, para la estimación del costo de estos impactos se toma como proxy las acciones preestablecidas por la resolución 000357 del 31 de octubre del 2019 por el cual se determina el valor promedio nacional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea. Considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar la afectación de los hábitats.

Para la modificación de la licencia ambiental, las áreas a afectar (4,64 hectáreas), y al valor de establecimiento CIF por hectárea determinado para el núcleo región Eje cafetero y Sur Occidente para otros cultivos del año 2019 corresponde a \$2.575.690 COP/Hectárea, y el valor de mantenimiento para el mismo es de \$325.938 COP/Hectárea para el primer año y de \$319.405 para el segundo. Estos valores se actualizaron con el IPC de Colombia de los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024 como se puede ver en la Tabla 10.21. El valor económico del impacto alteración a ecosistemas y hábitats terrestres es **de ocho millones novecientos cuarenta y dos mil cincuenta y tres mil pesos (\$8.942.053)**.

Tabla 10.21 Valoración económica de alteración a ecosistemas y hábitats terrestres

Costos de establecimiento y mantenimiento del año 2019		Actualización de costos a 2024
Hectáreas a afectar		1,99
Costo de Establecimiento de 2019	\$2.575.690	\$3.594.778
Costo de Mantenimiento año 1 de 2019	\$325.938	\$454.897
Costo de mantenimiento año 2 de 2019	\$319.405	\$445.780
Costo Total Año 1	\$5.771.721	\$8.055.338
Costo Total Año 2	\$635.339	\$886.714
Costo Total	\$6.407.060	\$8.942.053

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En Anexos_C10/10_2_ANALISIS B Y C MLA MUTATÁ /EEA, se presenta la memoria con los cálculos.

10.6.4 Alteración a comunidades de fauna terrestre

La remoción de las coberturas vegetales por las obras constructivas de la modificación de la licencia ambiental puede ocasionar la pérdida de hábitats y fragmentación de los ecosistemas y como consecuencia disminución de la abundancia y riqueza de especies faunísticas (aves, reptiles, anfibios) con la consecuente afectación de la diversidad biológica del área.

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

La tasa compensatoria por caza de fauna silvestre se calcula con los datos obtenidos en la caracterización biótica para los registros de los grupos de especial interés de aves, reptiles y mamíferos. El cobro de la respectiva tarifa de acuerdo con el Decreto 127220 se realizará anualmente.

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

$$TFSi = TM \times FRi$$

Donde:

TFSi: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie i, expresada en pesos por espécimen o muestra.

TM: Tarifa mínima base, expresada en pesos por espécimen o muestra.

FRi: Factor regional determinado para cada especie i (es adimensional).

Según el artículo 2.2.9.10.2.3, la tarifa mínima base de la tasa de compensatoria por caza de fauna silvestre se estimó teniendo en cuenta los costos de recuperación del recurso fauna silvestre como base para el cálculo de su depreciación. Esta tarifa la determinó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 1372 de 2016, en \$9.600 por espécimen o muestra y se debe actualizar anualmente con el IPC.

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

$$FR = (Cb + 4,5 N) \times TC \times GTi \times V$$

Donde:

Cb: Coeficiente Biótico (1 - 5).

N: Variable de nacionalidad (0 - 1)

TC: Tipo de Caza (0,1 - 1,2)

Gt: Grupo Trófico (0,08 – 1,0)

V: Coeficiente de valoración (0,01 – 20,0).

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

Tabla 10.22 Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie

Nivel	Descripción del nivel de la variable
1	Datos Insuficientes (DD) o Especies No Evaluadas (NE)
2	Preocupación Menor (LC)
3	Casi Amenazada (NT)
4	Vulnerable (VU)
5	En Peligro (EN) o en Peligro Crítico (CR).

Fuente: Resolución 1372 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones

La variable Nacionalidad (N) realiza la discriminación entre usuarios nacionales y extranjeros para asignar el valor que corresponda. Toma valores de cero (0) para nacionales y uno (1) para extranjeros.

El Tipo de Caza (TC) corresponde a la variable que indica si es caza comercial, de fomento, deportiva o científica con y sin fines comerciales, de control y para desarrollo de estudios ambientales. Según el tipo, toma valores entre 0,1 y 1,2.

Tabla 10.23 Valor de la variable – tipo de caza (TC)

Tipo de caza	Valor
Caza comercial, de fomento y deportiva	1.2
Caza científica con fines comerciales	0.9
Caza científica para estudios ambientales	0.6
Caza de control	0.3
Caza científica no comercial	0.1

Fuente: Resolución 1372 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones

El Grupo Trófico (GT) hace referencia a la posición que una especie ocupa en la red alimenticia (parásito, depredador, parasitoide, etc.), la cual está relacionada con la dieta o tipo de alimento que consume (detritívoro, herbívoro, omnívoro, carroñero, etc.) y considera si este es invertebrado o vertebrado. Toma valores entre 0,08 y 1,0.

Para el caso de los permisos de recolección con fines de investigación científica no comercial y los permisos de estudio con fines de elaboración de estudios ambientales, se utilizará para el Grupo trófico (Gt) un valor de 0,15 para los invertebrados y 0,8 para los vertebrados.

El Coeficiente de Valoración (V) es el factor que categoriza las especies de fauna silvestre teniendo en cuenta el valor intrínseco, la importancia cultural y el valor de mercado. Para caza científica no comercial y para estudios ambientales siempre se toma V=1.

Para calcular el monto total a pagar, se tienen en cuenta los siguientes elementos:

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

Se aplica la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

Ci: Costo de implementación, expresado en pesos. Son los costos mínimos estimados para la implementación de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre, como parte de los costos de recuperación del recurso

TFii: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie í objeto de cobro, expresada en pesos por espécimen o muestra.

Esi: Número de especímenes y/o muestras de la especie i de fauna silvestre objeto de cobro. Se cobrará por el número de especímenes en términos de individuos, según la cantidad cazada o recolectada, o la aprobada en el respectivo permiso o licencia.

n: Total de especies de fauna silvestre objeto de cobro

Según el Decreto 1272 de 2016, el Costo de implementación (Ci) expresado en pesos corresponde a \$26.000, el cual se ajusta anualmente con el índice de Precios al Consumidor I.P.C. (Tabla 10.24), publicado por el Banco de la Republica - BANREP.

Tabla 10.24 Actualización de costos de implementación (Ci) y Tasa mínima (Tm)

Año	IPC (%)	Ci	Tm
2016	-	26.000	9.600
2017	4,09%	27.063	9.993
2018	3,18%	27.924	10.310
2019	3,80%	28.985	10.702
2020	1,61%	29.452	10.875
2021	5,62%	31.107	11.486
2022	5,66%	32.868	12.136
2023	9,28%	35.918	13.262
2024	5,20%	37.785	13.952

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S. 2025 con información del Decreto 1272 de 2016 del MINAMBIENTE

Finalmente, la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie í (TFSi) objeto de cobro, es expresada en pesos por espécimen o muestra; se obtiene de la sumatoria de las tasas calculadas anteriormente para cada especie. Ver Tabla 10.25

Tabla 10.25 Valoración económica alteración a comunidades de fauna terrestre

Grupo Taxonómico	Costo de implementación (Ci)	Tasa caza fauna TFSi total	Monto a Pagar MP
Aves	\$37.785	\$19.608.080	\$19.645.866
Herpetos (reptiles y anfibios)	\$37.785	\$2.417.526	\$2.455.312
Mamíferos	\$37.785	\$508.953	\$546.738
Total			\$22.647.916

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S. 2025 con información del Decreto 1272 de 2016 del MINAMBIENTE

* Ci: costo de implementación, expresado en pesos

***MP: Tarifa mínima base expresada en pesos por espécimen o muestra se calcula teniendo en cuenta los costos de recuperación del recurso fauna silvestre como base para el cálculo de su depreciación, de acuerdo con las pautas y reglas establecidas por el artículo 42 de la Ley 99 de 1993.

Ahora bien, considerando la abundancia de las especies de los grupos faunísticos, se estima un valor total anual para el servicio ecosistémico de aprovisionamiento impacto sobre la fauna equivalente a \$22.647.916 anual.

