



FORMULAR EL PLAN AMAZÓNICO DE TRANSPORTE INTERMODAL SOSTENIBLE (PATIS) CONSIDERANDO LA INTEGRACIÓN Y COMPLEMENTARIEDAD DE LOS MODOS Y MEDIOS DE TRANSPORTE PARA GARANTIZAR LA CONECTIVIDAD INTRARREGIONAL EN CONVERGENCIA CON LA NACIÓN, APLICANDO UN ENFOQUE DIFERENCIAL SOCIOCULTURAL Y DE SOSTENIBILIDAD INTEGRAL DEL TERRITORIO

DOCUMENTO DE EVALUACIÓN
SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LOS
ESCENARIOS DE SOSTENIBILIDAD
SUBREGIONAL Y DEL PLAN DE
TRANSPORTE.

Versión 3

Contrato de consultoría N° VA-CCON-
037-2021
EPYPSA COLOMBIA

INFORMACIÓN SOBRE CALIDAD

ACTIVIDAD	CARGO	FIRMA	FECHA

CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA DE REVISIÓN	DETALLES	OBSERVACIONES
1	20/12/2022	Entrega versión 1	
2	24/01/2023	Entrega Versión 2	
3	03/02/2023	Entrega versión 3	

CONTENIDO			
1. INTRODUCCIÓN	4	4.3.1.9 Bonos Verdes de Carbono	24
2. PROCESO METODOLÓGICO	4	4.3.1.10 Beneficio Inversión Forzosa (1%)	25
2.1 METODOLOGÍAS A UTILIZAR	5	4.3.1.11 Licenciamiento ambiental y Estudios	25
3. MARCO NORMATIVO Y CONCEPTUAL	6	4.3.1.12 Costos de estudios de viabilidad y gobernanza	25
3.1 EXTERNALIDAD	7	4.3.1.13 Costos de obras de construcción y mantenimiento por modo	26
3.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	7	4.3.1.14 Efecto multiplicador del gasto	26
3.3 CAMBIO CLIMÁTICO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO – GEI	7	4.4 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS INTERNALIZABLES Y NO INTERNALIZABLES	27
3.4 EFECTOS SOBRE EL PAISAJE	7	4.4.1 Análisis de impactos internalizados	28
3.5 IMPACTOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES DE PLANES INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE.	7	5. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL POR ALTERNATIVA	29
3.5.1 Beneficios y Costos de inversiones en infraestructura de transporte.	9	5.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL	29
3.6 TIPOS DE EVALUACIONES	9	5.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA AMBIENTAL: PRECIOS CUENTA	30
3.6.1 Evaluación Financiera	9	6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD E INCERTIDUMBRE	32
3.6.2 Evaluación Económica	9	6.1 SENSIBILIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PLAN: INGRESOS Y EGRESOS	33
3.6.3 Evaluación Social	10	6.2 SENSIBILIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL PLAN: RANGOS DE DEFORESTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN CARRETERAS.	34
3.6.4 Evaluación Ambiental	10	7. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	36
3.7 VALOR ACTUAL NETO	10	8. ANEXOS	37
3.8 EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO	11	9. BIBLIOGRAFÍA	37
3.9 TASA SOCIAL DE DESCUENTO	11		
3.10 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	12	TABLAS	
3.10.1 Valor Económico Total	12	Tabla 1 Criterios de selección de la(s) metodología(s) para la evaluación del Plan	5
3.11 METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	12	Tabla 2 Tasa Social de Descuento según horizonte de inversión	11
3.11.1 Métodos de preferencias reveladas	13	Tabla 3 Categorías del Valor Económico atribuible a recursos naturales	12
3.11.2 Métodos de preferencias declaradas	14	Tabla 4 Disposición a pagar por un cambio positivo o negativo	12
3.11.3 Transferencia de valores o beneficios	14	Tabla 5 Métodos de preferencias reveladas	13
4. COSTOS Y BENEFICIOS AMBIENTALES Y DEL USUARIO	14	Tabla 6 Métodos de preferencias declaradas	14
4.1 MATRIZ DE ALTERNATIVAS	15	Tabla 7 Información general Tramos Viales	15
4.2 ESCENARIOS TERRITORIALES DEL PATIS	16	Tabla 8 Demanda y Oferta a futuro Modo Carretero – Modelo de Transporte PATIS	17
4.2.1 Escenario Tendencial	17	Tabla 9 Demanda y Oferta a futuro Modo Fluvial Pasajeros- Modelo de Transporte PATIS	18
4.2.2 Escenario Sostenible	17	Tabla 10 Demanda y Oferta a futuro Modo Fluvial Carga – Modelo de Transporte PATIS	18
4.3 IMPACTOS DEL PATIS	17		
4.3.1 Beneficios y costos de la evaluación del Plan	19		
4.3.1.1 Turismo	19		
4.3.1.2 Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	20		
4.3.1.3 Productos No maderables	21		
4.3.1.4 Provisión de Leña	21		
4.3.1.5 Provisión de peces	21		
4.3.1.6 Plantas de uso medicinal	22		
4.3.1.7 Fauna de consumo	22		
4.3.1.8 Medidas de Compensación	22		

Tabla 11 Demanda y Oferta a futuro Modo Aéreo – Modelo de Transporte PATIS	18	GRÁFICAS	
Tabla 12 Proyección de visitantes vía turismo	20	Gráfica 1 Descripción de una Inversión en infraestructura de transporte	8
Tabla 13 Tasas de crecimientos anuales visitantes vía turismo	20	Gráfica 2 Criterios de decisión en ausencia de incertidumbre	11
Tabla 14 Ingresos por Turismo. Cifras en millones de pesos	20	Gráfica 3 Clasificación de las metodologías de valoración indirectas	13
Tabla 15 Valor por Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	21	Gráfica 4 Evaluación socioeconómica ambiental del PATIS	14
Tabla 16 Valor por Productos No maderables	21	Gráfica 5 Comparación de Iteraciones en la matriz de alternativas	16
Tabla 17 Valor por Provisión de leña	21	Gráfica 6 Costo de oportunidad – Efecto multiplicador	27
Tabla 18 Valor por Provisión de peces	22	Gráfica 7 Estratificación Socioeconómica en la región PATIS	32
Tabla 19 Valor por Plantas de Uso medicinal	22		
Tabla 20 Valor por Costo Fauna de Consumo	22	ILUSTRACIONES	
Tabla 21 Factor total de compensación por pérdida de biodiversidad en el HLC.	24	Ilustración 1 Elementos fundamentales evaluación socioeconómica	5
Tabla 22 Hectáreas a compensar por corredor	24	Ilustración 2 Impactos de inversiones en transporte	9
Tabla 23 Valor Compensación restauración	24	Ilustración 3 Análisis Gráfico de los escenarios del PATIS	17
Tabla 24 Valor total Compensación Bonos Verdes por tramo	24	Ilustración 4 Impactos del PATIS	18
Tabla 25 Valor compensación Bonos verdes en fase operativa.	25	Ilustración 5 Flujo de ingresos y costos	19
Tabla 26 Valor Compensación por inversión forzosa del 1%	25	Ilustración 6 Propensión Marginal a Consumir ©	27
Tabla 27 Valor Licenciamiento ambiental y Estudios	25	Ilustración 7 Propensión Marginal a Importar	27
Tabla 28 Costos programas de infraestructura y área de actuación de gobernanza del Plan	26	Ilustración 8 Beneficios y Costos del modelo económico y ambiental	29
Tabla 29 Costos de programas de infraestructura, desarrollo y mejoramiento del PATIS	26	Ilustración 9 Fuentes de incertidumbre en el cálculo del VAN	32
Tabla 30 Impactos Internalizables (I) y no Internalizables (NI)	28	Ilustración 10 Salida Informe de Simulación Crystal Ball	33
Tabla 31 Flujo económico y ambiental	30	Ilustración 11 Sensibilización del VAN	33
Tabla 32 Resultados evaluación económica y ambiental	30	Ilustración 12 Sensibilización del VAN # 2	34
Tabla 33 Razones de Precios Cuenta	30	Ilustración 13 Sensibilización de la Razón Costo-Beneficio	34
Tabla 34 Flujo socioeconómico y ambiental: Precios cuenta	31	Ilustración 14 Procesos de deforestación para el desarrollo de actividades económicas	35
Tabla 35 Resultados evaluación socioeconómica y ambiental	31	Ilustración 15 Procesos de deforestación en el entorno de las carreteras	35
Tabla 36 Rangos de variación de las variables críticas	33		
Tabla 37 Sensibilización Razón Beneficio-Costo a partir de rangos de deforestación	36	MAPAS	
		Mapa 1 Tramos del Sistema de transporte Carretero	15

