
TABLA DE CONTENIDO

8	EVALUACIÓN AMBIENTAL	3
8.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....	3
8.3.1	Identificación de impactos ambientales significativos	4
8.3.2	Jerarquización de los impactos ambientales.....	6
8.3.3	Cuantificación de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos .	9
8.3.4	Análisis de internalización	12
8.3.5	Valoración económica de impactos	13
8.3.6	Análisis costo – beneficio	22
8.3.7	Cálculo de criterios de decisión	23
8.3.8	Análisis de sensibilidad.....	23

LISTA DE TABLAS

Tabla 8.1 Trazabilidad evaluación económica ambiental	3
Tabla 8.2 Identificación de impactos significativos	5
Tabla 8.3 Cuantificación de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos...	10
Tabla 8.4 Resumen análisis de internalización	12
Tabla 8.5 Volumen de agua y tasa por uso	15
Tabla 8.6 Valoración SE regulación hídrica	15
Tabla 8.7 Flujo de nutrientes medio anual en las fracciones de la hojarasca fina por cobertura.....	17
Tabla 8.8 Valor comercial de los nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca	17
Tabla 8.9 Valoración económica del impacto a la afectación de nutrientes.....	18
Tabla 8.10 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover	20
Tabla 8.11 Estimativo de empleos a generar por el proyecto.....	21
Tabla 8.12 Diferencial salarial.....	22
Tabla 8.13 Valor económico de la dinamización temporal de la economía local	22
Tabla 8.14 Resumen análisis costo – beneficio	23
Tabla 8.15 Sensibilidad de los indicadores	23

8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para la elaboración de la evaluación económica ambiental del proyecto UPME-STR-02-2019 se siguieron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA de Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica (TdR – 17) y los lineamientos planteados en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales ANLA 2018. En la Tabla 8.1 se desglosan los respectivos numerales con el objetivo de facilitar la trazabilidad de los documentos.

Tabla 8.1 Trazabilidad evaluación económica ambiental

Documento	TdR - 17	Metodología de Estudios Ambientales ANLA 2018
8. Evaluación ambiental	8. Evaluación ambiental	7. Evaluación ambiental
8.3. Evaluación económica ambiental	8.3. Evaluación económica ambiental	7.3. Evaluación económica en el proceso de licenciamiento ambiental

Fuente: Integral S.A., 2020

8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El concepto de valor, entendido como la importancia que le otorgan las personas a los bienes y/o servicios que adquieren, es de interés para los economistas puesto que, a partir de éste es posible encontrar un comportamiento racional en las decisiones de consumo de los individuos. Se espera que los bienes y servicios más valorados sean los que generen mayor satisfacción (utilidad). Por esta razón, desde el sector público y privado es necesario incluir en la evaluación de proyectos, los análisis económicos que den cuenta del valor que tienen los bienes y servicios ambientales para sustentar la toma de decisiones, con el fin de mejorar el bienestar social e impulsar los procesos de desarrollo sostenible.

En este sentido, la Valoración Económica de Impactos (VEI) tiene como objetivo cuantificar a través de diversas metodologías, los cambios ambientales en el territorio que generan alteraciones en el bienestar social, y analizar la relación entre los beneficios y los costos ambientales totales del proyecto. Este proceso se realiza partiendo del cambio en la calidad ambiental que generará el proyecto y su efecto sobre el bienestar de las comunidades que perciben directamente las afectaciones; para esto, es necesaria la recolección de información técnica y económica para adelantar una estrategia de valoración económica ambiental en la zona antes de que inicie el proyecto.

Los principales problemas que surgen a la hora de hacer la valoración económica de los bienes y servicios ambientales están relacionados con la condición de propiedad pública de muchos de estos elementos y con que algunos beneficios asociados a su consumo como bien intangible no son comercializables, aun cuando exista una voluntad de pago. Por lo tanto, la VEI se ha convertido en una herramienta para la toma de decisiones sobre la viabilidad

de los proyectos apoyando la función del Estado como garante de la conservación de los recursos naturales.

Los proyectos de infraestructura traen consigo cambios positivos y negativos en las condiciones abióticas, bióticas y socioeconómicas de los territorios. Por lo tanto, es importante determinar si los habitantes de las comunidades que perciben directamente los efectos consideran que el proyecto contribuye a su desarrollo y genera bienestar social. Para ello, es necesario la utilización de técnicas de valoración económica que permitan calcular el Valor Económico Total (VET)¹ de las afectaciones, teniendo en cuenta no solo el valor por el uso y disfrute directo de los bienes y servicios ecosistémicos asociados a los elementos del territorio que puedan ser alterados, sino también, los valores de no uso derivados de los mismos.

A continuación, se presentan los análisis de valoración económica de impactos identificados en el Capítulo 8, Evaluación Ambiental, siguiendo con la metodología expuesta en el Capítulo 2 Generalidades.

8.3.1 Identificación de impactos ambientales significativos

Para la determinación de los impactos ambientales significativos se retoma lo expuesto en el documento Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental (ANLA 2017), basado en tres criterios a saber: nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos, análisis de internalización de impactos y presencia de elementos ecológicos vulnerables, los cuales son descritos a continuación.

8.3.1.1 Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos

Se parte de lo propuesto por el ANLA 2017: “teniendo en cuenta las múltiples metodologías de evaluación de impacto ambiental, se consideran relevantes los impactos que resulten clasificados en los tres niveles que revistan mayor gravedad (para los impactos de carácter negativo) o mayor beneficio (en el caso de los impactos positivos) posterior al análisis del proyecto y en comparación con su estado inicial o línea base”.

A partir de esta información y aplicando el esquema de proyección de impactos descrito en la metodología, es posible clasificar y aplicar los respectivos análisis a los impactos de mayor significancia y relevancia que serán considerados en el ejercicio de evaluación económica, teniendo en cuenta que son estos los que generan una afectación de mayor magnitud sobre los bienes y servicios ecosistémicos.

¹ El Valor Económico Total (VET) es una medida de los beneficios de preservar el medio ambiente en su estado natural. Está compuesto por el valor de uso y el valor de no uso. El valor de uso se refiere a los beneficios que se derivan del uso de un recurso para el cual, generalmente existe un mercado. Se puede desglosar en el valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción (opción de uso futuro). El valor de no uso está compuesto por el valor de existencia, que expresa el valor de un recurso sólo por saber que éste existe y será conservado, y el valor de legado o herencia relacionado con dejar para el disfrute de los herederos los ambientes naturales, así como las tradiciones culturales que se construyen a su alrededor y por la existencia de un espacio natural o un territorio específico.