En Anexos_C10/10_2_ANALISIS B Y C MLA MUTATÁ /EEA, se presenta la memoria con los cálculos.

10.6.5 Alteración a la calidad del suelo

Se refiere al cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de actividades tales como descapote, excavación, compactación, manejo y almacenamiento de materiales, residuos y escombros y movimiento de maquinaria en el proyecto.

Este impacto se valorará económicamente debido a que la medida de manejo que corresponde es de mitigación. La estimación del valor económico se determinará a través del precio de mercado de los nutrientes que deberían aplicarse para la recuperación de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo a través de la siguiente función:

$$\text{Valor económico Variación propiedades del Suelo} = \text{Área afectada (ha)} * \text{Nutriente requerido (kg/ha)} * \text{Valor nutriente bulto 50 kg}$$

Los resultados de la estimación del valor económico se presentan en la Tabla 10.26.

Tabla 10.26 Cuantificación monetaria de la alteración a la calidad del suelo

Área (ha)	Compuesto	Nutriente requerido kg/ha	Valor nutriente bulto 50 kg	Valor kg (2020)	Valor kg (2024)	Valor económico Kg/ha	Valor económico compuesto total
5,84	NPK abono 12-24-12	11.471	\$59.356	\$1.187	\$1.631	\$18.704.426	\$ 109.233.846
	Cal agrícola	284	\$7.300	\$146	\$201	\$56.921	\$ 332.418
	Oxido de magnesio	3.919	\$84.600	\$1.692	\$2.324	\$9.107.182	\$ 53.185.945
	Gallinaza	303.127	\$4.794	\$96	\$132	\$39.920.338	\$ 233.134.773
Valor económico Total		\$ 395.886.982					

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

El valor económico de la alteración de la calidad del suelo es **trescientos noventa y cinco millones ochocientos ochenta y seis mil novecientos ochenta y dos pesos (\$395.886.982)**.

10.6.6 Alteración en la percepción visual del paisaje

El impacto se refiere al cambio en la percepción visual del paisaje como resultado de la alteración en los atributos paisajísticos, afectando la calidad visual del paisaje. Esto debido al cambio en la percepción sobre su entorno como consecuencia de la introducción de nuevos elementos en el medio.

El cambio en la calidad visual del paisaje, afectan el servicio ecosistémico belleza escénica por la remoción de las coberturas vegetales y por el emplazamiento de las obras de la modificación de la licencia del proyecto.

Para la valoración económica del servicio ecosistémico se utilizará la técnica de transferencia de beneficios la cual consiste en hacer uso de estimaciones obtenidas (por cualquier método) en un contexto determinado para estimar valores en otro contexto (ANLA, 2017). Así, la transferencia de beneficios se utiliza para calcular los valores económicos de los servicios de los ecosistemas mediante la transferencia de la información disponible de estudios ya realizados en otro sitio o lugar que presenta ecosistemas equivalentes. Por ejemplo, los valores para la pesca recreativa en un sitio en particular pueden ser estimados mediante la aplicación de las medidas de los valores de la pesca deportiva de un estudio realizado en otro lugar (CEDE, 2010). Los pasos a seguir en la metodología son los siguientes:

- Identificación de estudios y valores a transferir
- Evaluar los valores de los estudios
- Ajustar los valores a transferir
- Estimar el valor total

A su vez existen varias alternativas para aplicar este método. La primera es la transferencia de valores a través de un estudio único o un valor promedio de los estudios seleccionados, este método se conoce como transferencia de valores fijos. La segunda variación de la metodología es llevar a cabo una transferencia de funciones.

En este caso en particular se hará una transferencia de valores únicos la cual contempla los siguientes pasos:

10.6.6.1 Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta

Además de identificar el recurso afectado, que para este caso es la calidad visual del paisaje, principalmente por el emplazamiento de un proyecto lineal asociado a la instalación de infraestructura vial se identificó también la población y el tipo y cuantificación del cambio. El detalle se puede revisar en la Tabla 10.27.

Tabla 10.27 Definición del servicio, población y cambio en el sitio de la política

Definición del bien o servicio del sitio de política	Definición de la población	Definición y cuantificación del cambio
Cambio (negativo) en la calidad visual del paisaje por las obras a realizar en la etapa de construcción, es decir por el emplazamiento de la variante Mutatá cerca de las localidades de El Regalo, El Ortiz y el Área Urbana (La Paz, La Ladilla Nuevo Horizonte, El Obrero). Estas localidades están ubicadas en el departamento de Antioquia. Se desea conocer el	La población está conformada por los habitantes de las localidades del área de influencia. Esta población suma en total 5.091 personas las cuales habitan en 2.000 viviendas aproximadamente. Esta es la población que se considera usuaria directa del servicio ecosistémico asociado con el paisaje y/o belleza escénica. Los resultados de una	Los proyectos de infraestructura viales como es el caso de la Variante Mutatá pueden afectar la calidad ambiental por los impactos que se pueden ocasionar en la etapa de construcción y operación del proyecto sobre los servicios ecosistémicos. Este proyecto de tipo lineal estará conformado por una vía, una glorieta, instalaciones temporales, entre

Definición del bien o servicio del sitio de política	Definición de la población	Definición y cuantificación del cambio
<p>nivel de afectación o molestia, que producirá en las personas de las localidades mencionadas anteriormente, en la calidad visual actual por las obras del proyecto. Por lo tanto, se desea saber cuál es la DAP o DAC por las molestias que su emplazamiento ocasionará en el bienestar de las personas.</p>	<p>DAP o DAC en estas localidades pueden ser variables o heterogéneos en razón de la distancia de los hogares a las zonas donde ocurrirán los cambios visuales por las obras.</p>	<p>otros, los cuales se emplazarán de manera permanente en el territorio. Por esta razón, los cambios en la calidad visual serán notorios especialmente para los habitantes de las veredas de las localidades de El Regalo, El Ortiz y el Área Urbana (La Paz, La Ladilla Nuevo Horizonte, El Obrero). Este impacto se define como el cambio en el bienestar de las personas del área de influencia del proyecto por un cambio en la calidad visual por la instalación de un proyecto de infraestructura de transporte. El cambio esperado en el paisaje es de naturaleza cualitativa y se valora como una externalidad negativa en razón de los impactos sobre este servicio ecosistémico al momento de hacer la remoción de la cobertura vegetal y la instalación de las obras. Por lo anterior, se espera un deterioro de la calidad visual.</p>

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

10.6.6.2 Revisión bibliográfica

El segundo paso consiste en realizar una revisión exhaustiva y extensa de bibliografía que mejor represente la mejor aproximación a la problemática de interés. Para este estudio se revisó información a nivel regional y se encontró que en varios estudios de impacto ambiental aplicaron métodos de preferencias declaradas (principalmente valoración contingente) para medir la afectación del bienestar de las personas por cambios (negativos) en la calidad visual de su territorio. Estos estudios tienen la ventaja que el contexto y la población tienen características similares (en cuanto a ingresos, educación, niveles culturales); sin embargo, en su momento, la autoridad ambiental solicitó hacer ajustes para mejorar la calidad y las bondades de tales estudios, por lo tanto, el uso de esas medidas de valor implicaba asumir los requerimientos solicitados por la autoridad. En vista que no se hallaron estudios, a nivel regional, de carácter académico que garantizará la calidad de los datos y modelos estimados, se inició una búsqueda a nivel nacional consultando, principalmente, los catálogos de las bibliotecas de universidades Nacional, Andes, Javeriana, Manizales, de Antioquia y Distrital, entre otras, para comprobar que en el país la valoración económica se ha enfocado en estimar mejoras en la calidad del paisaje



AUTOPISTAS URABÁ S.A.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN
DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE
MUTATÁ**



asociado con áreas de importancia natural o asociadas a la pérdida de cobertura vegetal y no se encontraron estudios para valorar externalidades negativas por proyectos lineales.