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Contrato de consultoría VA-CCON-037-2021 suscrito entre el Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas y EPYPSA, ESTUDIOS PROYECTOS Y PLANIFICACIÓN S.A, cuyo objeto es “Formular el Plan Amazónico de Transporte Intermodal Sostenible – PATIS, se presenta el producto **“Evaluación socioeconómica y ambiental de los escenarios de sostenibilidad subregional y del plan de transporte”** atendiendo los requerimientos técnicos del proyecto mencionados en el Anexo A “Términos de referencia” para la **“Formulación del Plan Amazónico de Transporte Intermodal Sostenible - PATIS”**.

En este documento se aborda: I. La valoración económica que permitirá evaluar los activos naturales y socioculturales, además de los impactos ambientales en relación a las actividades productivas y de consumo, teniendo como referencia el estimativo económico de los impactos directos e indirectos que el desarrollo del Plan pueda generar. II. La internalización los impactos ambientales en valores que pueden ser comparados e integrados con criterios económicos y financieros (costo-beneficio), como herramienta para la toma de decisiones. III. Los costos ambientales inherentes al desarrollo de los programas y proyectos del Plan, relacionados a:

- Estudios ambientales, licenciamiento y permisos ambientales (DAA, EIA, PAGA, consultas previas, reasentamiento de población; permisos de aprovechamiento y uso de recursos naturales);
- Tecnologías sostenibles de transporte;
- Métodos, materiales y técnicas constructivas más sostenibles ambientalmente;
- Obras de infraestructura verde: pasos de fauna, conectividad, amortiguadores de ruido, seguridad vial, manejo paisajístico, entre otras;
- Vehículos, equipos y maquinaria limpios,
- Implementación de las medidas de mitigación, prevención, reparación, restitución control y compensación prevista en los Planes de Manejo Ambiental;
- Manejo de pasivos ambientales atribuibles al Plan e impactos no previstos;
- Manejo de riesgos atribuibles a la variabilidad climática e implementación de medidas de adaptación, entre otros.

En este sentido, el presente documento se estructura de la siguiente manera: I. Introducción II. Proceso metodológico, III. Marco normativo y conceptual, el cual contextualiza los elementos que estarán sujetos a variaciones por la implementación del PATIS, IV. Los costos y beneficios ambientales y del usuario, V. La valoración económica y ambiental por alternativa, VI. El análisis de la sensibilidad e incertidumbre y VII. Los resultados y conclusiones más relevantes.

2. PROCESO METODOLÓGICO

A partir de un análisis multicriterio se realizó una evaluación de las propuestas alternativas del PATIS donde se definió¹ que: “en el escenario sostenible, la provisión de infraestructura se dará dentro de procesos de planeación en marco de cumplimiento de políticas de sostenibilidad. De esta forma, se impulsará el modo fluvial, mejorando la infraestructura de intermodalidad (muelles y puertos) y realizando procesos de seguimiento y monitoreo de ríos navegables. Se mejorará la infraestructura aérea de carácter local y se deberá priorizar la adaptación de la infraestructura existente para facilita la intermodalidad, tanto en procesos de planeación como construcción”.

Por tanto, desde la perspectiva socioeconómica y ambiental, y de arreglo interinstitucional, se evaluará la viabilidad y pertinencia de la alternativa del escenario sostenible, entendido como la potencialización del modo fluvial, el mejoramiento de la infraestructura aérea local, el mejoramiento de la red vial de los corredores existentes y de los caminos ancestrales con incorporación de Lineamientos de Infraestructura Verde Vial, el mejoramiento de los nodos de interconexión fluvial y carretero y la promoción del desarrollo de infraestructuras logísticas como áreas de consolidación de carga, para el desarrollo integral sostenible del territorio y el cumplimiento de las metas propuestas.

A partir del resultado de encuestas de percepción realizadas en el trabajo de campo donde se evidenció situaciones en donde los costos actuales de transporte aéreo son altos, el servicio de los tres modos es deficiente y no hay cambios en las tarifas actuales las cuales están en función de la Resolución 002889 de 2012. El PATIS determina la necesidad de una operación e infraestructura de transporte que incremente la oferta del servicio incorporando programas como el Fortalecimiento de la operación de transporte aéreo de pasajeros y carga con enfoque social de servicio y accesibilidad, la Revisión de incentivos destinados a la reducción de costos de tarifarios de transporte público aéreo y la estructuración del sistema de transporte público fluvial de pasajeros y carga para la prestación eficiente del servicio. El resultado esperado de dicho estudio, entre otros, será una revisión y/o formulación de un nuevo marco tarifario.

Este documento ofrece una estimación y análisis de los impactos socioeconómicos y ambientales asociados al desarrollo del Plan Amazónico de Transporte Intermodal Sostenible-PATIS, por medio de metodologías aplicables al contexto propio de la región amazónica.

La evaluación determinará la viabilidad económica y financiera del escenario sostenible del PATIS en contraste con el escenario tendencial, sin PATIS, el análisis de beneficio-costos de los beneficios esperados, así como de las mejoras productivas que podrían derivarse de una mejora de la infraestructura fluvial, vial y de puertos aéreos. Asimismo, se tendrá en cuenta la mejora en la calidad de vida de la población rural e indígena de la región beneficiada directa e indirectamente.

La ruta metodológica para alcanzar el objetivo del presente informe inició con el análisis de una amplia bibliografía a disposición en la literatura, entidades nacionales y organismos internacionales, referida a la temática de evaluación socioeconómica y ambiental de planes de transporte uni, multi, e intermodal. Posteriormente se analizaron las metodologías tradicionalmente utilizadas por los organismos regionales para la evaluación de las diferentes tipologías de planes, así como las metodologías de vanguardia que