Para el Análisis Costo Beneficio en el marco del Proyecto UPME STR 02/2019, se identificaron veintiún (21) impactos, de los cuales doce (12) tienen significancia ambiental moderada, es decir, que por sus características presentan una mayor probabilidad de alterar la provisión de servicios ecosistémicos en el área de interés e influir en la utilidad o bienestar de los grupos poblacionales involucrados, además agrupan los impactos que tienen naturaleza positiva. Sobre estos impactos se realizarán las cuantificaciones y análisis respectivos a la evaluación económica ambiental, teniendo en cuenta la mayor calificación del impacto en la evaluación ambiental.

En la Tabla 8.2 se relacionan los impactos identificados con la mayor calificación dentro de la evaluación ambiental.

Tabla 8.2 Identificación de impactos significativos

Medio	Impacto	Mayor calificación	Importancia
Abiótico	Aumento en los niveles de presión sonora	(-26)	Moderado
Abiótico	Cambio en los niveles de inmisión	(-24)	Irrelevante
Abiótico	Cambios en la calidad del agua superficial	(-22)	Irrelevante
Abiótico	Modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo	(-22)	Irrelevante
Abiótico	Modificación del paisaje	(-32)	Moderado
Abiótico	Pérdida de la estabilidad del terreno	(-20)	Irrelevante
Biótico	Afectación a individuos de fauna	(-21)	Irrelevante
Biótico	Afectación de las poblaciones de flora con alto valor de conservación	(-40)	Moderado
Biótico	Alteración a comunidades de flora	(-39)	Moderado
Biótico	Alteración a ecosistemas acuáticos	(-22)	Irrelevante
Biótico	Alteración a poblaciones de fauna terrestre	(-21)	Irrelevante
Biótico	Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal	(-34)	Moderado
Socioeconómico	Afectación al patrimonio arqueológico e histórico	(-29)	Moderado
Socioeconómico	Alteración de la infraestructura comunitaria y/o privada	(-22)	Irrelevante
Socioeconómico	Alteración de la infraestructura de servicios públicos	(-25)	Moderado
Socioeconómico	Alteración de la movilidad y/o su infraestructura	(-40)	Moderado
Socioeconómico	Alteración de las actividades económicas existentes	(-19)	Irrelevante
Socioeconómico	Alteración de las condiciones de salud de la población	(-29)	Moderado
Socioeconómico	Dinamización temporal de la economía local	(+34)	Moderado
Socioeconómico	Fortalecimiento de la organización social	(+34)	Moderado
Socioeconómico	Surgimiento de molestias y conflictos sociales	(-36)	Moderado

Fuente: Integral S.A., 2021

La evaluación ambiental arrojó que nueve (9) impactos tienen una importancia Irrelevante, por lo cual, se excluyen del análisis, tanto del costo beneficio como del proceso de internalización.

8.3.1.2 Análisis de internalización de impactos

En el numeral 8.3.2 Jerarquización de los impactos ambientales se realiza la identificación de los impactos que hacen parte del análisis de internalización, los cuales con el planteamiento de las medidas de manejo se pueden evitar o corregir las afectaciones. Por su parte, en el numeral 8.3.4, Análisis de internalización, el cual tiene asociado el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_1_Análisis Internalización, se da cuenta del proceso de internalización realizado a los impactos aplicables.

8.3.1.3 Presencia de elementos ecológicos vulnerables

Al interior del área de intervención se encontraron especies sensibles, considerando aquellos individuos de flora en algún grado de amenaza, en veda como epifitas vasculares y no vasculares.

Estos elementos fueron considerados al definir los impactos del proyecto sobre la flora, así como su espacialización para la definición del área de influencia de este componente. En particular, los impactos Afectación de las poblaciones de flora con alto valor de conservación y Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal tienen estrecha relación con las afectaciones directas sobre especies en veda, amenazadas o endémicas, cuyas poblaciones se verán reducidas o afectadas con la ejecución del proyecto.

8.3.2 Jerarquización de los impactos ambientales

En este paso se realiza la diferenciación de los impactos seleccionados como significativos (12 impactos), en las categorías de internalizable y no internalizable, de acuerdo con las definiciones presentadas en el apartado metodológico.

8.3.2.1 Aumento en los niveles de presión sonora

Impacto moderado que se presenta durante la construcción, asociado al uso de maquinaria, vehículos y equipos que cuentan con motores o sistemas operativos que generan un aumento en los niveles de ruido ambiental. No obstante, durante la ejecución de las actividades que generan el impacto se deberá dar cumplimiento a la normatividad nacional en cuanto a niveles de emisión de ruido y ruido ambiental (Resolución 627 de 2006).

De este modo, se considera que el impacto es **internalizable** toda vez que, mediante la correcta aplicación de las medidas de manejo el impacto podrá ser controlado.

8.3.2.2 Modificación del paisaje

El cambio en la percepción del paisaje se presenta la presencia de nuevos elementos en el territorio como es el caso de la maquinaria y equipos, y por la alteración de los elementos existentes, como consecuencia de las actividades de remoción de vegetación o desmonte, remoción de suelo o descapote, excavaciones superficiales, disposición de sobrantes de excavación y vaciado de concretos en brecha.

Dentro de la evaluación ambiental se valoró como irrelevante para todas las actividades excepto para la de excavaciones superficiales, con carácter moderado, debido a que la afectación será momentánea y el paisaje volverá a las condiciones iniciales al reconfigurar las áreas, por lo tanto, se categoriza como un impacto **internalizable**.

8.3.2.3 Afectación de las poblaciones de flora con alto valor de conservación

Se refiere a la afectación de aquellos individuos de flora en algún grado de amenaza, en veda como epifitas vasculares y no vasculares, denominadas en general especies sensibles, como consecuencia de la actividad de remoción de cobertura vegetal.

No obstante, las actividades contempladas en el PMA orientadas al rescate de estas especies, permiten controlar y prevenir el impacto completamente, razón por la cual se considera como un impacto **internalizable**.

8.3.2.4 Alteración a comunidades de flora

Impacto moderado negativo relacionado con los cambios en la abundancia y riqueza de especies en las coberturas vegetales. Es un impacto irreversible y mitigable que afecta los servicios ecosistémicos de soporte y regulación; por lo tanto, se clasifica como **no internalizable** y se calcula un valor económico.

8.3.2.5 Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal

La modificación de la cobertura vegetal implica la afectación de atributos ecológicos al reducir las áreas por efectos de la remoción en los sitios de obra, ocasionando una disminución de la biomasa forestal.

Este impacto es irreversible y afecta el servicio ecosistémico de soporte, por lo tanto, se clasifican como **no internalizable** y debe ser valorado económicamente.