De igual manera, se revisaron las bases de datos científicas que a nivel internacional cuentan con un repositorio de artículos académicos sobre valoración económica. Se consultaron las bases de datos de ECONLIT, EBSCO, SCIENCE DIRECT y ECONPAPERS. En esta búsqueda se hallaron tres investigaciones las cuales abordaron el tema de la valoración económica por externalidades ocasionadas por proyectos lineales (vías, líneas de transmisión, líneas férreas, entre otras). La descripción de estos estudios se presenta en la Tabla 10.28

Tabla 10.28 Revisión de estudios para la transferencia de beneficios

Id	Título	Autores	Año	Fuente bibliográfica	País	Impacto	Método de valoración	Resumen del estudio
E1	Valuing externalities from energy infrastructures through stated preferences: a geographically stratified sampling approach	Giaccaria, S., Frontuto, V. y Dalmazzone, S.	2016	Article in Applied Economics · May 2016. En línea: http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2016.1178850 . Universidad de Turín	Norte de Italia	Daño marginal percibido por los impactos de las líneas eléctricas sobre la salud humana, el paisaje y el medio ambiente.	Valoración contingente	El estudio se lleva a cabo en parte de la Región Piedemonte al noroeste de Italia. El experimento involucró una amplia muestra de hogares que viven próximos a líneas de transmisión de alto voltaje (HVTLs) de toda la red regional. Los hogares entrevistados fueron bien informados y familiarizados con la infraestructura. Se excluyó de la muestra a turistas y personas que no residían en el lugar. El objetivo fue mostrar las externalidades ambientales, en la salud humana y en el paisaje producido por HVTLs. Los corredores incluyen sub áreas entre las cuales los impactos varían de acuerdo al tamaño y forma de las torres, condiciones climáticas, condiciones orográficas y la presencia de vegetación. En vista de la alta variabilidad del territorio cruzado por HVTLs se consideró un ancho de 1200 metros y la máxima distancia de los hogares entrevistados y las líneas de transmisión de 600 metros. Se superpuso el corredor de los 1200 metros alrededor de las HVTLs la cartografía oficial regional y sobre el análisis geográfico existente de la región del Piedemonte proporcionando una zonificación en macro regiones subregionales. La definición del ancho del corredor jugó un papel muy importante el cual varía entre 122 metros y 5 kilómetros. Para definir la muestra consideraron los proyectos lineales asociados a líneas de transmisión de 132, 220 y 380 Kv. Esas líneas de transmisión cruzan municipios con una población total de 2'613.904. El

Id	Título	Autores	Año	Fuente bibliográfica	País	Impacto	Método de valoración	Resumen del estudio
								número de entrevistas fueron asignadas entre los municipios el índice de densidad de las líneas. En el corredor se identificaron 5000 hogares y se entrevistaron a 2000 individuos. Se excluyeron las respuestas protesta relacionada con la negación del escenario hipotético o comportamiento estratégico. Una vez se realizó tal depuración quedaron 1410 de observaciones válidas.
E2	Valuing visual intrusion using stated preference experiment	Alejandro Tudela, Francisco Oyarce and Juan Pablo Briceño	2006	Universidad de Concepción, Chile. Tudela, A., Briceño, J. y Oyarce F. (2006) Estudio de la valoración de la intrusión visual, incorporando el efecto distancia. Actas Décimo Cuarto Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Las Palmas de Gran Canaria. Septiembre.	Gaete neighbourhood, Talcahuano district, Chile	Visual obstruction associated with an infrastructure project	Experimentos de elección	El trabajo apunta a obtener el valor subjetivo asociado a la obstrucción visual por un proyecto de infraestructura (carretera) usando técnicas de preferencias declaradas. En este caso, la obstrucción visual se define como el impedimento para observar el paisaje debido a la instalación de una infraestructura. Se diseñó un experimento de elección para comparar la situación inicial con la nueva situación por la instalación de un paso elevado (vía) en el área. Se usaron fotografías para ayudar a entender a las personas el efecto de la infraestructura sobre el paisaje. En este trabajo se utilizó un enfoque clásico, ya que el objetivo era estudiar la disposición a aceptar compensaciones por la intrusión visual en lugar de comparar diferentes metodologías de diseño SP. La carretera se construye para interconectar dos puertos y requiere la construcción de viaductos de 14 metros de alto el cual cruza parte del Gaete Neighbourhood. Este sitio fue elegido porque la gente ya era consciente de la construcción del paso superior, ya que había un proceso de

Id	Título	Autores	Año	Fuente bibliográfica	País	Impacto	Método de valoración	Resumen del estudio
								consulta llevado a cabo por el Ministerio de Obras Públicas. Se entrevistaron personas de la vecindad. Los atributos considerados en el experimento fueron: el tiempo de la caminata, los costos de los servicios de energía y agua y la obstrucción física. A las personas se les ofreció una reducción en el costo de los servicios públicos como compensación por el impacto ambiental relacionado a la presencia del viaducto. Se usó información visual a través de la modificación de fotografías digitales del área donde se construirá el viaducto. Esas fotografías fueron tomadas a diferentes distancias y ubicación 10, 50 y 100 metros y alturas entre 5, 10 y 14 metros.
E3	Measuring intrusion valuations through stated preferences and hedonic prices	Elloason et al,	2002	Association for European Transport	Suecia	Visual impact on the landscape	Precios Hedónicos	El artículo usa precios hedónicos y preferencias declaradas para obtener las valoraciones de los efectos de la intrusión visual ocasionada por proyectos de infraestructura tales como vías, ferrocarriles en áreas residenciales

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

10.6.6.3 Análisis de correspondencia entre los estudios seleccionados y el sitio de política

El análisis de correspondencia permitirá confrontar los estudios usando criterios de similitud entre el sitio de política y la zona de estudio. Para esto se analizan el escenario de valoración, el bien o servicio, el cambio en el servicio, la localización, la población afectada, el número y la calidad de los sustitutos del bien en cuestión y el mercado construido. Este análisis permite determinar cuál es el estudio más apropiado para hacer la transferencia de beneficios. También permite seleccionar la alternativa o método que mejor se ajusta a la información disponible. Véase la Tabla 10.29.

Tabla 10.29 Correspondencia entre los estudios seleccionados y el sitio de intervención

Criterios de similitud respecto a:	Estudio 1 (E1)	Estudio 2 (E2)	Estudio 3 (E3)
Escenario	Prevé un programa regional para evitar la instalación de líneas de transmisión u ocultar algunas porciones de esta infraestructura en el Piedemonte al noroeste de Italia con el fin de medir las molestias que estas instalaciones causan en el ambiente, en la salud humana y en el paisaje. Cumple	El trabajo apunta a obtener el valor subjetivo asociado a los impactos visuales por un proyecto de infraestructura (carretera) usando técnicas de preferencias declaradas Cumple	El objetivo es obtener preferencias declaradas para valores de los efectos por ruido, barreras visuales y efectos ecológicos ocasionados por la instalación de infraestructura asociada a vías y ferrocarriles en la región de Estocolmo. No cumple
El bien o servicio	Impacto en la calidad visual Cumple	Impacto en la calidad visual Cumple	Efectos externos de vías, ferrocarriles y tráfico No cumple
El cambio	Estimar la afectación sobre el bienestar de las personas por la instalación de líneas de transmisión Cumple	Estimar la afectación del bienestar de los residentes de este territorio por la instalación de una carretera elevada Cumple	obtener valoraciones de los efectos de la intromisión de vías y ferrocarriles en áreas urbanas No cumple
Localización	Piedemonte al noroeste de Italia No cumple	Chile No cumple	Estocolmo, Suecia No cumple
La población afectada	Población residente Cumple	Población residente Cumple	Población residente Cumple
Número y calidad de los sustitutos	Mencionan dos sustitutos cercanos asociados a ferrocarriles y áreas industriales abandonadas Cumple	No se mencionan explícitamente Cumple	No se mencionan explícitamente Cumple
El mercado construido	VC. un programa regional para evitar la instalación de las líneas de transmisión u ocultar algunas porciones de esta infraestructura Cumple	CE. Se plantearon varios escenarios de acuerdo a la distancia del observador a la infraestructura Cumple	HP vs. CE. Se plantearon varios escenarios: en el de precios hedónicos a través de los precios de las viviendas se determinó el valor monetario de las externalidades negativas por el emplazamiento de vías y ferrocarriles Cumple
Valor reportado	DAP 121 euros/hogares/por cada 5 kilómetros de línea retiradas	DAP1. si la distancia a la infraestructura es 10 metros = 3410 pesos chilenos/persona mes	Los valores reportados están asociados solo al tránsito de vehículos y ruido

Criterios de similitud respecto a:	Estudio 1 (E1)	Estudio 2 (E2)	Estudio 3 (E3)
		DAP2. si la distancia a la infraestructura es 50 metros = 1224 pesos chilenos	
		DAP3. si la distancia a la infraestructura es 100 metros = 582 pesos chilenos/persona/mes	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

De acuerdo con la Tabla 10.8, el estudio denominado E1 y E2 son los que mayor similitud guardan con respecto al sitio de política. Sin embargo, en los criterios tales como localización ninguno guarda similitud y el E1 se realizó para líneas de transmisión y E2 para una infraestructura vial. Según este análisis, los métodos que se podrían usar son: transferencias de valor unitario ajustado para los estudios 1 y 2 o transferencia de funciones para cualquiera de los tres estudios, pero en ningún caso se podrá utilizar la transferencia de valor unitario.