¹ Producto 6 Planteamiento de Situaciones a Futuro - Página 122

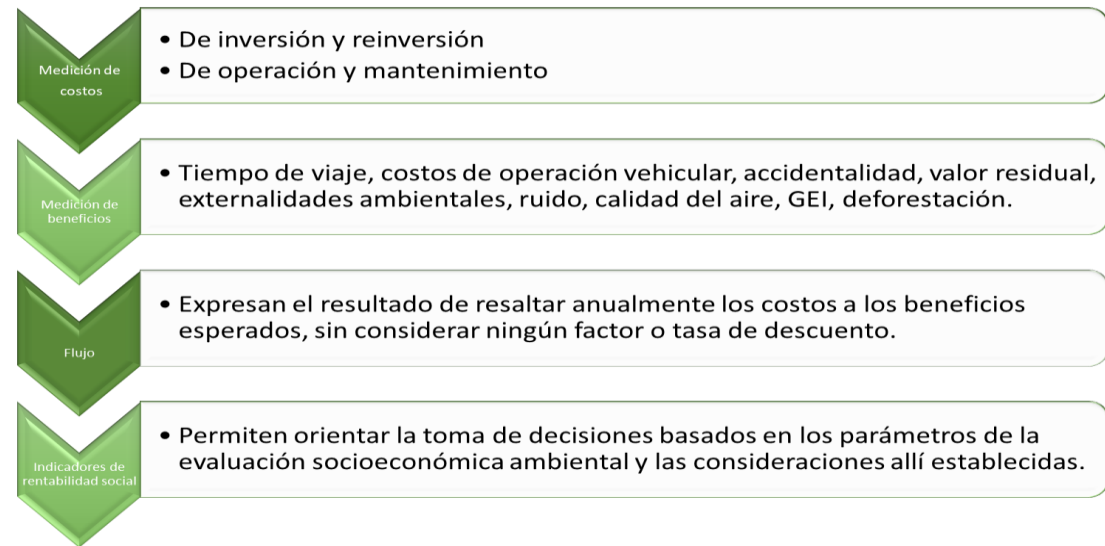
incorporan nuevos: análisis, criterios, métricas, parámetros, etc. Finalmente, y con base en los análisis previos, se sugiere la metodología idónea para el PATIS.

La evaluación económica del plan consiste en un análisis diferencial entre una “situación base o de referencia” sin plan frente a una “situación con plan o intervención” con su subsecuente realización. Existen por lo menos dos maneras equivalentes de realizar la evaluación:

- a) Proyección independiente de los flujos por cada situación: ahorro en tiempo de viaje, evolución de las características de la carretera, variación en el tráfico por modos y medios, ahorro en costos de operación, costos de inversión en nueva infraestructura, costos de mantenimiento, entre otros. A partir de los flujos anuales de costos y beneficios se calculan, entre otros, los siguientes indicadores: - El Valor Actual Neto (VAN). - La Tasa Interna de Retorno (TIR). - La Razón Beneficio/Costo (B/C).
- b) Diferencial entre las situaciones: escenario tendencial y escenario sostenible

A partir de los lineamientos ambientales, sociales y de sostenibilidad, para la actualización de la metodología para estructurar planes regionales de infraestructura intermodal de transporte y movilidad sostenible, los elementos fundamentales de una evaluación socioeconómica de proyectos/planes de transporte son:

Ilustración 1 Elementos fundamentales evaluación socioeconómica



Fuente: Ministerio de Ambiente (2020)

2.1 Metodologías a utilizar

Se realiza un proceso de selección y conveniencia para el desarrollo de la evaluación socioeconómica y ambiental del Plan a partir de la aplicabilidad, restricciones y favorabilidad.

Tabla 1 Criterios de selección de la(s) metodología(s) para la evaluación del Plan

Metodología	Sí	No	Criterio
Directa o de Mercado	✓		Los efectos sobre el Turismo pueden ser valorados a partir de precios de mercado.
Costo de Viaje		✗	Dado que los tiempos de viaje no varían significativamente y el marco tarifario se asume invariante.
Precios Hedónicos		✗	Dado el alcance el Plan, es complejo determinar los cambios en la demanda.
Costos Evitados o Inducidos	✓		Se pueden cuantificar los impactos del escenario tendencial en el ecosistema y asumirlos como “evitados” del escenario sostenible, por ende, un beneficio del mismo.
Costos Potenciales	✓		Se pueden cuantificar los impactos potenciales de restauración, reemplazo y/o compensación de las actividades previstas en el escenario tendencial sobre el ecosistema y atribuirlos como beneficios del escenario sostenible.
Valoración Contingente		✗	Se requiere del desarrollo de cuestionarios o encuestas y posterior aplicación a la población de la región.
Experimentos de Elección		✗	Se requiere la participación de la comunidad potencialmente afectada en la selección de escenarios hipotéticos.
Transferencias de Beneficios		✗	La singularidad del Plan y las connotaciones ambientales y socioculturales limitaron la obtención de estudios similares aplicables.
Efecto Multiplicador	✓		Es una aproximación conveniente para la valoración del impacto económico a nivel agregado del gasto de inversión para los dos escenarios y su comparabilidad.

A partir de la Tabla 1, se determina que las metodologías a utilizar serán las de precios de mercado, costos evitados, costos potenciales y efecto multiplicador.

3. MARCO NORMATIVO Y CONCEPTUAL

La implementación del Plan Amazónico de Transporte Intermodal Sostenible debe estar sujeta al cumplimiento de la normatividad vigente y aplicable, considerando que esta puede sufrir modificaciones de acuerdo al contexto gubernamental que se ejerza en el país. Actualmente es importante resaltar el siguiente marco normativo:

Marco normativo vigente y aplicable



Constitución Política, Inciso Tercero, Artículo 267: el cual establece que la vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en la eficiencia, la economía, la equidad y la valoración de los costos ambientales.



Ley 99 de diciembre 22 de 1993, Título I, Artículo 1, Principio general 7 el cual establece que, el Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables



Ley 42 de 1993, Artículo 46, el cual establece que el Contralor General de la República para efectos de presentar al Congreso el informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente, reglamentará la obligatoriedad para las entidades vigiladas de incluir en todo proyecto de inversión pública, convenio, contrato o autorización de explotación de recursos, la valoración en términos cuantitativos del costo-beneficio sobre conservación, restauración, sustitución, manejo en general de los recursos naturales y degradación del medio ambiente, así como su contabilización y el reporte oportuno a la Contraloría.



Resolución MADS 1084 de 2018, Por la cual se establecen metodologías de valoración de costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se dictan otras disposiciones.



Resolución MADS 256 de 2018 Por la cual se adopta la actualización del manual de compensaciones ambientales del componente biótico y se toman otras determinaciones



Resolución 1478 de 2003, por la cual se establecen las metodologías de valoración de costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.



Resolución orgánica 5544 de 2003, por la cual se reglamenta la rendición de cuenta, su revisión y se unifica la información que se presenta a la Contraloría General de la República, el jefe de entidad, el representante legal, o quien haga sus veces en los sujetos de control de la Contraloría General de la República, son responsables de rendir la cuenta consolidada por entidad sobre sus gestiones financiera, operativa, ambiental y de resultados, la cual para su presentación deberá estar firmada por el representante legal, el jefe de entidad o quien haga sus veces en la misma..



Resolución MADS 1084 de 2018 – Metodología valoración económica..

Por otra parte, es importante contextualizar los efectos que se pueden generar por el desarrollo de la infraestructura de transporte, estos se refieren a las externalidades, la contaminación atmosférica, el cambio climático, los gases de efecto invernadero y el cambio del paisaje que ocasionaran impactos sociales, económicos y ambientales.

En este sentido, se hace necesario considerar las herramientas teóricas y metodológicas que permiten determinar la viabilidad en la planificación de la infraestructura de transporte desde la formulación del PATIS, estas se describen en los tipos de evaluaciones, el valor actual neto, el análisis de coste-beneficio, la tasa social de descuento y los fundamentos de la valoración económica y ambiental descritos a continuación.