8.3.2.6 Afectación al patrimonio arqueológico e histórico

Este impacto se presenta como resultado de las acciones asociadas a la remoción de suelo, excavaciones superficiales y perforación horizontal dirigida. En atención a que las medidas planteadas en el Plan de manejo Arqueológico logran controlar los posibles efectos del proyecto sobre el potencial arqueológico de la zona y que la institución encargada de salvaguardar el patrimonio arqueológico de la Nación es el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), quien aprueba y hace seguimiento al Plan de manejo arqueológico, garantizando que este impacto sea controlado y prevenido completamente, se **excluye** del análisis económico.

8.3.2.7 Alteración de la infraestructura de servicios públicos

Este impacto se deriva de los cambios que se pueden presentar en la calidad de oferta y/o demanda de la prestación de los servicios públicos, dado que por las actividades de excavaciones superficiales y perforación horizontal dirigida se pueden ver afectadas las redes existentes.

Teniendo en cuenta que este impacto es reversible y recuperable, y que las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental previenen y controlan la afectación que pueda causarse en la prestación de los servicios, se considera como **internalizable**.

8.3.2.8 Alteración de la movilidad y/o su infraestructura

Durante la construcción del Proyecto se hará uso de las vías existentes, aumentando el flujo vehicular y con ello alterando la movilidad. Un mayor tránsito de vehículos también implica un mayor desgaste de la malla vial.

Sin embargo, es un impacto controlable con la adecuada inserción de las medidas de manejo, razón por la cual, es considerado como **internalizable**.

8.3.2.9 Alteración de las condiciones de salud de la población

Los cambios en la concentración de gases y material particulado se dan principalmente en la etapa de construcción, como consecuencia de la operación de maquinaria, vehículos y equipos, remoción de suelo y descapote, riego y tendido de cables y excavaciones superficiales que generan contaminación del aire y del agua, así como un aumento en la accidentalidad vial.

Este impacto es reversible y recuperable, introduciendo las adecuadas medidas preventivas y correctivas, por lo cual es considerado como **internalizable**.

8.3.2.10 Dinamización temporal de la economía local

Es impacto de carácter positivo hace referencia a la mano de obra local a contratar por el Proyecto durante la etapa de construcción. Este impacto se clasifica como **no internalizable** toda vez que genera un efecto residual sobre la dinámica económica actual, por lo cual será valorado económicamente como un beneficio del proyecto.

8.3.2.11 Fortalecimiento de la organización social

Es impacto de carácter positivo, hace referencia a la capacidad de gestión y respuesta de las organizaciones sociales como resultado de los nuevos retos. Está relacionado con la real participación de los grupos sociales organizados en pro del desarrollo socioeconómico del área de influencia y el Proyecto. Aunque tales efectos residuales no podrán ser cuantificados en esta etapa del proyecto, por lo cual se categoriza como inconmensurable, dado que no es posible su cuantificación biofísica.

La inconmensurabilidad biofísica se relaciona con la imposibilidad de medir en escalas de unidades de valor cardinal los cambios sobre los servicios ecosistémicos, dando paso al problema de la inconmensurabilidad monetaria, de modo tal, que la valoración económica pierde su objeto, ya que los bienes y servicios ambientales presentarán conmensurabilidad en términos monetarios solo si pueden ser precisamente medibles en la escala cardinal del dinero (Aldred, 2006)².

Por lo tanto, este impacto no hace parte de la valoración económica del proyecto, dada la imposibilidad de su monetización.

8.3.2.12 Surgimiento de molestias y conflictos sociales

Los conflictos se darán como consecuencia de las molestias causadas a la comunidad que pueden ser de diversa índole y están relacionadas con las actividades desarrolladas para la construcción del Proyecto, las cuales generan alteraciones en las dinámicas sociales de las comunidades. Entre los factores que más generan molestias a la comunidad se destacan durante la etapa de construcción los relacionados con la contratación de mano de obra, operación de maquinaria, vehículos y equipos, remoción de suelo o descapote,

² Citado por ANLA en el Manual Técnico para el uso de Herramientas Económicas en las Diferentes Etapas del Licenciamiento Ambiental, 2015, pág. 45.

excavaciones superficiales, vaciado de concretos en brecha y perforación horizontal dirigida.

Dado que su persistencia es momentánea o temporal y es de carácter reversible y recuperable con las adecuadas medidas de manejo, se categoriza como **internalizable**.

8.3.3 Cuantificación de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos

La Tabla 8.3 presenta la cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos como producto de la acción de los impactos seleccionados como relevantes para el Proyecto, es decir, aquellos que en el numeral anterior se clasificaron como internalizables y no internalizables. En este sentido, los valores que se relacionan en la columna correspondiente a la cuantificación del impacto tienen el detalle del cálculo en la sección 8.3.5 Valoración económica de impactos y el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_1_Análisis Internalización.

Es importante anotar que, de los 12 impactos relevantes identificados, no se presenta cuantificación biofísica para el impacto Fortalecimiento de la organización social dado que es inconmensurable, ni del impacto Afectación al patrimonio arqueológico e histórico, toda vez que es competencia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) y es excluido del análisis.

Tabla 8.3 Cuantificación de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos

Impacto	Servicio ecosistémico impactado	Definición Servicio (s) ecosistémico(s) impactado	Unidad de medida	Cuantificación biofísica del impacto
Aumento en los niveles de presión sonora	Regulación de la calidad del aire	Influencia que tienen los ecosistemas para reducir el cambio acústico con relación a la presión sonora de referencia.	Promedio resultados monitoreo ruido ambiental (dB)	69,8 dB
			Promedio dB durante la ejecución del proyecto	< 80 dB
Alteración del paisaje	Enriquecimiento espiritual y sentido de pertenencia	Variedad de atributos naturales y culturales con valor espiritual e histórico	Área de intervención del Proyecto	26,08 ha
Alteración de las especies sensibles de flora	Soporte: biodiversidad	Se estratifica desde genes, hacia individuos, especies, poblaciones, ecosistemas y paisajes. El material genético contiene toda la información necesaria para generar un organismo y regular sus funciones	Número de especies sensibles que se conservan	Especies amenazadas: 3 Especie protegida: 1 Especies vedadas: 16
Modificación de poblaciones de flora	Regulación hídrica	Infiltración, retención y almacenamiento de agua en ríos, lagos y acuíferos, donde la infiltración se realiza principalmente por la cubierta vegetal y el suelo.	m3/ha/año Volumen de agua distribuido	8.200 m ³ /ha/año
	Reciclado de nutrientes	Formación y mantenimiento de la fertilidad del suelo a través del ciclo de nutrientes.	Inventario físico de nutrientes afectados (kg/ha/año)	85,9 kg N/ha 2,6 kg P/ha 10,5 kg K/ha 50,9 kg Ca/ha 10,1 kg Mg/ha 7,3 kg S/ha
Modificación de la cobertura vegetal	Regulación de clima (absorción y almacenamiento de Carbono)	Regulación de la composición química de la atmósfera y capacidad fijadora de CO ₂ , con impacto directo en el mantenimiento de la calidad del aire.	Área de aprovechamiento forestal (ha)	26,05 ha
			Dióxido de carbono total transferido (tonCO ₂)	778.16 ton CO ₂
Alteración en la prestación de servicios públicos	Bienestar de la población		Localidades que hacen parte del AI y son susceptibles de afectación de la infraestructura de servicios	25 barrios y 3 zonas industriales de Barranquilla 4 barrios de Soledad