Tabla 10.30 Análisis de escenarios para seleccionar el método

Criterios	Escenarios		
	Estudio 1 (E1)	Estudio 2 (E2)	Estudio 3 (E3)
Escenario	Cumple	Cumple	No cumple
El bien o servicio	Cumple	Cumple	No cumple
El cambio	Cumple	Cumple	No cumple
Localización	No cumple	No cumple	No cumple
La población afectada	Cumple	Cumple	Cumple
Número y calidad de los sustitutos	Cumple	Cumple	Cumple
El mercado construido	Cumple	Cumple	Cumple
Valor reportado	Cumple	Cumple	Cumple
Regla general			
Transferencia de valor unitario	No	No	No
Transferencia de valor unitario ajustado	Si	Si	No
Transferencia de funciones	Si	Si	Si

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

En este caso, se llevará a cabo la valoración económica con el método de transferencia de valor unitario ajustado tanto por inflación como por Paridad de Poder de Adquisitivo (PPA).

10.6.6.4 Ajustes por inflación y PPA y agregación

Estos ajustes consisten en ajustar los valores de la Disposición A Pagar (DAP) o A Aceptar (DAA) de los estudios con la variación anual de los precios del consumidor (IPC) para traerlos a valor presente, por lo general, los estudios se realizaron en años anteriores. El ajuste por PPA permite ajustar los valores según la PPA dado que los estudios han sido realizados en diferentes países y que la capacidad de compra de cada país es distinta, para poder comparar el poder adquisitivo de una moneda en dos países distintos se requiere ajustar el valor mediante este factor. La fórmula para encontrar la DAP en PPA se presenta a continuación:

Ecuación 10.1 Fórmula para la DAP (PPA) por IPC e ingresos per cápita

$$DAP (PPA)_{2024} = (DAP \text{ estudio}) * \left(\frac{IPC \text{ país estudio (20 24)}}{IPC \text{ país estudio año estudio}} \right) * \left(\frac{INB \text{ per cápita Col (20)}}{INB \text{ per cápita país en estudio (2019)}} \right) * \left(\frac{1}{Tasa \text{ de cambio, moneda país estudio a dolares (2024)}} \right) * (Tasa \text{ de cambio Col (2024)})$$

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025 con información con información de Patiño A., 2017

Los datos requeridos para aplicar la fórmula anterior se presentan en la Tabla 10.31. Tales datos se actualizaron con la información disponible hasta el año 2022.

Tabla 10.31 Datos requeridos para el ajuste por IPC e INB, per cápita en PPA

Estudio	País	Período del estudio	IPC sitio del estudio 2024	IPC sitio de estudio/año estudio	INB per cápita PPA (2024) país de estudio (US\$)	Tasa de cambio promedio US\$ (2024)
1	Italia	2016	129,9	107,34	34398,2	0,86
2	Chile	2006	178	86,57	14579,4	970
-	Colombia	No aplica	No aplica	No aplica	6873,4	4046

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

Con los datos presentados en la tabla anterior se procede a aplicar la Ecuación 10.1. La Tabla 10.32, contiene la DAP para cada uno de los estudios en PPA para el año 2024.

Tabla 10.32 Valor de la DAP ajustada con IPC e INB en PPA

Estudio	DAP del estudio	IPC estudio (2024) /IPC país estudio año estudio	INB per cápita Col (2024) /INB per cápita país en estudio	1/Tasa de cambio moneda país a dólares (2024)	Tasa de cambio Col 2024	DAP persona/mes PPA 2024 (\$)
E1	2.576	0,826327945	0,199818595	1,162790698	4046	2.000.997
E2. DAP1	3.410	0,486348315	0,471446013	0,001030928	4046	3.261
E2. DAP2	1.224	0,486348315	0,471446013	0,001030928	4046	1.171
E2. DAP3	582	0,486348315	0,471446013	0,001030928	4046	557

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

Los datos presentados en la tabla anterior se utilizaron para hacer la agregación de los beneficios. Ver la Tabla 10.33.

Tabla 10.33 Agregación de beneficios de los estudios seleccionados para la alteración en la percepción visual del paisaje

Impacto	Estudio	DAP media (COP/persona/mes)	Población	Agregación de beneficios (pesos/año)
Alteración en la percepción visual del paisaje	E1	2.000.997	5.091 ²⁰	122.244.913.212
	E2. DAP1	3.261	125 ²¹	4.891.918
	E2. DAP2	1.171	4.066 ²²	57.116.760
	E2. DAP2	557	900 ²³	6.011.464

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

En la tabla anterior, se puede observar que la agregación se llevó a cabo con los datos de los estudios 1 y 2, sin embargo, para calcular la afectación en el bienestar de las personas del área de influencia del proyecto se utiliza los datos del estudio 2. Aunque en ambos estudios consideran la variable distancia a la infraestructura como una de las variables determinantes para calcular la DAP solo en el estudio 2 diferencian la DAP de acuerdo con la distancia entre el observador y la obra.

Este factor geográfico se tuvo en cuenta para hacer la transferencia de beneficios teniendo en cuenta que la DAP disminuye en la medida que las personas afectadas se encuentran más lejos de la infraestructura. Para esto se hizo un análisis espacial con el cual se determinó la distancia de los barrios y el área urbana a la variante Mutatá y de acuerdo con esto, se aplicó uno de los tres

²⁰ Población total del área de influencia del medio socioeconómico.

²¹ Población del barrio El Ortiz ubicado a 10,4 metros de la variante Mutatá.

²² Población del área urbana (conformada por los barrios La Paz, La Ladilla Nuevo Horizonte, El Obrero) ubicada a 43 metros aproximadamente de la obra

²³ Población del barrio El Regalo ubicado a 70 metros de la variante.



Figura 10.4 Distancia de las viviendas a la Variante Mutatá

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

De acuerdo con la información de la tabla y la figura anterior, las viviendas de Barrio El Ortiz, son las más cercanas a obras, por lo tanto, se aplicó la disposición a pagar más alta del estudio de referencia correspondiente a la DAP1. Las viviendas de los barrios del Área Urbana se encuentran en el segundo lugar en cuanto a la distancia de las obras se refiere, en este caso, se aplicó la disposición a pagar media DAP2. Y para las viviendas del barrio El Regalo, las cuales se encuentran a una distancia mayor de las obras de la modificación, se usó para la transferencia de beneficios la menor disposición a pagar reportada en el estudio, DAP3.

En la Tabla 10.35, se presenta la valoración para el impacto alteración en la percepción visual del paisaje.

Tabla 10.35 Valoración económica para el impacto alteración en la percepción visual del paisaje

Impacto	Estudio	Agregación de beneficios (pesos/año)
Alteración en la percepción visual del paisaje	E2	68.020.142

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

De acuerdo con la información contenida en la tabla anterior, la estimación monetaria por la afectación de la belleza escénica asociado al emplazamiento del proyecto es igual a \$68.020.142. Este valor corresponde a la suma de la transferencia de beneficios realizada con los valores del estudio 2. En el Anexo_C10/10_2_ANALISIS B Y C MLA MUTATÁ/EEA, se presenta la memoria con los cálculos y en Anexo Anexo_C10/10_5_Referencias/Tudela Oyarce Briceño (2006), se presenta el estudio seleccionado para la valoración económica del impacto.