3.1 Externalidad

Se definen como los efectos secundarios que causa la actividad de una persona o empresa sin compensación por las consecuencias de su actividad en la sociedad o entorno. Estas pueden ser positivas o negativas. Las positivas, son aquellas que afectan favorablemente a terceros mientras que las negativas afectan desfavorablemente. Cuando existen externalidades el gobierno puede intervenir en el mercado para asignar los recursos de una manera más eficiente. (Tapia, 2015)

Las externalidades ambientales, son una clase particular de efectos externos, internalizar una externalidad, supone entonces cuantificar e integrar sus costes en la actividad económica la pérdida o ganancia de un recurso y en su caso la reparación del daño causado (Delacámara, 2018).

3.2 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica puede ser definida como la presencia de partículas o productos gaseosos en el aire, los cuales pueden representar un riesgo, daño o molestia para los seres vivos en general, incluyendo el hombre, que se encuentran expuestos a dicho ambiente (IDEAM, n.d.). Las fuentes de contaminación atmosférica pueden ser naturales o antropogénicas según intervenga o no el ser humano. Estas últimas a su vez se pueden clasificar en fijas o móviles dependiendo su fuente de emisión, siendo el parque automotor el principal causante de la contaminación móvil, debido a uso de motores de combustión interna que son alimentados principalmente con combustibles fósiles, los cuales liberan al medio óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles (Malagón, 2011).

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera tienen unos efectos bien conocidos, pero no adecuadamente cuantificados, sobre la naturaleza. Los ecosistemas acuáticos se ven afectados por la deposición de ácidos generados en la atmósfera, lo cual altera el pH en ríos y lagos perturbando los ciclos de reproducción y sobrevivencia de peces y anfibios. Por su parte en ecosistemas terrestres se cree que la lluvia ácida provocó la llamada "muerte de los bosques", que es un fenómeno que sufre el arbolado en zonas templadas y que se empezó a observar en Alemania en los años 70. La lluvia ácida genera afectación sobre la superficie foliar impidiendo la realización de la fotosíntesis y, por otro, provoca la lixiviación en el suelo de los nutrientes que necesitan las plantas, lo cual hace más vulnerable a los organismos a plagas y sequías. Adicionalmente en los ambientes urbanos, genera la corrosión de materiales en edificios y obras de arte situadas a la intemperie (Malagón, 2011), que se puede ver incrementado por el desarrollo de planes de transporte (De Rus et al., 2020)

Por su parte la contaminación atmosférica también presenta afectaciones sobre la salud de las personas. El aumento de emisiones contaminantes se ha relacionado al aumento de enfermedades relacionadas a la función pulmonar y ataques cardíacos. Niveles altos de contaminación atmosférica según el Índice de Calidad del Aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca, y con especial afectación sobre personas de la tercera edad y niños (Ataz & Morales, 2004).

3.3 Cambio climático y gases de efecto invernadero – GEI

Los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera y que contribuyen a mantener el calor sobre la superficie terrestre, ya que interceptan y reflejan la radiación emitida por el planeta tierra. Su presencia es fundamental para la vida, ya que contribuyen al balance energético terrestre y por lo tanto a mantener una estabilidad climática. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (Benavides Ballesteros & León Aristizábal, 2007).

El aumento prolongado de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en los últimos 150 años, ha llevado a un desbalance energético, produciendo un calentamiento de la superficie terrestre, que finalmente ha llevado a un periodo de cambio en el clima a escala global. De acuerdo con la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (Benavides Ballesteros & León Aristizábal, 2007; Velasco Munguira & Rodríguez Camino, 2018).

El impacto de las actividades de transporte sobre el cambio climático se asocia principalmente con la generación de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) o el óxido nitroso (N₂O) producidos por motores de combustión interna. Su evaluación es compleja, ya que los efectos generados pueden verse reflejados a largo plazo y además son de diferente naturaleza, lo cual dificulta su estandarización y el establecimiento de la relación causa-efecto (de Rus et al., 2020).

3.4 Efectos sobre el paisaje

La afectación sobre la naturaleza es uno de los principales impactos de los planes/proyectos de infraestructura, entre ellos los sistemas de transporte. El documento *Handbook on the external costs of transport* (Essen et al., 2019) agrupa los principales efectos negativos del transporte sobre la naturaleza y el paisaje en tres categorías: pérdida del hábitat como consecuencia del uso del suelo por parte de la infraestructura, la fragmentación del hábitat que deriva en una separación de la fauna y la flora, por ejemplo con la construcción de una carretera, y finalmente, la degradación del hábitat por la emisión de contaminantes tanto al aire, como el suelo y el agua.

3.5 Impactos económicos, sociales y ambientales de planes infraestructura de transporte.

Los planes de transporte a gran escala por su relevancia en la producción nacional, la conectividad y la competitividad, tienen repercusiones económicas y sociales como el crecimiento y/o el desarrollo económico, la accesibilidad, la equidad social, la mejora en la calidad de vida y la protección del medio ambiente, entre otros.

Según Cascajo (2004) las inversiones contempladas en las políticas de transporte se enfocan y miden principal y tradicionalmente factores **económicos** y de competitividad (crecimiento económico) como fuerzas impulsoras para gobiernos nacionales en su definición de políticas. Además, se puede añadir el hecho de que la generación actual es la primera en haber tenido acceso casi ilimitado al vehículo privado y que a su vez ha gozado de unos elevados niveles de movilidad (Banister, D. and Berechman, J., 2000a).

En segundo orden, se evalúa el impacto **social** con respecto a la equidad, vista como la distribución social y espacial de costos y beneficios para la sociedad. Esto se logra a partir de la provisión de medios de transporte a la población que no tienen acceso al vehículo privado o al transporte público, principalmente aquellos ubicados en las áreas remotas y de periferia, aun cuando los proyectos que permitan este logro representen bajos rendimientos desde la perspectiva económica con lo cual el gobierno deberá sopesar los beneficios que producen sobre el desarrollo regional y la mejora de los niveles de accesibilidad. El concepto de accesibilidad es adecuado para determinar el grado con el que las actuaciones en el sistema de transporte apoyan a la política territorial y urbana, en la medida en que permite establecer la posibilidad de acceso de toda la población a las zonas de concentración de oportunidades (MIFO, 1996).

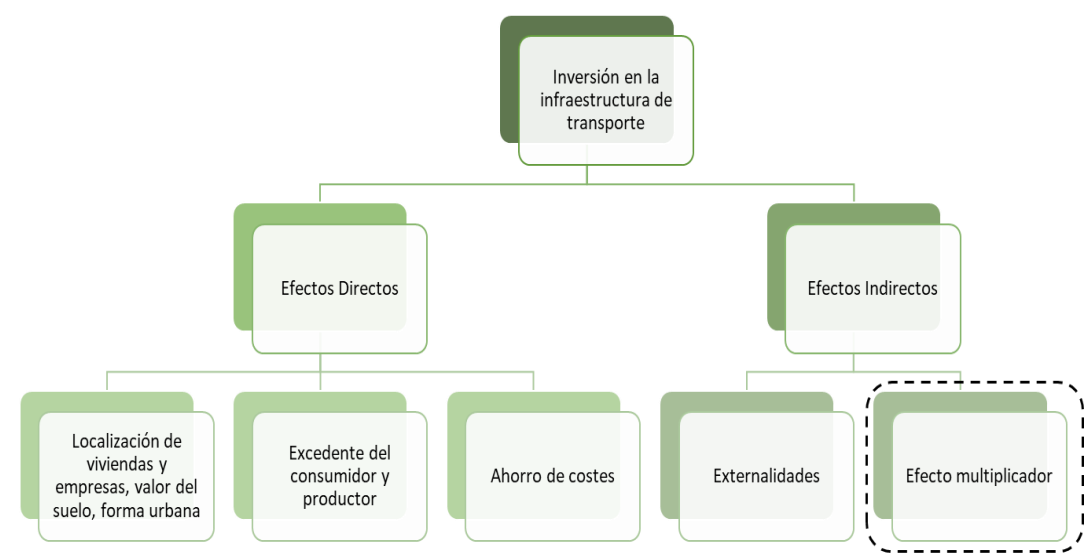
Por último, la más reciente incorporación a la evaluación de planes y/o proyectos de transporte es el factor **medioambiental** en paralelo al interés que ha supuesto el concepto de desarrollo sostenible, cuya aproximación inicial se centra en la reducción o estabilización de CO₂, ruido, impacto visual y contaminación atmosférica.