Impacto	Servicio ecosistémico impactado	Definición Servicio (s) ecosistémico(s) impactado	Unidad de medida	Cuantificación biofísica del impacto
Variación en las condiciones de salud de la población	Bienestar de la población		Personas susceptibles de afectaciones a la salud por el Proyecto	235.536
Generación de conflictos sociales	Bienestar de la población		Personas susceptibles a surgimiento de molestias y conflictos sociales por la presencia del Proyecto	235.536
Dinamización temporal de la economía local	Bienestar de la población		Número de empleos a generarse por el proyecto	Empleos totales construcción: Mano de obra semi calificada: 136 Mano de obra No calificada: 1.394
			Diferencial salarial de los empleos generados (\$COP)	Diferencial salarial: Mano de obra semi calificada: \$2.008.342 Mano de obra No calificada: \$987.362
Alteración de la movilidad y/o su infraestructura	Bienestar de la población		Longitud de vías utilizadas por el proyecto	Vías principales: 1,64 km Otras vías: 6,39 km Total: 8,03 km

Fuente: Integral S.A., 2021

8.3.4 Análisis de internalización

La valoración económica de impactos considera para aquellos definidos como Internalizables, una monetización equivalente a la inversión en actividades de control. En este sentido, el valor de las inversiones descritas en el Plan de Manejo Ambiental – PMA, generan una buena representación del costo de oportunidad para evitar el empeoramiento de la calidad ambiental y dicho monto permite valorar monetariamente el impacto.

Los impactos objeto de análisis de internalización son: aumento en los niveles de presión sonora, modificación del paisaje, afectación de las poblaciones de flora con alto valor de conservación, alteración de la infraestructura de servicios públicos, alteración de la movilidad y/o su infraestructura, alteración de las condiciones de salud de la población y, surgimiento de molestias y conflictos sociales, los cuales fueron clasificados como internalizables, a partir de las acciones de manejo propuestas en los diferentes programas de manejo.

El ejercicio de internalización permite dar seguimiento a la efectividad del Plan de Manejo Ambiental, el cual incluye el servicio ecosistémico asociado, indicador de línea base, cuantificación biofísica, planes y medidas de manejo e indicadores de eficacia de las medidas propuestas en cada uno de ellos y los costos asociados a estos.

En el ejercicio de internalización se incluyeron los costos operativos, los costos de personal y los costos de transacción presentados para cada medida de manejo, así como se presenta en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_1_Análisis Internalización. Los flujos monetarios en el análisis de internalización se proyectaron para un período de treinta (30) años, correspondientes a las etapas previa, construcción, operación y cierre, teniendo en cuenta que en este horizonte de tiempo son implementadas las medidas de manejo y se logran internalizar todas las afectaciones que los impactos generan sobre los bienes y servicios ecosistémicos.

En consecuencia, en la Tabla 8.4 se evidencia que, una vez realizado el ejercicio de internalización con base en la ecuación de costos ambientales y utilizando los costos antes mencionados, el valor presente neto total internalizado es de \$1.250.822.185, teniendo en cuenta que los costos de las medidas que internalizan los impactos: aumento en los niveles de presión sonora y modificación del paisaje, están incluidos en los costos del grupo de Gestión Ambiental. Por su parte las medidas que atienden el impacto alteración de las condiciones de salud ya se encuentran contabilizadas dentro de los impactos: alteración de la infraestructura de servicios públicos y alteración de la movilidad y/o su infraestructura, así como al grupo de Gestión Ambiental y a la construcción y/o diseño.

Tabla 8.4 Resumen análisis de internalización

Nombre del impacto	Valor Total Internalizado - VPN
Aumento en los niveles de presión sonora	\$0
Modificación del paisaje	\$0
Afectación de las poblaciones de flora con alto valor de conservación	\$232.831.142
Alteración de la infraestructura de servicios públicos	\$340.637.456
Alteración de la movilidad y/o su infraestructura	\$13.842.640

Nombre del impacto	Valor Total Internalizado - VPN
Alteración de las condiciones de salud de la población	\$0
Surgimiento de molestias y conflictos sociales	\$663.510.947
Total	\$1.250.822.185

Fuente: Integral S.A., 2021

8.3.5 Valoración económica de impactos

A continuación, se presenta la metodología y los resultados para la valoración económica de los impactos clasificados como No internalizables. Los métodos de valoración seleccionados están implícitos en los enfoques de precios de mercado (cambios en la productividad) y gastos actuales y potenciales (costo de reposición o costo de reemplazo), los cuales permiten obtener una aproximación al valor de uso (directo o indirecto) y valor de no uso de los servicios ecosistémicos impactados.

8.3.5.1 Alteración a comunidades de flora

Este impacto se presenta de manera específica en las etapas de construcción, puesto que se desarrollan actividades de desmonte en las áreas de intervención que implican la tala de la cobertura vegetal y con ello la disminución en el número de individuos de las poblaciones de flora, aumentando con ello las distancias entre los parches de la cobertura, y alterando las condiciones microclimáticas aptas para el desarrollo de las especies.

Para la valoración económica de este impacto se van a valorar los servicios ecosistémicos de regulación hídrica y alteración de nutrientes.

8.3.5.1.1 Metodología

La valoración económica se realiza a partir del enfoque de gastos actuales y potenciales y en particular del método del costo de reposición o costo de reemplazo. El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados por un proyecto, esto es, el gasto incurrido en restaurar y devolverle al ecosistema su estado original causado por la intervención. Dicho gasto es interpretado como una estimación de los beneficios relacionados con las medidas tomadas para prevenir el daño ocurrido (MADS y ANLA, 2017)³. De acuerdo con el Banco de Desarrollo de Asia (ABD, por su sigla en inglés), 1999; los supuestos implícitos en este tipo de análisis son:

- El costo de reemplazo es calculable y éste no es más grande que el valor de la productividad del recurso destruido. Por tanto, éste es económicamente eficiente para ser reemplazado.
- No existen beneficios secundarios asociados con los gastos.

³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA, 2017. Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá D.C., 2017.

Este método se emplea generalmente para valorar el uso indirecto de los ecosistemas cuando no existe información sobre las funciones ambientales y su relación con los daños producidos (Pérez y Rojas, 2008) citado por (MADS y ANLA, 2017)⁴.