10.6.7 Alteración de las actividades económicas (positivo)

Por lo general, el desarrollo de este tipo de proyectos tiene un impacto positivo en la dinámica económica local, que se verá reflejado en el incremento de la oferta demanda de bienes y servicios (transporte, hoteles, alimentación, ferretería, arrendamientos, servicios públicos e impuestos) y en el establecimiento de mercados diferentes a las actividades tradicionales que desarrollan en el área, lo que se constituye como una externalidad positiva. Adicionalmente, el proyecto genera ingresos a las familias por cuenta de la generación de empleo. Con el fin de cuantificar tanto la dinamización de la economía local y la generación de empleo se presenta a continuación el método y la información del caso.

10.6.7.1 Incremento de la oferta de bienes y servicios

Para la cuantificación monetaria del impacto, se usó la metodología Matriz Insumo Producto-MIP, con información departamental, para estimar los beneficios por encadenamientos productivos. Esta metodología permite establecer los vínculos entre la inversión que realiza un proyecto en la zona de estudio y el impacto de esa inversión en los diferentes sectores de la economía del territorio. Para lo cual se desarrollaron los siguientes pasos:

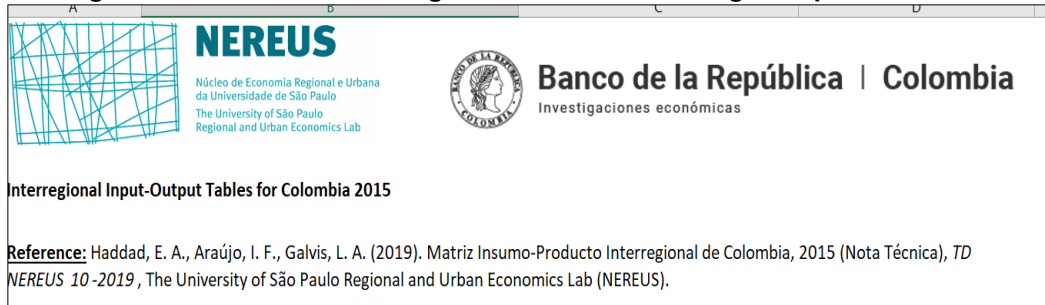
- Identificación de la Matriz Insumo Producto-MIP
- Información biofísica y montos de inversión
- Exclusión de rubros de mano de obra e impuestos entro de la matriz
- Estimación de los multiplicadores
- Interpretación de resultados

10.6.7.1.1 Identificación Matriz Insumo Producto- MIP

De acuerdo con la ANLA (2022), 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. La matriz insumo-producto presenta en forma resumida las relaciones entre oferta y demanda intersectoriales, lo que permite identificar los sectores que tienen mayor peso en la economía, o cómo afectan los cambios de un sector a la oferta y la demanda de los demás sectores o a la economía en su conjunto (Hernández, 2011).

Siguiendo las recomendaciones de la ANLA (2022)²⁴, se tomó, para este ejercicio, la MIP Departamental del Banco de la República cuya referencia específica se relaciona en la Figura 10.5.

Figura 10.5 Referencia bibliográfica de la MIP interregional para Colombia



Fuente: Banco de la República, 2019. En línea: <http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=matriz-insumo-producto-interregional-de-colombia-2015-nota-tecnica>

La información proporcionada en dicha matriz es útil porque tiene en cuenta las particularidades de la estructura de producción regional, la cual difiere ampliamente de una región a otra debido a 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 (ANLA, 2022).

De la MIP referenciada, se tomó la información para el departamento de Antioquia, en el cual está localizado el proyecto. Con esta información, se procedió a hacer los cálculos respectivos para encontrar los multiplicadores de cada uno de los sectores de la economía departamental. Ver Anexos_C10 /10_4_Alteración_Actividad_Econom/ANTIOQUIA.

10.6.7.1.2 Información biofísica y montos de inversión

La inversión del proyecto se verá reflejada en la compra de insumos locales y, en el incremento en la demanda de bienes y servicios en el área. Para este proyecto, la demanda de bienes y servicios se concentraría en transporte, hospedaje, alimentación, ferretería, arrendamientos, servicios públicos. Estos serían los encadenamientos productivos que se lograrían a partir de la existencia del proyecto.

Con respecto al monto de la inversión del proyecto, asciende a \$18.809.230.666,51²⁵. Sin embargo, no toda se va a realizar en el área de influencia del proyecto, por tanto, se supondrá que solo el 20% será invertido en los siguientes rubros:

Tabla 10.36 Encadenamientos productivos que lograría el proyecto y sus montos de inversión

Encadenamiento	Monto de la inversión (\$)
Transporte	3.761.846.133,30

²⁴ En el taller realizado el 1 de diciembre de 2022 denominado Encadenamientos productivos en el licenciamiento ambiental.

²⁵ Dato tomado del Capítulo 3. Descripción del proyecto

Encadenamiento	Monto de la inversión (\$)
Hospedaje	
Alimentación	
Arrendamientos	
Otros	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

Según la información contenida en la tabla anterior, la inversión del proyecto estará desagregada, principalmente, en transporte, alimentación, hospedaje y arrendamientos y, por lo tanto, el análisis se centró en los multiplicadores que mejor denotaron estos. El cálculo del beneficio se desarrolló operando los multiplicadores por los montos de inversión que comprendan el total de la inversión.

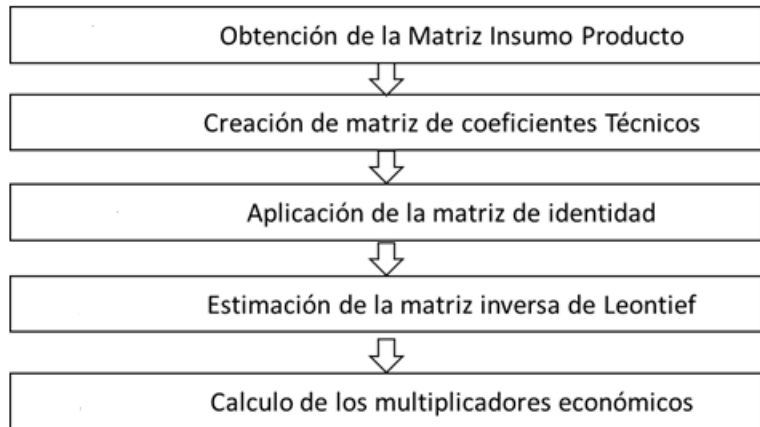
10.6.7.1.3 Exclusión de rubros de mano de obra e impuestos entro de la matriz

De la MIP para el departamento de Antioquia, se excluyeron los rubros de mano de obra e impuestos que estaban presentes dentro de la matriz. Ver [Anexos_C10/10_4_Alteración_Actividad_Econom/ANTIOQUIA](#).

10.6.7.1.4 Estimación de los multiplicadores

Para estimar los multiplicadores de cada uno de los sectores o encadenamientos productivos se siguieron los cálculos listados en la Figura 10.6.

Figura 10.6 Cálculos requeridos para la estimación de multiplicadores



Fuente: ANLA, 2022

Cada uno de los resultados de los cálculos se puede consultar en [Anexos_C10/10_4_Alteración_Actividad_Econom/ANTIOQUIA](#).