La estabilización de las emisiones de dióxido de carbono requiere la combinación de un uso más eficiente del combustible, una menor cantidad y una disminución de la longitud de los viajes motorizados, y un reparto modal en favor de los modos menos contaminantes, como son los modos *soft* (a pie y en bicicleta) o los modos fluviales y ferroviarios (Cascajo, 2004).

En definitiva, hay que invertir en aquellas oportunidades, bien sean planes generales o proyectos más concretos, que conduzcan al **desarrollo económico**, que proporcionen unos claros beneficios ambientales y que permitan una distribución más equitativa de todos estos beneficios, lo que se conoce como la situación “win-win-win” (Banister, D. and Berechman, J., 2000b).

La implementación de un plan o proyecto de transporte puede tener influencia positiva o negativa sobre la economía. Un mejor estadio en términos de bienestar es aquel donde los beneficios sean mayores que los costes. La evaluación económica valora dicha mejora o desmejora en el bienestar, y para ello, recoge todos los efectos y los hace comparables incluso si éstos se refieren a temas sociales o ambientales.

Gráfica 1 Descripción de una Inversión en infraestructura de transporte



Fuente: EPYPSA a partir de Banister, D. & Berechman, J. (2000)

Existen varias técnicas-métodos para la evaluación de inversiones de transporte. Están las técnicas que buscan monetizar los impactos, donde se puede encontrar el análisis financiero, el análisis costo-eficiencia y el análisis costo-beneficio, siendo este último el más utilizado.

Por otra parte, se encuentran las metodologías basadas en los análisis multicriterio, que buscan cuantificar los impactos, pero no necesariamente en términos monetarios sino a partir de procesos analíticos jerárquicos (AHP² -Por sus siglas en inglés), los modelos aditivos lineales y análisis basados en la teoría multiatributo.

Existen marcadas diferencias entre los dos métodos. Entre ellas, la más destacada es que en el análisis coste-beneficio, el analista atribuye pesos a varios objetivos y es responsable de la agregación de los efectos del proyecto, mientras que en el análisis multicriterio el decisor es el que asigna los pesos a los objetivos y además está involucrado en la fase de evaluación final (ECMT, 2001).

Una breve revisión por las metodologías y/o estudios sobre evaluación de inversiones en transporte, Programas Marco IV y V, en la Unión Europea³, destaca que los proyectos ASTRA, EUNET/SASI, ECOPAC, TRANS-TALK y TRANSECON, obtienen los siguientes impactos coincidentes en las inversiones en transporte y los dividen en: directos, socioeconómicos indirectos⁴ y ambientales (Ver Ilustración 2).

² Analytic Hierarchy Process
³ La mayoría de estas investigaciones y/o desarrollos se basan en el análisis *ex post* de las inversiones en transporte.
⁴ Muchos autores proponen combinar los métodos de encuestas, modelos y casos de estudio para este tipo de efectos.

Ilustración 2 Impactos de inversiones en transporte

Directos	Indirectos	Ambientales
<ul style="list-style-type: none">Costes de InversiónCostes de Operación: Infraestructura, mantenimiento y vehículosIngresos tarifariosTiempos de viaje (motivo trabajo y otros)Costes de accidentesCalidad del servicio (frecuencia, fiabilidad)	<ul style="list-style-type: none">Producción (PIB)Empleo (puestos de trabajo creados/km)Usos del suelo (eficiencias)Movilidad estratégica (accesibilidad y cohesión social)Beneficios económicos regionalesTurismo	<ul style="list-style-type: none">Contaminación atmosférica local y globalCambio climáticoPaisajeOcupación del sueloLugares singularesEfectos barreraContaminación del agua Impactos ecológicos

Fuente: EPYPSA, a partir de Cascajo (2004)

En síntesis:

- Los diferentes métodos incorporan una mezcla de impactos monetizados (cuantitativos) e impactos en términos cualitativos.
- No existe uniformidad en el uso de los métodos a través de los países más allá que los impactos directos suelen monetizarse y los sociales y ambientales no, sin ser una regla general.
- El análisis multicriterio (cualitativo) complementa al análisis tradicional como es el costo-beneficio.

3.5.1 Beneficios y Costos de inversiones en infraestructura de transporte.

La determinación de los impactos directos, indirectos y ambientales de planes/proyectos de transporte se traducen específicamente en la identificación de los principales beneficios y costes, así:

- Reducción en tiempo total de viaje por factores como aumento en la velocidad, variación de las frecuencias, reducción en congestión, entre otras. (combustible, tiempo de usuarios)
- Ahorros en los costes operativos de la infraestructura, de los vehículos e instalaciones. producto de los efectos del proyecto o intervención en los mercados relacionados.
- Mejoras en la calidad o fiabilidad del servicio y/o sistema de transporte existentes.
- Disposición a pagar del tráfico de la nueva o mejorada infraestructura.
- Reducción de accidentes y pérdida de vidas.
- Externalidades (positivas y negativas).
- Costos de inversión.

- Costos de operación.
- Variación en los costes de mantenimiento.
- Variación en la calidad del aire y efectos (positivos y negativos) medioambientales en general.

El ahorro de costos de viaje corresponde a la diferencia de costos entre las situaciones sin y con plan, lo cual corresponde a la variación en el excedente del consumidor con demanda elástica entre el par origen-destino respectivo.

3.6 Tipos de evaluaciones

Existen diferentes tipos de evaluaciones de proyectos y/o inversiones según la finalidad y propósito de los resultados de estas: rentabilidad financiera del empresario, planificación económica de inversiones (política pública), rentabilidad social (equidad) y desarrollo sostenible.

3.6.1 Evaluación Financiera

Se basa en la comparación de flujos de ingresos y gastos a precios de mercado durante la vida útil del proyecto entre las situaciones “con y sin” plan. Se miden los efectos sobre la situación financiera de la empresa o concesionario en particular, incluyendo no sólo los costes reales de los factores, bienes y servicios, sino también se contempla la carga impositiva. Al final, mediante la determinación del valor presente de los flujos se calculan indicadores de rentabilidad financiera que miden la contribución del proyecto a la rentabilidad y/o viabilidad financiera para un agente económico en particular.

3.6.2 Evaluación Económica

Pretende evaluar el aporte del plan y/o inversión a la maximización del excedente de los consumidores (usuarios) y productores. La comparación en la evaluación económica se basa en los beneficios y costos entre las situaciones “con y sin proyecto” valorados en términos de eficiencia económica, a saber, como costes de oportunidad.

La evaluación de planes desde una perspectiva económica tiene un planteamiento más amplio que la visión puramente financiera, responde a la pregunta de qué gana la sociedad en términos netos cuando se lleva a cabo un proyecto de inversión determinado.