8.3.5.1.2 Resultados

A continuación se presentan los resultados de la monetización del impacto, abordado a partir de la regulación hídrica y la producción de nutrientes.

A. Valoración afectación SE de regulación hídrica

Para valorar la afectación sobre el SE de regulación hídrica a partir del método de precios de mercado, se toma como referencia el trabajo de Blanco (2011)⁵. Dicho servicio se define como la influencia que tienen los ecosistemas respecto al tiempo y a la magnitud de las escurrimientos, inundaciones y recarga de acuíferos, especialmente en términos del potencial para almacenamiento de agua del ecosistema. Representa la capacidad del ecosistema de atrapar el agua durante los eventos extremos de precipitación, infiltrarla y liberarla lentamente durante las épocas de bajas precipitaciones, de manera que se regulen los picos máximos y mínimos de los caudales. Este efecto natural, propiedad de la cobertura vegetal, también se conoce como “efecto esponja”, porque absorbe el agua y la libera a través de un control natural, generando efectos directos sobre la disponibilidad de agua superficial.

Considerando como medida pertinente para la cantidad de agua disponible en un territorio la distribución de caudales por ciclo hidrológico, o lo que es igual, el volumen de agua distribuido por unidad de área durante un ciclo hidrológico anual, se puede estimar la pérdida potencial del servicio ecosistémico regulación del ciclo hidrológico, a partir de la metodología de precios de mercado (Blanco, 2011).

Para ello, se parte del valor de precipitación media anual en el área a afectar y se convierte a volumen de agua distribuido durante el ciclo hidrológico anual, teniendo en cuenta que una hectárea de cobertura vegetal que recibe determinados mm/año de precipitación puede aportar una fracción de esta (en m³) durante tres meses secos del año, como efecto de la regulación hídrica. El valor de este volumen de agua corresponde a la pérdida potencial del servicio ecosistémico de la regulación hídrica y por tanto se constituye en un costo ambiental (Blanco, 2011).

Para caracterizar la variabilidad espacial y temporal de la precipitación en la zona de interés, se utilizó información de tres (3) estaciones de precipitación con los promedios de variables climatológicas para el periodo 1981 – 2010, publicados por el IDEAM. Adicionalmente, la precipitación media anual en el municipio de Barranquilla se ha estimado entre 780 y 820 mm/año, por lo tanto, se va a tomar como valor de precipitación media anual 820 mm. Dicha precipitación se convierte a volumen de agua distribuido durante el ciclo hidrológico anual;

⁴ *Ibíd.*, p. 8-252.

⁵ BLANCO ALARCÓN, Astrid, 2011. Evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto vial Ruta del Sol. Sector 1: Villeta – El Korán (Puerto Salgar). Helios. Consorcio Vial. Bogotá.

considerando el aporte de una hectárea de cobertura vegetal sobre la regulación hídrica, este volumen corresponde a 8.200 m³/ha/año.

Para valorar dicha pérdida se considera la tasa por uso de agua - TUA, que incorpora el coeficiente de escasez del recurso y representa el valor de la productividad marginal del agua, por tanto, se convierte en un buen indicador del valor de uso del recurso. Esta tasa hace referencia al cobro que se realiza a un usuario por la utilización del agua de una fuente natural superficial o subterránea, con el objetivo de inducir en los usuarios cambios de comportamiento en la manera de acceder y usar el agua y que permita a su vez, tener una fuente de recursos financieros para inversiones ambientales que garanticen recuperar, conservar y mantener un uso eficiente del recurso⁶.

El valor de la TUA definido para el Proyecto se calculó a partir de lo determinado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la página web oficial⁷ el cual presenta como información más actualizada la TUA para el año 2020 correspondiente a 12,82\$/m³, misma que, con la aplicación del incremento del IPC del 1,61% alcanza los 13,0\$/m³ para el año 2021. Véase la Tabla 8.5.

Tabla 8.5 Volumen de agua y tasa por uso

Precipitación media anual (mm)	Volumen de agua distribuido (m ³ /ha/año)	Tasa por Uso (COP\$/m ³)
820	8.200	13,0

Fuente: Integral S.A., 2021

Considerando lo anterior, se estima un valor del SE de regulación hídrica equivalente a \$106.816/ha-año y teniendo en cuenta las 26,05 ha en cobertura vegetal objeto de aprovechamiento forestal, se calcula una pérdida del SE que asciende a \$2.782.570 /año. Vale la pena aclarar que esta monetización corresponde a la pérdida de la capacidad general del ecosistema para regular el ciclo hidrológico, y no a la monetización puntual de la afectación sobre el agua infiltrada por tipo de cobertura. Por tanto, se está valorando todo el volumen potencialmente afectado (Tabla 8.6). El detalle del cálculo se presenta en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_Valoración Económica.

Tabla 8.6 Valoración SE regulación hídrica

Ítem	Valor
Precipitación media anual (mm)	820
Volumen de agua distribuido (m ³ /Ha/año)	8.200
Tasa por Uso (\$/m ³)	13,0
Valoración (\$/ha/año)	106.816

⁶ ORTIZ, Carolina, VELEZ, María V., VILLEGAS, Clara. Consideraciones técnicas sobre la metodología para el cálculo de las tasas por uso del agua (TUA). Avances en Recursos Hidráulicos Número 13, mayo de 2006 Medellín ISSN 0121 5701. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4732/1/No.13-2006-5.pdf>. Fecha de consulta: enero de 2021.

⁷ <https://www.minambiente.gov.co/index.php/negocios-verdes-y-sostenibles/instrumentos-economicos/tasa-por-utilizacion-de-agua>

Ítem	Valor
Área a intervenir en cobertura (ha)	26,05
Valoración impacto (\$/año)	2.782.570

Fuente: Integral S.A., 2021

B. Alteración de la producción de nutrientes

Las coberturas vegetales desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, dado que representan un hábitat potencial para una gran variedad de especies nativas de fauna y flora. Estos sistemas promueven procesos funcionales entre las plantas y los microorganismos presentes en el suelo, aumentando los beneficios productivos, ambientales, económicos y sociales por su fácil adaptación al medio⁸.

Las coberturas naturales, juegan un papel importante en la modulación de los ecosistemas, dado que regulan y diversifican la disponibilidad de recursos (temperatura, humedad y nutrientes), necesariamente requeridos por los organismos. En este sentido, por ejemplo, con la hojarasca, las especies vegetales generan modificaciones en las condiciones abióticas del suelo, como son el aumento de la fertilidad, lo cual a su vez tiene efectos sobre la comunidad de organismos del suelo, cuyo entorno y recursos se ven condicionados por la cubierta vegetal, siendo estas comunidades las gestoras de procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y por ende, de la disponibilidad de nutrientes. Además, la hojarasca utilizada como cobertura minimiza la erosión del suelo protegiéndolo del impacto de la lluvia, reduce la velocidad de escorrentía y disminuye la pérdida de nutrientes.