Después de llevar a cabo cada uno de los cálculos, se obtuvieron los multiplicadores para cada uno de los encadenamientos productivos para el departamento de Antioquia. Ver Tabla 10.37

Tabla 10.37 Multiplicadores para los encadenamientos productivos del departamento de Antioquia

Sector	Encadenamientos de los sectores	Encadenamientos hacia atrás
		Total
1	Agricultura y actividades de servicios conexas	1,17
2	Cultivo permanente de café	1,19
3	Ganadería, caza y actividades de servicios conexas	1,31
4	Silvicultura y extracción de madera	1,16
5	Pesca y acuicultura	1,21
6	Extracción de carbón de piedra y lignito	1,21
7	Extracción de petróleo crudo y gas natural y actividades de apoyo para actividades de explotación	1,35
8	Extracción de minerales metalíferos	1,26
9	Extracción de otras minas y canteras	1,33
10	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de bovinos, bufalinos, porcinos y otras carnes n.c.p.; procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de aves de corral y procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	1,42
11	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal	1,23
12	Elaboración de productos lácteos	1,42
13	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón; elaboración de productos de panadería; elaboración de macarrones, fideos, alcuizuz, y productos farináceos similares y elaboración de alimentos preparados para animales	1,41
14	Elaboración de productos de café	1,38
15	Elaboración de azúcar y elaboración de panela	1,00
16	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	1,42
17	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos; elaboración de otros productos alimenticios (platos preparados y conservados mediante enlatado o congelado, elaboración de sopas y caldos en estado sólidos, polvo o instantáneas entre otros)	1,34
18	Elaboración de bebidas (incluido el hielo) y elaboración de productos de tabaco	1,34
19	Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles, Confección de prendas de vestir	1,41
20	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles	1,44
21	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería	1,43
22	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y de cartón; actividades de impresión; producción de copias a partir de grabaciones originales (Copia a partir de un original en CD, DVD, Bluray)	1,51
23	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividades de mezcla de combustibles	1,32
24	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	1,39
25	Fabricación de productos de caucho y de plástico	1,47
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1,39
27	Fabricación de productos metalúrgicos básicos; fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	1,40

Sector	Encadenamientos de los sectores	Encadenamientos hacia atrás
		Total
28	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico; fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	1,30
29	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.; instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	1,25
30	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques; fabricación de otros tipos de equipo de transporte	1,36
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres	1,39
32	Otras industrias manufactureras	1,20
33	Generación de energía eléctrica; transmisión de energía eléctrica y distribución y comercialización de energía eléctrica	1,84
34	Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías; suministro de vapor y aire acondicionado	1,48
35	Captación, tratamiento y distribución de agua	1,50
36	Evacuación y tratamiento de aguas residuales; Recuperación de materiales (reciclaje)	1,47
37	Construcción	1,50
38	Comercio al por mayor y en comisión o por contrata; comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles); comercio de vehículos automotores y motocicletas, sus partes, piezas y accesorios	1,39
39	Mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	1,29
40	Transporte terrestre y transporte por tuberías	1,35
41	Transporte acuático	1,58
42	Transporte aéreo	1,41
43	Almacenamiento y actividades complementarias al transporte	1,42
44	Actividades de correo y de servicios de mensajería	1,49
45	Alojamiento y servicios de comida	1,37
46	Información y comunicaciones	1,49
47	Actividades financieras y de seguros	1,45
48	Actividades inmobiliarias	1,12
49	Actividades profesionales, científicas y técnicas; Actividades de servicios administrativos y de apoyo	1,29
50	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	1,46
51	Educación	1,29
52	Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales	1,51
53	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	1,38
54	Actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores	1,00

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

De los resultados presentados en la tabla anterior, se seleccionaron los multiplicadores para los encadenamientos productivos que impactaría directamente el proyecto y se calculó el multiplicador promedio. Ver Tabla 10.38.

Tabla 10.38 Multiplicadores para los encadenamientos productivos que impactaría el proyecto

Encadenamientos de los sectores	Encadenamientos hacia atrás
	Total
38	1,39
40	1,35
45	1,37
Promedio	1,37

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

Este resultado significa que por cada peso que se invierte, 0,37 pesos es el encadenamiento o adicionalidad que se va a generar por los distintos sectores.

10.6.7.1.5 Interpretación de resultados

Usando el multiplicador promedio hallado en el numeral anterior, se obtuvo el beneficio del proyecto en la economía local del área de influencia, multiplicando el factor por la inversión del proyecto. ver Tabla 10.39.

Tabla 10.39 Beneficio del proyecto por el cambio en la dinámica económica local

Departamento	Tipo de encadenamiento	Multiplicador* (promedio) a	FACTOR b= a - 1	Costo del proyecto (pesos) c	FACTOR d = b * c	Beneficio anual
Antioquia	Encadenamiento hacia atrás	1,37	0,37	\$3.761.846.133,30	\$1.388.724.021,08	\$694.362.010,54

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

El beneficio anual, se calculó dividiendo este valor en cuatro años correspondientes a la duración de las obras de la modificación de la licencia del proyecto. el beneficio anual asciende a \$694.362.010,54.

En Anexos_C10/10_4 Alteración_Actividad_Econom/ANTIOQUIA./ANTIOQUIA, se presenta la memoria con los cálculos.

10.6.7.2 Generación de empleo

Las obras de la modificación de la licencia ambiental aumentarán la vinculación de personal y, por ende, la generación de empleos formales caracterizados por los salarios fijos, cumplimiento de horarios y pago de prestaciones sociales. Dado lo anterior, el valor económico del impacto se estimará por medio de precios del mercado a través del valor de un jornal para las actividades agropecuarias y el valor del jornal para la etapa de construcción, con estos valores se estima el diferencial entre los jornales y se procede a estimar el valor mensual y anual. Para la etapa de construcción se estima realizar la contratación de mano de obra aproximadamente ciento quince personas de mano de obra no calificada. Ver Tabla 10.40

Tabla 10.40 Contratación de mano de obra en el proyecto vial Variante Mutatá

Mano de obra y cantidad/	Cantidad
Ayudante Raso	115
Oficial Obra Negra	



AUTOPISTAS URABÁ S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN
DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO VIAL VARIANTE
MUTATÁ



ALTERNATIVA AMBIENTAL S.A.S.

Mano de obra y cantidad/	Cantidad
Ayudante entendido	
Cuadrilla (1 Of + 1 Ay Obra Negra)	
Cuadrilla (1 Of + 3 Ay Rasos)	
Cuadrilla (1 Oficial + 1 Ayudante Entendido)	
Cuadrilla Concretos 1	
Cuadrilla Concretos 2	
Oficial Demoliciones	
Cuadrilla Demoliciones	
Cuadrilla Fontanería	
Oficial Impermeabilizaciones	
Cuadrilla Impermeabilizaciones	
Cuadrilla Instalaciones	
Oficial Movimiento Tierra	
Cuadrilla Movimiento Tierra	
Cuadrilla Pilas	
Oficial Pintura	
Cuadrilla Pinturas	
Oficial Refuerzo	
Cuadrilla Refuerzo	
Cuadrilla Retiros	
Oficial Urbanismo	
Cuadrilla Urbanismo	
Topógrafo	
Cadenero 1	
Cadenero 2	
Ayudante Raso (2)	
Ayudante acarreo interno	
Cuadrilla de Instalaciones Hidrosanitarias	
Encargado	
Rastrillero	
Ligador	
Cuadrilla Asfáltica	
Oficial Obra Blanca	
Cuadrilla 1Of Obra Blanca + 1 Ay Entendido	
Cuadrilla Excavación Pilas	
Soldador (Incluye equipo y ayudante)	
Arriero	
Cuadrilla Riego de Materiales	
Cuadrilla Remoción de Cercas 4 Ayudantes	
Cuadrilla 1Of Obra Blanca+ 3 Ay Entendido	
Oficial Obra Negra (2)	
Ayudante Raso (4)	
Operario Especializado	
Cuadrilla Estructura Metálica: 1 Of + 2 Ay	
Ayudante Raso (8)	
Encargado Eléctrico	

Mano de obra y cantidad/	Cantidad
Oficial Eléctrico	
Ayudante Eléctrico	
Jardinero	
Ayudante Raso (3)	
Mano de obra cubierta termoacústica. Incluye viáticos	
Mano de obra cubierta en policarbonato. Incluye viáticos	
Ayudante Estructura Metálica	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

Para efectos de calcular la contribución del proyecto por la generación de empleo, se tuvo en cuenta los empleos de mano de obra no calificada y se compararon los salarios pagados por la empresa versus los jornales pagados en la zona del proyecto por el desarrollo de otras actividades económicas agrícolas o pecuarias. En la zona de estudio, las actividades agrícolas o pecuarias se pagan en jornales y, actualmente, un jornal en asciende a \$41.206,26 día. Al mes se requieren 16 jornales para el desarrollo de las actividades en el campo, si llevamos este valor a un mes, el valor asciende a \$659.300.

Comparando los salarios que pagaría la concesionaria y los jornales de la zona de estudio hay un diferencial o excedente el cual se constituye en la externalidad positiva del proyecto que asciende \$884.165.779 anuales. Ver Tabla 10.41.