Beneficios económicos: Impactos positivos económicamente cuantificables que repercuten en cada alternativa de inversión en términos diferenciales. Se pueden clasificar en dos grupos: impactos sobre el tránsito vehicular e impactos sobre otros usuarios además del valor residual (o salvamento) considerando la vida útil de cada alternativa.

Costos de inversión: Recursos necesarios para la construcción de obras, mantenimiento y sistemas operativos. Estos términos son evaluados desde el coste diferencial entre la situación base y la situación con plan.

3.6.3 Evaluación Social

Se enfoca en criterios de distribución del ingreso (equidad) desestimando criterios de eficiencia económica. Dichos criterios pueden estar guiados por distribución geográfica y espacial de la renta, niveles de renta de la población, reparto entre consumo e inversión, reconocimiento de diversidades étnicas, mejoras en la calidad de vida, entre otros.

Requiere un criterio de elección más exigente y que consiste en que, cuando se trata de aceptar o rechazar un proyecto, los beneficios sociales que genere deben superar a los costes sociales. El cálculo del beneficio social **NO** es independiente del análisis financiero, dado que, para unos valores dados de población y renta, el precio que se fije por el uso de la instalación determina la cantidad demandada y por tanto los beneficios y costes sociales.

Existen dos procedimientos alternativos para determinar el cambio en el excedente social ligado a la realización de proyectos o intervenciones.

1. Calcular la suma de las variaciones en los excedentes obtenidos por los diferentes grupos sociales afectados por el proyecto: Para cada grupo social se calcula la diferencia entre lo que gana y lo que pierde cada agente con la ejecución del proyecto y se suman.
2. Calcular los cambios en la disposición a pagar y en la utilización de recursos por parte de los implicados en el proyecto: empresas privadas, gobierno, etc.

Los impactos sociales por lo general no son recogidos en la evaluación económica, por tanto, su identificación, selección y cuantificación es un apartado complementario. Algunos de estos impactos pueden ser: efectos sobre peatones y bici usuarios (no incluidos en la evaluación económica), efectos sobre los diferentes grupos étnicos que habitan la zona de intervención, cambios en las condiciones sociodemográficas de los agentes, variación de los índices de morbilidad causado por la reducción de siniestralidad, cambios en el uso del suelo, expropiaciones, entre otros.

3.6.4 Evaluación Ambiental

La ciencia económica se dedica a establecer métodos de valoración en términos monetarios para cuantificar, entre otros, el deterioro o impacto ambiental de proyectos de inversión.

El principal objetivo de la evaluación económica ambiental es valorar el medio ambiente evidenciando su “valor” como bien público de libre acceso. La primera aproximación al valor se basa en la precisión de cuál es la disponibilidad de pagar de las personas por el bien. Este tipo de bienes por lo general conllevan algún tipo de externalidad e inhiben al mercado como referente del nivel óptimo del precio y de cantidad a asignar en la sociedad, creando la necesidad de alternativas de valoración económica ante esas “fallas de mercado”.

La valoración económica ambiental pretende obtener una medición monetaria de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona, o un determinado colectivo, experimenta a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dicha persona o colectivo (Raffo, 2015).

La valoración ambiental busca aportar una medición monetaria o económica a los servicios o beneficios que obtenemos de la naturaleza. De esta manera, pretende asignar valores cuantitativos a la ganancia o

pérdida del beneficio o utilidad para una persona, o un determinado colectivo, como resultado de una mejora o perjuicio de un activo ambiental (Raffo Lecca, 2015). El desarrollo de proyectos de transporte y movilidad, deben contener una valoración económica, financiera, pero además ambiental, que permita establecer los impactos ambientales y el costo de estos, para calcular el beneficio que realmente proporcionan a la sociedad (Cascajo, 2004).

Dentro de los aspectos a tener en cuenta en la valoración ambiental de un proyecto de transporte, se tiene en primer lugar los efectos sobre la contaminación sobre la calidad del aire y su efecto sobre la salud humano, en segundo lugar, los efectos de la emisión de gases de efecto invernadero y su contribución del cambio climático y finalmente la afectación que este tipo de proyecto y la infraestructura puede conllevar sobre el paisaje y los ecosistemas.

La imputación de valores monetarios a los efectos positivos y negativos (externalidades) de los proyectos de transporte sobre el medioambiente se mueven en un péndulo desde el extremo de quienes consideran la monetización de bienes ambientales como el inicio de su degradación hasta quienes consideran que el medioambiente es un bien más sobre el cual los agentes fijan preferencias y por consiguiente es susceptible de asignar un valor monetario.

El objeto de este producto explícitamente delimita el tipo de evaluaciones a desarrollar para el PATIS, esto es, evaluación económica, social y ambiental del Plan.

3.7 Valor Actual Neto⁵

Cuando se calcula el valor de un costo, o beneficio, en términos de efectivo de hoy, se hace referencia a éste como el valor presente (VP) o valor actual (VA). De manera similar, se define el valor actual neto (VAN), de un proyecto, o inversión, como la diferencia entre el valor presente, de sus beneficios, y el valor presente, de estos costos, así:

$$VAN = VA \text{ (Beneficios)} - VA \text{ (Costos)}$$

El VAN es un parámetro y/o criterio tradicional de toma de decisiones de inversión y sirve para valorar en términos monetarios en el periodo 0. Si el VAN de un proyecto particular es mayor a 0 significa que a precios de hoy el proyecto genera valor, por tanto, es viable financieramente y debe llevarse a cabo.

En caso contrario, significa que los beneficios del proyecto a precios de hoy no logran cubrir los costos asociados al mismo y desde una perspectiva financiera no debería ejecutarse, empero, existen evaluaciones sociales de proyectos que podrían poner en marcha proyectos con VAN negativo asumiéndose por el Estado la diferencia como subsidio dadas las implicaciones sociales y en términos de bienestar.

A continuación, se presenta el esquema general de toma de decisiones de inversión a partir del Valor Actual Neto (Ver Gráfica 2).

⁵ En la literatura financiera también se emplea el término de Valor Presente Neto siendo equivalentes.

Gráfica 2 Criterios de decisión en ausencia de incertidumbre



Fuente: EPYPSA a partir de CEDEX (2010)

3.8 El Análisis Coste-Beneficio

El análisis coste-beneficio es una aplicación de la economía para la toma de decisiones sobre la realización o no de proyectos de inversión, con rigor teórico, pero respondiendo a problemas prácticos con información incompleta e imperfecta y con recursos limitados para realizar el trabajo. Su finalidad, además, es aportar información económica sobre los proyectos, este análisis requiere además de la identificación los impactos positivos y negativos más representativos del proyecto, su posterior Valoración Económica para así identificar si la implementación genera ganancias o pérdidas para el bienestar social.

Este análisis consiste básicamente en la estimación de los beneficios sociales, así como los costes sociales del proyecto, posteriormente se estima el beneficio social neto a partir de la diferencia entre los beneficios y costes sociales. (De Rus, G., 2001). La diferencia fundamental con el análisis financiero es que en éste se comparan los ingresos con los costes generados durante la vida del proyecto, siendo su diferencia el valor actual neto (VAN), o beneficio del proyecto (Cascajo, 2004. Pág. 50).

El análisis coste-beneficio está basado en la teoría del bienestar, es decir, que el objetivo de todos los proyectos debe maximizar el bienestar de toda la sociedad. Este análisis se utiliza principalmente para la evaluación de futuras inversiones, y su resultado indica qué alternativa, de entre las propuestas, es la más preferible en cuanto al criterio de rentabilidad (ECMT, 2001). La aplicabilidad y aceptación de este análisis radica en que pueden evaluar todos los impactos de un proyecto de inversión y asignarles un valor

monetario, proporcionando además una aproximación de los impactos distributivos, las alternativas en términos relativos y la incertidumbre.