Teniendo en cuenta que la hojarasca es la principal fuente de nutrientes del suelo forestal (Vitousek y Sanford, 1986; Landsberg y Gower, 1997), dado que con esta se le regresa aproximadamente el 80% de los nutrientes al suelo, por los atributos de los detritos del árbol. Se toma como base para estimar el costo generado por la alteración de los nutrientes, un estudio realizado en los bosques Antioqueños – Colombia, por Ramírez, et al., en el 2007⁹, en el cual establece un flujo de nutrientes que retornarían al suelo, a partir de la hojarasca, estos enmarcando a su vez el nivel de nutrientes que se perdería en la zona afecta por la remoción total de la cobertura vegetal y así en valor de la alteración.

⁸ Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Maestría en Agroforestería Tropical. Bogotá, 2018. Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco (Cariniana piryformis M), teca (Tectona grandis L.f.) y cacao (Theobroma cacao L.) en un sistema agroforestal en los municipios de Rionegro, Santander y Muzo, Boyacá Disponible en: <<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1026/1/Producci%C3%B3n%20y%20aporte%20de%20nutrientes%20en%20la%20hojarasca%20de%20las%20especies%20abarco%2C.pdf>> Fecha de consulta: Enero de 2021.

⁹ Ramírez-Correa, Jorge Andrés, Zapata-Duque, Claudia Marcela, León-Peláez, Juan Diego, González-Hernández, María Isabel Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. Interciencia [en línea]. 2007, 32(5), 303-311[fecha de Consulta 10 de enero de 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932503>

En el área de aprovechamiento forestal con presencia de hojarasca corresponde a 26,05 ha. La Tabla 8.7 muestra el flujo de nutrientes medio anual en las fracciones de la hojarasca fina por cobertura.

Tabla 8.7 Flujo de nutrientes medio anual en las fracciones de la hojarasca fina por cobertura

Fracción	Flujo de nutrientes medio anual (kg/ha-año)						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn
Hojarasca fina	85,9	2,6	10,5	50,9	10,1	7,3	5,0

Fuente: Ramírez et al., 2007

La restitución de los nutrientes perdidos de la hojarasca se da a partir de los fertilizantes comerciales que contengan micro y macronutrientes, estableciendo una relación monetaria entre la pérdida de propiedades del suelo y la sustitución a partir de bienes mercadeables.

La Tabla 8.8 presenta el valor comercial de los nutrientes afectados, a partir del precio de mercado del Fertilizante Fertiespecial (fuente: Tierragro, 2021), teniendo en cuenta su composición y considerando que dichos fertilizantes entrarían en reposición de los macronutrientes perdidos al alterarse las propiedades del suelo. Los aportes nutricionales de la hojarasca son principalmente por N, Ca y Mg.

Tabla 8.8 Valor comercial de los nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca

Nutriente	Composición porcentual (%)	Porcentaje de participación por nutriente	Valor por nutriente (\$/kg)*
Nitrógeno - N	3	0,051	\$90,36
Fósforo - P	4	0,069	\$120,47
Potasio - K	3	0,051	\$90,36
Calcio - Ca	21	0,360	\$632,49
Magnesio - Mg	6	0,103	\$180,71
Azufre - S	2	0,034	\$60,24
Manganeso - Mn	0,3	0,005	\$9,04

*Valor comercial de cada nutriente derivado del Fertilizante Fertiespecial.

Fertilizante granulado compuesto para aplicación edáca. Su empleo hace parte de una nutrición complementaria al NPK tradicional y, por su aporte balanceado de Nitrógeno, Fósforo, Potasio (NPK), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Azufre(S), más micronutrientes deficitarios en suelos como Manganeso (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Hierro (Fe) y Silicio (Si), lo hace ideal para aplicarlo en cualquier tipo de cultivo.

Fuente: Tierragro¹⁰, 2021

Teniendo en cuenta los flujos de nutrientes medio anual en las fracciones de la hojarasca fina por cobertura vegetal (Tabla 8.7) y el valor comercial de los nutrientes (Tabla 8.8) que

¹⁰ El costo del fertilizante Fertiespecial es de \$80.800. Tierragro – El supermercado agropecuario. Disponible en: <https://www.tierragro.com/collections/fertilizantes-agro/products/fertiespecial?variant=35533456212118>
Fecha de consulta: enero 10 de 2021

se perderían en la hojarasca, se procedió a estimar el costo generado por la alteración de la producción de nutrientes, como se muestra en la Tabla 8.9.

Tabla 8.9 Valoración económica del impacto a la afectación de nutrientes

Cobertura con presencia de hojarasca (ha)	Área	Flujo de nutrientes medio anual (kg/ha-año)							Total (\$)
		N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	
Instalaciones recreativas	0,38	2.949	119	361	12.234	694	167	17	16.540
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	9,77	75.831	3.060	9.269	314.534	17.832	4.296	441	425.264
Tejido urbano continuo	4,35	33.763	1.363	4.127	140.043	7.940	1.913	197	189.345
Zonas industriales o comerciales	10,46	81.186	3.276	9.924	336.748	19.092	4.600	473	455.298
Zonas Portuarias	0,48	3.726	150	455	15.453	876	211	22	20.893
Zonas verdes urbanas	0,62	4.812	194	588	19.960	1.132	273	28	26.987
Totales	26,05	202.267	8.163	24.724	838.972	47.565	11.459	1.177	1.134.327

Fuente: Integral S.A., 2021

De acuerdo con lo anterior, el valor económico por la afectación del servicio ecosistémico producción de nutrientes aportados por la hojarasca alcanza un monto anual de \$1.134.327.

Ahora bien, la valoración económica total del impacto de Alteración a comunidades de flora asciende a un valor total de **\$3.916.897** (\$2.782.570 correspondiente al SE regulación hídrica y \$1.134.327 correspondiente al SE Alteración de la producción de nutrientes). El detalle del cálculo se encuentra en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_Valoración Económica.

8.3.5.2 Cambio y/o pérdida de cobertura vegetal

Considerando que el impacto sobre las coberturas vegetales afecta el servicio ecosistémico de regulación de gases atmosféricos y en particular el sumidero de carbono, debido a la remoción de esta, la valoración económica se realiza a partir de la metodología de precios de mercado y en particular del método de cambio en productividad.

8.3.5.2.1 Metodología

Se utiliza como instrumento de valoración, la pérdida de la capacidad del servicio ecosistémico de regulación de gases atmosféricos o sumidero de carbono, de la cobertura a remover y con ello la transferencia potencial de dióxido de carbono a la atmósfera. Esta metodología ha sido empleada en valoraciones económicas realizadas para diferentes ecosistemas de Centro y Suramérica tal y como lo referencian el Consejo Nacional de Áreas

Protegidas de Guatemala- CONAP (1999)¹¹ Adger et al. (1994)¹², la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000)¹³ y Bezaury-Creel (2009)¹⁴.