Tabla 10.41 Excedentes del proyecto por la generación de empleo

Tipo de mano de obra	Cantidad	Salario mensual con proyecto (\$)	Salario mensual sin proyecto (\$)	Excedente mensual (\$)	Excedente anual (\$)
MONC	115	149.500.000	75.819.518	73.680.482	884.165.779
Total					884.165.779

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

10.6.8 Cambio en el valor de la tierra (positivo)

El impacto cambio en el valor de la tierra se considera de naturaleza positiva y se refiere al aumento en el precio o valor de los terrenos debido a factores como el desarrollo de infraestructura, la mejora en la accesibilidad, o el cambio en el uso del suelo en una determinada área. Este aumento puede ser impulsado por proyectos de urbanización, construcción de vías de comunicación, o la proximidad a nuevas actividades económicas o servicios.

Para la valoración económica del impacto se tomará como referencia la variación porcentual (positiva) en los precios de la tierra por la construcción del proyecto Ruta del Sol, sector 2²⁶. En dicho proyecto se llevó a cabo una investigación para determinar la variación de los precios de la tierra de los predios afectados por el proyecto. *“Para lograr la verificación de los valores del suelo en la zona de afectación del proyecto vial Ruta del Sol Sector 2, se obtuvieron los estudios de zonas homogéneas económicas elaborados por las lonjas de propiedad raíz contratadas por la*

²⁶MONTAGUT & PATIÑO, 2015. El Impacto de los Proyectos de infraestructura vial en los aspectos socioeconómicos y los cambios en los valores del terreno en una zona en del Departamento del Cesar. Trabajo de grado para optar por el título de especialista en gestión territorial y avalúos. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ingeniería Especialización en Gestión Territorial y avalúos. Bogotá.

concesionaria para tal fin, estos estudios se realizaron en dos momentos, uno en el año (2011) época en la que se inició la ejecución del proyecto y para lo cual se hizo necesario tener los valores de referencia de los terrenos a adquirir y la otra en el 2014 durante la ejecución de las obras. El estudio se realizó para los tramos 5, 6 y 7, comprendido entre los municipios de Aguachica y Curumaní en el departamento del Cesar, en una distancia aproximada de 125 kilómetros, realizando la zonificación de acuerdo con las características físicas de la zona de la vía y a la investigación de mercado inmobiliario y de encuestas realizadas a expertos evaluadores y/o residentes en la zona²⁷.

El estudio dividió el proyecto en zonas homogéneas de acuerdo con variables físicas y otras como: normatividad, predio representativo por área, distancia a centros poblados, de consumo o acopio, red de servicios. Los resultados muestran que los precios de la hectárea de la tierra tuvieron variaciones positivas y negativas dependiendo de las características de la zona homogénea. En siete zonas homogéneas la variación del precio de la tierra fue negativo, en nueve la variación fue positiva y tres no hubo variación. Véase la Tabla 10.42.

Tabla 10.42 Variación de los precios intervenidos con la construcción del proyecto Ruta del Sol

Zona económica	Valor ha de los Predios por Zona Económica año 2011 (antes construcción)	Valor ha de los Predios por Zona Económica año 2014 (durante construcción)	Diferencial entre el precio de 2011 y el 2014	Porcentaje de variación	Tipo de variación
11	28.850.000	17.000.000	-11.850.000	-41%	Negativa
12	15.200.000	15.000.000	-200.000	-1%	Negativa
15	15.200.000	15.000.000	-200.000	-1%	Negativa
15	9.250.000	15.000.000	5.750.000	62%	Positiva
13	14.000.000	14.000.000	0	0%	Sin variación
16	11.400.000	13.000.000	1.600.000	14%	Positiva
13	14.000.000	13.000.001	-999.999	-7%	Negativa
14	12.000.000	100.000.000	88.000.000	733%	Positiva
17	8.750.000	40.000	-8.710.000	-100%	Negativa
18	9.920.000	12.000.000	2.080.000	21%	Positiva
20	9.920.000	9.000.000	-920.000	-9%	Negativa
20	6.250.000	8.000.000	1.750.000	28%	Positiva
19	15.000.000	15.000.000	0	0%	Sin variación
23	9.920.000	15.000.000	5.080.000	51%	Positiva
23	6.250.000	10.000.000	3.750.000	60%	Positiva
21	14.250.000	14.000.000	-250.000	-2%	Negativa

²⁷ Ibid., pág. 66

Zona económica	Valor ha de los Predios por Zona Económica año 2011 (antes construcción)	Valor ha de los Predios por Zona Económica año 2014 (durante construcción)	Diferencial entre el precio de 2011 y el 2014	Porcentaje de variación	Tipo de variación
22	15.000.000	15.000.000	0	0%	Sin variación
24	10.750.000	17.000.000	6.250.000	58%	Positiva
24	8.000.000	17.000.000	9.000.000	113%	Positiva

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025,

En las zonas homogéneas en las que el precio de la tierra disminuyó, la variación fue igual a 23%, y en las zonas homogéneas en las que el precio de una hectárea de tierra aumentó, la variación fue igual a 127%²⁸. Las variaciones ocurrieron a causa de la ejecución de las obras.

Para efectos de la valoración económica se va a tomar, del estudio referenciado anteriormente, la variación porcentual positiva igual al 127% teniendo en cuenta que ambos proyectos tienen la misma naturaleza y efectos similares. Este valor se multiplicará por el precio promedio de la tierra en la zona de estudio.

Este valor se multiplicará por el valor de los predios a intervenir y el resultado se tomará como la estimación monetaria del impacto. En la Tabla 10.43, se presentan los predios a intervenir con las obras del proyecto, el valor del predio teniendo en cuenta el precio de una hectárea de tierra promedio para Antioquia actualizado al 2024. De acuerdo con la información contenida en la tabla, la variación en el precio de los predios a intervenir con las obras de la Variante Mutatá es igual a \$26.259.373,8.

²⁸ Este valor es el resultado de promediar las variaciones positivas reportadas en el estudio.

Tabla 10.43 Variación del precio de los predios a intervenir con las obras de la Variante Mutatá

Predio	Cédula catastral	Propietario	Área	Valor promedio de 1 ha de tierra en Antioquia (2020)	Valor promedio de 1 ha de tierra en Antioquia actualizado con el IPC al 2024	Precio de los predios a intervenir sin proyecto (\$)	Variación porcentual de los precios de los predios (%)	Incremento de los precios de los predios con proyecto (\$)
CAM2-UF4-CMU-292	4802001000000300034	Luis Eduardo Sierra Aguilar	0,99	3.162.277,7	4.195.296,9	4.153.343,9	127%	5.262.506,1
CAM2-UF4-CMU-294	4802001000000300016	Rosalba Palacio Flórez	1,29	3.162.277,7	4.195.296,9	5.411.933,0	127%	6.857.204,9
CAM2-UF4-CMU-299	4802001000000300018	Oscar Jaime Molina Mesa	2,66	3.162.277,7	4.195.296,9	11.159.489,7	127%	14.139.662,8
Total								26.259.373,8

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.7 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO (ACB)

Con base en los resultados obtenidos en la valoración económica de los impactos, se analizaron los resultados para determinar el análisis costo beneficio (ACB), el cual permite determinar en un período de análisis de dos años, los flujos anuales de los costos y de los beneficios, la estimación del valor presente neto (VPN) corresponde a \$1.480.012.953 y bajo la aplicación de la Tasa Social de Descuento (TSD) del 12 %, se establece el indicador beneficio costo de la modificación de la licencia ambiental del proyecto que corresponde a 2,22. Ver las Tabla 10.44 y Tabla 10.45.