Es una herramienta para la evaluación de proyectos que permite cuantificar los beneficios netos teniendo en cuenta las pérdidas y ganancias por los cambios generados en el ambiente y bienestar social (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.). Para su aplicación, es necesario enumerar y evaluar los beneficios y los costos más representativos de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental, y compararlos.

Incorporar al análisis coste-beneficio los **efectos red** o sinérgicos y aquellos difíciles de expresar en términos monetarios lo haría más exhaustivo sobre todo en planes y/o proyectos donde estos factores son tan ponderables como los puramente económicos y/o cuantificables.

3.9 Tasa Social de Descuento

La determinación de la tasa de descuento es crucial en la valoración de cualquier activo y/o proyecto, ésta determina el valor presente de los flujos de caja en el horizonte de proyección. Existen diversas aproximaciones acerca de qué debe reflejar una tasa de descuento desde una perspectiva socioeconómica y ambiental. Por ejemplo, la tasa social de descuento (TSD) debe considerar la preferencia de la sociedad entre consumo presente y consumo futuro.

Los criterios para establecer la Tasa Social de Descuento -TSD son:

- a. El tipo de interés de mercado (rendimiento de deuda soberana a largo plazo)
- b. La tasa marginal de preferencia temporal
- c. La tasa marginal de productividad del capital

En un mercado de capitales perfecto, dichas tasas son iguales, no obstante, en la práctica existen restricciones tales como: los impuestos, subsidios, monopolios, entre otros, que hacen que sean disímiles.

El Departamento Nacional de Planeación de Colombia, a través de la Resolución 1092/22, ha establecido una TSD del 9% anual efectiva para proyectos de inversión del sector público, excepto para proyectos ambientales con interpretación en términos reales para su aplicación. El Artículo 2 de esta resolución establece un rango de TSD según el horizonte de inversión. Tabla 2

Tabla 2 Tasa Social de Descuento según horizonte de inversión

TSD (%)	Horizonte de Evaluación del Proyecto (Años)
9.50%	0-5
6.40%	6-25
3.50%	26 - en adelante

Fuente: Resolución 1092/22 DNP

3.10 Fundamentos teóricos de valoración económica ambiental

La valoración económica no incluye solo los beneficios o costos asociados al consumo o uso del ambiente, sino que además considera los valores asociados a la opción de disfrutar el recurso a futuro, sin discriminar si se hace o no realidad.

3.10.1 Valor Económico Total

La literatura define los beneficios asociados con la existencia de una especie en su respectivo hábitat. Esto implica la obtención del VET (Valor Económico total), el cual comprende el Valor de uso (VU) y el valor de No uso (VNU) del recurso, valor de existencia (VE) y valor de legado (VL) y busca abarcar los valores que son monetizables y no.

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI + VO) + (VE + VL)$$

A continuación, se describen las Categorías de valoración económica para los recursos naturales según Pearce y Morán (1994) en su trabajo Valoración Económica de la Diversidad. Tabla 3.

Este conjunto de técnicas y métodos permiten cuantificar los beneficios y costos derivados de:

- El uso de un activo ambiental
- Realización de una mejora ambiental
- Generación de un daño ambiental

Tabla 3 Categorías del Valor Económico atribuible a recursos naturales

Valor de Uso			Valor de No Uso	
Uso directo	Uso indirecto	Valor opción	Valor de legado	Valor de existencia
Productos directamente consumibles	Beneficios derivados de funciones ecosistémicas	Valores futuros directos e indirectos	Valores de Uso y No Uso del legado ambiental	Valor de conocer que todavía existe un componente del medio ambiente
Alimentos, biomasa, recreación, salud, entre otros	Control de clima, de suelos, de reciclaje, de nutrientes, entre otros	Bioprospección, conservación de hábitats, entre otros	Prevención de hábitats, de cambios irreversibles, entre otros	Hábitat, especies, genes, ecosistemas, entre otros

Fuente: Pearce, David W. y D. Morán (1994).

Los métodos de valoración ambiental estiman la disposición a aceptar una compensación por una variación negativa en un bien ambiental o la disposición a pagar por un cambio positivo Tabla 4.

Tabla 4 Disposición a pagar por un cambio positivo o negativo

Métodos de Mercado o directos	Métodos de no mercado o indirectos	Transferencia de valores o beneficios
<ul style="list-style-type: none">- Costos de oportunidad- Productividad marginal- Gastos en mitigación- Gastos en salud	<p>Preferencias reveladas: estimación de precios sombra a partir de otros bienes (Proxy). (Ver Tabla 5)</p> <p>Preferencias declaradas. Simulación o creación de un mercado hipotético. (Ver Tabla 6)</p>	Estimaciones de otros estudios de problemáticas similares reconocidos científicamente

Fuente: Pearce, David W. y D. Morán (1994).

3.11 Metodologías de Valoración Económica Ambiental

Como se observa en la Gráfica 3, las metodologías de Valoración Económica Ambiental indirectas se clasifican en dos grandes grupos: 1) las basadas en **preferencias reveladas**, que identifican los valores a través de información de mercados relacionados indirectamente con los servicios ecosistémicos; y 2) las de **preferencias declaradas**, que acuden a interacciones directas con las personas para obtener el valor económico de servicios ecosistémicos MINAMBIENTE (2018). El método de **transferencia de valores o beneficios** no se enmarca en ninguno de las clasificaciones antes mencionada:

Gráfica 3 Clasificación de las metodologías de valoración indirectas



Fuente: EPYPSA a partir de MINAMBIENTE (2018)

A continuación, se presentará una descripción de los métodos más utilizados de dichas clasificaciones.

3.11.1 Métodos de preferencias reveladas

En la Tabla 5 se describen los métodos de preferencias reveladas.

Tabla 5 Métodos de preferencias reveladas

Método	Descripción
Costo de viaje	Se utiliza para estimar los valores de uso asociados a los ecosistemas o de los sitios que se utilizan para la recreación a los cuales la gente viaja para la caza, la pesca, el senderismo, o ver la vida silvestre, que brindan servicios de recreación y esparcimiento a las familias. La premisa básica de este método es que el tiempo y los gastos de viaje que incurren las personas para visitar un sitio representa el "precio" de acceso al sitio (Birol et al., 2006)
Precios Hedónicos	El método de precios hedónicos establece una relación entre el precio de un bien heterogéneo y las características diferenciadoras que él contiene. La demanda de servicios puede estar reflejado en los precios que la gente va a pagar por los bienes asociados (De Groot et al., 2002).
Costo Evitados o Inducidos	Representa los servicios que permiten a la sociedad evitar los costos que se habría incurrido en la falta de estos mismos servicios (De Groot et al., 2002). El método del costo del daño evitado usa el valor de la protección a la propiedad o el coste de las acciones tomadas para evitar daños como una medida de los beneficios proporcionados por un ecosistema (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003). Dentro de las metodologías específicas se encuentran: Cambios en la productividad, costos de producción y Costos en Salud ⁶ .
Costos ⁷ Actuales o Potenciales	Parten de la estimación de los costos/gastos en los que incurrirían las personas para prevenir, restaurar, reemplazar o mitigar los cambios en dichos parámetros.