Dicho proceso de valoración económica se desarrolla a través de un método de valoración basado en precios de mercado, derivado del *cambio en productividad*, el cual utiliza como elemento de valoración, la pérdida de la capacidad de secuestro de carbono de la cobertura del área de intervención.

El desarrollo del método requiere establecer la capacidad de carbono almacenado y posteriormente la transferencia potencial de dióxido de carbono a la atmósfera. Para su cálculo, se requiere información sobre biomasa, capacidad de secuestro de carbono y el precio reportado en el mercado del carbono.

Los valores de biomasa por tipo de cobertura son tomados de la caracterización de línea base para los ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto.

El análisis utiliza como proporción del carbono contenido en la biomasa una cifra equivalente al 50%, tal y como lo indica el Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia (IDEAM, 2011)¹⁵, donde se ratifica que en la mayoría de los estudios sobre almacenamiento de carbono en la biomasa de los bosques tropicales se asume que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente 50% de carbono, por tanto, se sugiere usar el factor de 0,5 para transformar la biomasa a carbono. Dicha regla práctica cuando no existen datos locales también es avalada por el Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC–, citado por Orrego y del Valle (2003)¹⁶.

El cálculo del carbono total almacenado en la biomasa por tipo de cobertura vegetal se estima como el producto del carbono contenido en la biomasa por tipo de cobertura (Kg/ha) y el área total a intervenir por cada tipo de cobertura (ha).

¹¹ CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS –CONAP-. Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas: una aproximación al valor económico de los bienes y servicios ambientales [En Línea]. 1999. 89 p. Disponible para Internet: <http://www.chmguatemala.gob.gt/Members/esolorzano/mis-documentos-2011/documentos/Estudio%20sobre%20Valoracion%20Economica%20del%20SIGAP_vf.pdf>

¹² ADGER, Neil, et al. 1994. Towards estimating total economic value of forests in México. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia y University College London. CSERGE Working Paper GEC 94-21. ISSN 0967-8875

¹³ FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000. Evaluación de los productos forestales no madereros en América Central. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales Documento de Trabajo N°22. Roma, 2000

¹⁴ BEZAURY-CREEL J. E. 2009. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los mexicanos. The Nature Conservancy Programa México - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México

¹⁵ Yepes A.P., Navarrete D.A., Duque A.J., Phillips J.F., Cabrera K.R., Álvarez, E., García, M.C., Ordoñez, M.F. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 162 p.

¹⁶ ORREGO, Sergio; DEL VALLE, Ignacio; MORENO, Flavio. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia. Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias Forestales. Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente, 2003. 314p.

Ahora bien, tal y como lo indica el IDEAM (2011), el dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero (GEI), basada en el potencial del calentamiento global de cada uno. El dióxido de carbono equivalente es el resultado de la multiplicación de las toneladas emitidas de GEI por su potencial de calentamiento global. Por tanto, para convertir la cantidad de carbono (almacenada o emitida) por los ecosistemas forestales, se recomienda utilizar el factor (44/12) cuyo numerador corresponde al peso atómico de una molécula de CO₂ y el denominador al peso específico del C. Esta proporción molecular también ha sido reportada por CONAP (1999) y Rodríguez y Ramírez (2008)¹⁷ y permite estimar la transferencia potencial de dióxido de carbono a la atmósfera.

Para calcular el valor económico de las toneladas potencialmente absorbidas de las 26,05 ha, se tiene en cuenta el monto establecido por el impuesto Nacional al carbono creado por medio de la Ley 1819 de 2016¹⁸, el cual responde a US\$5/ton CO₂, y una tasa de cambio de 3.500 \$/US.

8.3.5.2.2 Resultados

Considerando lo anterior, la Tabla 8.10 muestra para cada tipo de cobertura vegetal a remover las estimaciones del carbono total almacenado, el dióxido de carbono potencialmente transferido producto de la remoción total de la cobertura y el valor de este.

Tabla 8.10 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover

Cobertura	Área (ha)	Biomasa (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	Carbono Almacenado (Ton C)	Dióxido de carbono fijado (Ton CO ₂)	Valor del CO ₂ US\$/Ton CO ₂	Valor del CO ₂ \$/Ton CO ₂
Canales	0	0,00	-	-	-	-	-
Instalaciones recreativas	0,38	10,71	5,36	2,04	7,46	37,31	130.579
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	9,77	25,87	12,93	126,37	463,36	2.316,78	8.108.742
Ríos (50 m)	0	0,00	-	0	-	-	-
Tejido urbano continuo	4,35	22,65	11,32	49,26	180,62	903,10	3.160.850
Zonas industriales o comerciales	10,46	6,32	3,16	33,03	121,11	605,55	2.119.425

¹⁷ RODRÍGUEZ TORO, Jorge Andrés y RAMÍREZ ALZATE, Mailing Vannesa. Modelación de carbono aéreo y subterráneo de *Tectonagrandis* y *Pinuspatula* en plantaciones comerciales del Neotrópico. Trabajo de grado Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia (Medellín). Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2008.

¹⁸ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1819 de 2016. Reforma Tributaria Estructural, por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. Parte IX Impuesto Nacional al Carbono. Bogotá, 2016.

Cobertura	Área (ha)	Biomasa (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	Carbono Almacenado (Ton C)	Dióxido de carbono fijado (Ton CO2)	Valor del CO2 US\$/Ton CO2	Valor del CO2 \$/Ton CO2
Zonas Portuarias	0,48	0,00	-	-	-	-	-
Zonas verdes urbanas	0,62	4,94	2,47	1,53	5,61	28,05	98.175
Total	26,05	70,48	35,24	212,23	778,16	3.890,79	13.617.771

Fuente: Integral S.A., 2021

Esto indica que 26,05 has de coberturas vegetales presentes en el área de intervención del proyecto, almacenan 212,23 toneladas de carbono, lo que representa 778,16 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera por efecto de la remoción.

Dichas toneladas son valoradas teniendo en cuenta el precio reportado por el mercado del carbono, el cual corresponde a US\$5/ton CO2 para el 2020, por tanto, se concluye que el valor económico del impacto sobre la cobertura vegetal, aproximado a la transferencia de dióxido de carbono a la atmósfera, asciende a US\$ 149,3 /ha, esto es, un valor total para el impacto de US\$3.890,79 y utilizando una tasa representativa del mercado promedio (TRM) equivalente a \$3.500/US\$, dicho valor representa **\$13.617.771** para las 26,05 has a remover. El detalle de los cálculos se encuentra en 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_Valoración Económica.