Tabla 10.44 Flujo económico de la valoración económica para la modificación de la Variante Mutatá

Costos			VPN
Impacto	Año 1	Año 2	
Alteración a comunidades de flora y alteración de la geofoma del terreno	\$ 73.471.468	\$ 73.471.468	\$ 124.170.530
Alteración en el uso socioeconómico del suelo	\$ 172.900.403	\$ 172.900.403	\$ 292.210.503
Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	\$ 8.942.053	\$ 8.942.053	\$ 15.112.525
Alteración a la calidad del suelo	\$ 395.886.982	\$ 395.886.982	\$ 669.069.198
Alteración en la percepción visual del paisaje	\$ 68.020.142	\$ 68.020.142	\$ 114.957.511
Alteración a comunidades de fauna terrestre	\$ 22.647.916	\$ 22.647.916	\$ 38.276.133
Costos	\$ 741.868.964	\$ 741.868.964	
VPN Costos	\$ 1.253.796.399		
Beneficios			VPN
Impacto	Año 1	Año 2	
Alteración de las actividades económicas (incremento de bienes y servicios)	\$694.362.011	\$694.362.011	\$1.173.507.224
Alteración de las actividades económicas (generación de empleo)	\$884.165.779	\$884.165.779	\$1.494.285.277
Cambio en el valor de la tierra	\$26.259.374	-	\$23.445.869
Beneficios	\$1.604.787.164	\$1.578.527.790	
VPN Beneficios	\$ 2.691.238.371		

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 10.45 Análisis costo beneficio de la modificación de la licencia ambiental Variante Mutatá

ACB	
VPN Costos	\$ 1.253.796.399
VPN Beneficios	\$2.691.238.371
VPN Proyecto	\$ 1.437.441.972
RBC	2,15

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.8 OBTENCIÓN DE LOS PRINCIPALES CRITERIOS DE DECISIÓN

Teniendo en cuenta los valores presentados en la Tabla 10.44 y Tabla 10.45, los resultados obtenidos en el ACB, tanto el VPN y la RCB arrojan valores favorables para la modificación de la licencia del proyecto. El VPN del proyecto tiene un valor de \$1.437.441.972, teniendo en cuenta que es un valor mayor a cero, indica que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos. Por lo tanto, este se acepta y se dice que genera ganancias de bienestar social. De igual forma, el indicador costo-beneficio arroja un valor de 2,15 indicando nuevamente que el proyecto genera ganancias en bienestar social.

10.9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Como parte de la evaluación económica ambiental, se llevó a cabo el análisis de sensibilidad, el cual se realizó con variaciones en la Tasa Social de Descuento (TSD), para obtener los diferentes VPN del proyecto. Los resultados indican que el VPN continúa siendo positivo, es decir, los beneficios del proyecto son mayores que sus costos; por lo tanto, se considera que, desde el punto de vista social, la viabilidad ambiental del proyecto genera ganancias en bienestar social.

Finalmente, los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en la Tabla 10.46.

Tabla 10.46 Análisis de sensibilidad

TSD	VPN Costos	VPN Beneficios	VPN MLA	RBC
5,0%	\$ 1.379.438.889,53	\$ 2.960.139.965,07	\$ 1.580.701.076	2,15
8,5%	\$ 1.313.934.710,39	\$ 2.819.955.286,55	\$ 1.506.020.576	2,15
10%	\$ 1.287.541.176,77	\$ 2.763.465.842,70	\$ 1.475.924.666	2,15
12%	\$ 1.253.796.399,21	\$ 2.691.238.371,28	\$ 1.437.441.972	2,15

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

10.10 FLUJO GLOBAL DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el proyecto Construcción de la Variante Mutatá (Uf4) para el Proyecto Autopista al Mar 2 cuenta con licencia ambiental otorgada mediante el acto administrativo Resolución 01752 del 4 de septiembre de 2019 y que para dicho trámite se presentó la evaluación económica del proyecto y la respuesta de requerimientos, se presentará a continuación, el flujo económico global del proyecto el cual incluye la información de la licencia de 2019 y la información para la modificación de la licencia ambiental para la Variante Mutatá 2025. No sin antes actualizar los valores presentados en la atención de requerimientos de la licencia ambiental de 2019. En la Tabla 10.47, se presenta el flujo global del proyecto.

Tabla 10.47 Flujo global del proyecto

Trámite	Costos			VPN
	Impacto	Año 1	Año 2	
MLA Variante Mutatá	Alteración a comunidades de flora y alteración de la geofoma del terreno	\$ 73.471.468	\$ 73.471.468	\$ 124.170.530
MLA Variante Mutatá	Alteración en el uso socioeconómico del suelo	\$ 172.900.403	\$ 172.900.403	\$ 292.210.503

MLA Variante Mutatá	Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	\$ 8.942.053	\$ 8.942.053	\$ 15.112.525
MLA Variante Mutatá	Alteración a la calidad del suelo	\$ 395.886.982	\$ 395.886.982	\$ 669.069.198
MLA Variante Mutatá	Alteración en la percepción visual del paisaje	\$ 68.020.142	\$ 68.020.142	\$ 114.957.511
MLA Variante Mutatá	Alteración a comunidades de fauna terrestre	\$ 22.647.916	\$ 22.647.916	\$ 38.276.133
LIC. 01752-2019	Fragmentación estructural del paisaje / Modificación o pérdida de hábitats para la fauna silvestre	\$ 53.267.663	-	\$ 34.626.105
LIC. 01752-2019	Pérdida de coberturas de la tierra / Variación de la morfología por cortes y rellenos antrópicos	\$ 555.778.550	\$ 404.631.600	\$ 683.848.048
LIC. 01752-2019	Afectación a las unidades sociales residentes	\$ 1.418.266.145	-	\$ 921.929.534
LIC. 01752-2019	Alteración de las propiedades Físicoquímicas y Biológicas del Suelo	\$ 730.763.984	\$ 532.028.808	\$ 899.155.830
	Costos	\$ 3.499.945.306	\$ 1.678.529.371	-
	VPN Costos	\$ 4.463.064.505		
	Beneficios			VPN
	Impacto	Año 1	Año 2	
MLA Variante Mutatá	Alteración de las actividades económicas (incremento de bienes y servicios)	\$ 694.362.011	\$ 694.362.011	\$ 1.173.507.224
MLA Variante Mutatá	Alteración de las actividades económicas (generación de empleo)	\$ 884.165.779	\$ 884.165.779	\$ 1.494.285.277
MLA Variante Mutatá	Cambio en el valor de la tierra	\$ 26.259.374	-	\$ 23.445.869
LIC. 01752-2019	Cambio en la dinámica de empleo	\$ 2.410.566.443	\$ 1.755.000.000	\$ 2.966.039.541
	Beneficios	\$ 4.015.353.607	\$ 3.333.527.790	
	VPN Beneficios	\$ 6.242.605.093		

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

En Tabla 10.48, se presentan los resultados del VPN y de la RBC para el proyecto, teniendo los resultados de los indicadores, el proyecto sigue siendo social y ambientalmente viable y genera bienestar a la sociedad.

Tabla 10.48 ACB global del proyecto

Ítem	Valor
VPN Costos	\$ 4.463.064.505
VPN Beneficios	\$ 6.242.605.093
VPN del proyecto	\$ 1.779.540.589



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA
MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL
PROYECTO VIAL VARIANTE MUTATÁ**



Ítem	Valor
RBC	1,40

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

Adicionalmente, y de acuerdo con el análisis de sensibilidad, el proyecto es poco sensible a los cambios o variaciones de la Tasa Social de Descuento, lo cual se puede comprobar en la información de la Tabla 10.49, ante variaciones en dicha tasa el proyecto sigue presentando viabilidad social y ambiental.

Tabla 10.49 Análisis de sensibilidad global

TSD	VPN Costos	VPN Beneficios	VPN global del proyecto	RBC global del proyecto
5,0%	\$ 4.855.756.864,58	\$ 6.847.754.264,63	\$ 1.991.997.400	1,41
8,5%	\$ 4.651.591.691,41	\$ 6.532.469.538,94	\$ 1.880.877.848	1,40
10%	\$ 4.568.982.816,96	\$ 6.405.303.105,03	\$ 1.836.320.288	1,40
12%	\$ 4.463.064.504,66	\$ 6.242.605.093,44	\$ 1.779.540.589	1,40

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025

En el anexo A-CAP 10 /10_3_ FLUJO GLOBAL DEL PROYECTO, se puede consultar la memoria con los cálculos presentados anteriormente.



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA
MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL
PROYECTO VIAL VARIANTE MUTATÁ**



BIBLIOGRAFÍA

- ANLA, M. &. (2017). *Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades*. Bogota, DC.
- Pearce, D. &. (1990). Economics of natural resources and the environment. *Creative Education*, Vol.2 No.4, October 18.