8.3.5.3 Dinamización temporal de la economía local (beneficio)

Este impacto es positivo y se presenta debido a la ampliación de las posibilidades laborales para la población, lo que conlleva a un incremento en el nivel de sus ingresos y por ende de la región en general. Su monetización se realiza a partir de precios de mercado, considerando la mano de obra a contratar por el proyecto y la remuneración promedio.

8.3.5.3.1 Metodología

Para calcular el beneficio de la generación de empleo temporal se considera la contratación de mano de obra durante la etapa de construcción, tanto semi calificada como no calificada que se prevé será del área de influencia del proyecto. Se excluye en parte, la mano de obra calificada considerando que en su gran mayoría provendrá de otras localidades diferentes al área de influencia del Proyecto. Véase la Tabla 8.11.

Tabla 8.11 Estimativo de empleos a generar por el proyecto

Mano de obra	Etapa Construcción		
	Año 1	Año 2	Año 3
Calificada	50	70	50
Semi Calificada	40	56	40
No Calificada	410	574	410
Total	500	700	500

Fuente: Integral S.A., 2021

Aunque la generación de empleo es temporal, el aumento y estabilidad de los niveles de ingreso de las personas vinculadas a las actividades del proyecto, tiene efectos importantes sobre la calidad de vida de las familias, debido a que mejora su capacidad de satisfacer las necesidades básicas como vivienda, educación, salud, alimentación, vestido, entre otras.

Por su parte la remuneración promedio se calcula a través del diferencial salarial entre el salario/ingreso promedio local y el salario derivado del Proyecto. Para ello se debe tener en cuenta que en la zona del proyecto se caracteriza por el empleo informal y por el subempleo, por lo tanto, se utiliza como promedio de ingresos para la mano de obra semi calificada de un salario mínimo legal vigente de 2021 incluidas las prestaciones sociales; mientras que para la mano de obra no calificada se estima el 50% del básico de un salario mínimo. A partir de estos valores y de los salarios que pagará el proyecto se estima el diferencial salarial, que se presenta en la Tabla 8.12.

Tabla 8.12 Diferencial salarial

Información de salarios	Ingreso promedio zona	Remuneración promedio del proyecto *	Diferencial salarial (Salario actividad del proyecto Vs Ingreso local)
Semi Calificada	\$1.532.620	\$2.553.600	\$1.020.980
No calificada	\$454.263	\$1.532.620	\$1.078.357

* Incluye el factor prestacional

Fuente: Integral S.A., 2021

8.3.5.3.2 Resultados

Teniendo en cuenta la cantidad de empleos a generar por año es posible cuantificar el beneficio de la dinamización de la economía local a partir del diferencial salarial. El valor del impacto para cada año se presenta en la Tabla 8.13, mientras que en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_valoración Económica se presenta la memoria del cálculo y la proyección de los valores anuales en el flujo de caja ambiental.

Tabla 8.13 Valor económico de la dinamización temporal de la economía local

Mano de obra	Etapa Construcción		
	Año 1	Año 2	Año 3
Semi Calificada	\$490.070.496	\$686.098.694	\$490.070.496
No Calificada	\$5.305.515.456	\$7.427.721.638	\$5.305.515.456
Total	\$5.795.585.952	\$8.113.820.333	\$5.795.585.952

Fuente: Integral S.A., 2021

8.3.6 Análisis costo – beneficio

Una vez elaborada la valoración económica de impactos del proyecto, se procedió a realizar el análisis costo beneficio ambiental, el cual corresponde al balance de beneficios y costos generados por el proyecto a la sociedad, con miras a determinar los resultados para la misma, a través de una evaluación ex ante de la implementación del proyecto. Para ello, se reconocen como costos ambientales y sociales los valores económicos de los impactos

monetizados y como beneficios sociales los impactos positivos del proyecto. Dichos costos y beneficios son trasladados al flujo del proyecto como insumos en el análisis costo – beneficio ambiental - ACBA. Véase la Tabla 8.14 y el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_Valoración Económica.

Tabla 8.14 Resumen análisis costo – beneficio

Análisis Costo Beneficio Ambiental	VPN
Beneficios ambientales/sociales	
Dinamización temporal de la economía local (Generación de empleo)	\$18.942.007.897
Total beneficios ambientales	\$18.942.007.897
Costos ambientales/sociales	
Alteración a comunidades de flora	\$85.562.205
Modificación de la cobertura vegetal	\$297.471.824
Total costos ambientales	\$383.034.029
Flujo de caja ambiental	\$18.558.973.867

Fuente: Integral S.A., 2021

8.3.7 Cálculo de criterios de decisión

Para determinar la viabilidad del Proyecto, se calcularon los indicadores de decisión: valor presente neto -VPN del flujo de caja ambiental o flujo económico del proyecto y la relación beneficio costo – RBC. Para su elaboración se toma una Tasa social de descuento del 2%, el soporte de la elección de la tasa se encuentra en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_3_Soporte TSD

De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 8.14, los resultados evidencian un VPN del flujo de caja ambiental positivo que correspondiente a **\$18.558.973.867**, lo que significa que el proyecto renta por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 2%; por su parte, la RBC arroja un resultado equivalente a **49,45**, el cual indica que, los daños ambientales podrían compensarse por los beneficios generados y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

8.3.8 Análisis de sensibilidad

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad para el flujo económico, el cual identifica qué tan sensibles son los indicadores del proyecto (VPN y RBC) a la tasa de descuento, la dinamización de la economía, un incremento en los costos y por último, la sumatoria de todos los escenarios como se muestra en la Tabla 8.15.

Tabla 8.15 Sensibilidad de los indicadores

Escenario	VPN	RBC
Escenario inicial	\$18.558.973.867	49,45
Disminución Tasa Social de Descuento (pasa de 2% a 0%)	\$19.196.486.869	38,75
Disminución de los beneficios (Reducción del 40% en dinamización temporal de la economía local)	\$10.982.170.709	29,67

Escenario	VPN	RCB
Incremento en un 100% en los costos	\$18.175.939.838	24,73
Escenario crítico (sumatoria de los tres escenarios precedentes)	\$10.805.984.607	11,63

Fuente: Integral S.A., 2021

Ante una disminución de la tasa de descuento del 2% al 0% se genera incremento en el VPN y una reducción en la RCB. Por su parte, la reducción del 40% en la dinamización de la economía local, un aumento del 100% de los costos y un escenario crítico que incluye los tres escenarios precedentes disminuye el VPN y la RCB, dichos escenarios siguen prediciendo ganancias en términos de bienestar social. El detalle de los cálculos se presenta detallado en el 3_ANEXOS_EVALUACION_IMP_2_Valoración Económica.