Fuente: EPYPSA, 2022

⁶ Los cambios en el medio ambiente pueden afectar la salud del ser humano en una amplia variedad de formas. Por ejemplo, cambios en la frecuencia de la enfermedad, incremento en la presencia de síntomas o aumento en el riesgo de contraer una enfermedad y muerte prematura. Así mismo, pueden presentarse efectos positivos sobre la disminución del riesgo de contraer una enfermedad y/o aumentar la expectativa de vida de la población (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).

⁷ También denominados "Gastos" en algunos documentos para claridad conceptual.

3.11.2 Métodos de preferencias declaradas

La Tabla 6 describe los métodos de preferencias declaradas

Tabla 6 Métodos de preferencias declaradas

Método	Descripción
Valoración Contingente	El propósito del método de valoración contingente es obtener preferencias de los individuos, en términos monetarios, en cuanto a los cambios en cantidad o calidad de los recursos ambientales no mercadeables (Birol et al., 2006). Vásquez, F., et al (2007a) también se refieren como al modelo hipotético debido a la forma en que los investigadores obtienen el valor económico que los individuos le asignan a un bien. Estos autores explican que el procedimiento estándar consiste en el diseño de un cuestionario en el que se describe a los entrevistados un determinado bien ambiental. Así mismo, se construye un escenario donde se provee el bien por valorar, definiendo claramente las distintas alternativas y los derechos de propiedad.
Experimento de elección	<p>El método de experimentos también llamado Conjoint es similar a la metodología de valoración contingente, debido a que puede ser utilizado para calcular el valor económico total de cualquier bien o servicio ambiental, mediante el diseño de un mercado hipotético, a partir del cual los individuos toman decisiones. Sin embargo, la diferencia entre estas metodologías radica en que el primero no pide directamente a las personas que expresen sus valores en términos monetarios. Por el contrario, los 21 valores son deducidos de las opciones hipotéticas o las elecciones que las personas hacen (Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Andes, n.d.).</p> <p>El método consiste en presentar a la persona entrevistada una colección de alternativas, y pedirle que las ordene de más o menos preferida. Estas alternativas se componen, generalmente, de una combinación de calidad ambiental y un precio que habría que pagar para conseguirla (Azqueta, 1995)</p>

Fuente: EPYPSA, 2022

3.11.3 Transferencia de valores o beneficios

El método de la transferencia de valores ambientales, también conocido como el Método de Transferencia de Beneficios, no es una técnica en sí misma como las metodologías tradicionales de valoración económica, sino que consiste en la utilización de los valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto determinado para evaluar los beneficios de un bien similar bajo un contexto distinto, del cual se desconoce su valor (Desvouges, Naughton, & Parsons, 1992).

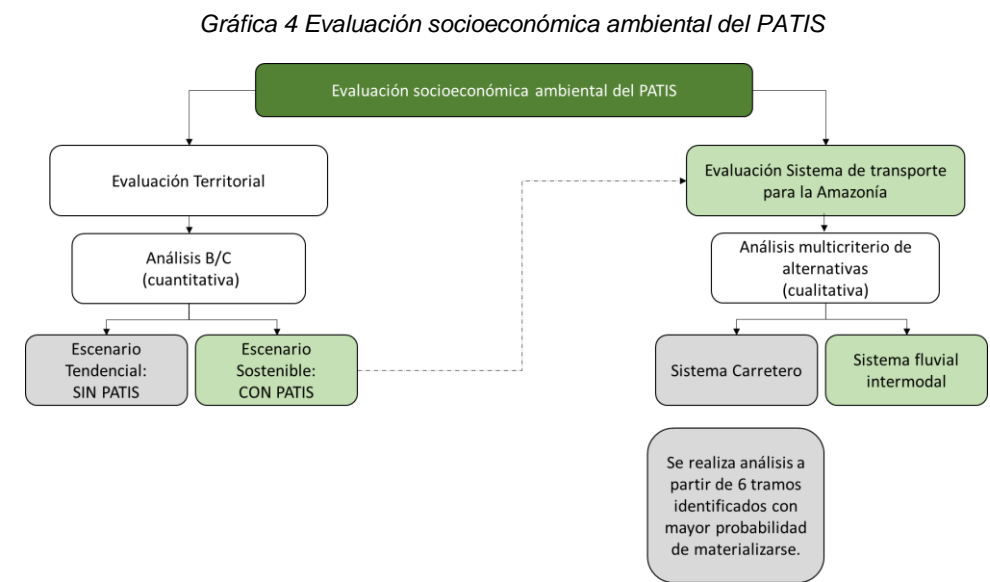
Según Brookshire, et al. (1992), la transferencia de beneficios puede ser dividido en tres tipos principales:

- **La transferencia de valores fijos:** Los beneficios totales del sitio donde se va a establecer la política se estiman tomando los valores por unidad promedio provenientes de los datos de un sitio de estudio. Por ejemplo: los beneficios totales de pescar en un sitio, donde se va a establecer una política, pueden estimarse por la multiplicación de algún valor promedio por día de pesca, en un sitio de estudio, con el total de los días de dicha actividad en el sitio de la política (Osorio Múnera, 2006).
- **Juicio de especialista:** En este método los beneficios totales del sitio donde se va a establecer la política se estiman tomando los valores por unidad provenientes de un juicio de especialista o de un proceso de opinión. Los valores a transferir pueden ser derivados a partir de la evidencia empírica en la literatura, por opiniones de expertos o por selección política (Osorio Múnera, 2006).

Según Rosenberger, et al (2003) esta forma de selección es sesgada y tiende a sobrestimar los valores.
- **Modelos estimadores de valor:** En el método modelos estimadores de valor, los modelos estimados, provenientes desde un sitio de estudio, son usados con datos de variables explicativas recogidos en el sitio donde se va a establecer la política para estimar el valor por unidad y el valor total del sitio de la política (Osorio Múnera, 2006).

4. COSTOS Y BENEFICIOS AMBIENTALES Y DEL USUARIO

En el presente capítulo se exponen por una parte los resultados de la matriz de alternativas con respecto al sistema de transporte que debe considerarse en el ámbito de la Amazonía y del PATIS y de otra, los beneficios y costos, derivados de los impactos para cada uno de sus escenarios territoriales Gráfica 4.



Fuente: EPYPSA, 2022

4.1 Matriz de Alternativas

Basados en el escenario sostenible del PATIS y los impactos asociados, resulta importante determinar la alternativa de sistema de transporte que complemente las necesidades particulares del territorio. Es por esto que se realizó una matriz multicriterio de alternativas articulando el análisis de los cinco componentes de estudio: Transporte, Territorial, Ambiental, Sociocultural y Económico productivo.

Para esto se evaluaron dos alternativas:

- Sistema carretero:** Se caracteriza por ser un sistema netamente carretero que compite con el modo fluvial y que pretende conectar todos los asentamientos poblacionales en zonas urbanas o rurales, permitiendo así aumentar la accesibilidad en toda la extensión del territorio, pero también promoviendo la expansión demográfica y la amenaza por deforestación.

En este sentido, y a partir de antecedentes como:

- El CONPES 4106 del 2022 en donde mencionan la necesidad de complementar la conectividad en los departamentos del Guaviare, Meta, Casanare y Guainía por medio de la optimización de ejes viales como la ganadera y así aumentar la competitividad en la región de los llanos,
- El plan vial departamental del Amazonas cuya expectativa de alguna manera polémica propone el proyecto de la ruta nacional 85 en donde inicialmente se plantea la conexión de Leticia a Tarapacá con la intención de extenderla incluso hasta Mitú y
- La percepción de las comunidades en los talleres regionales.

Se logró identificar cuáles tramos en la Amazonía Colombiana, tienen una mayor probabilidad de materializarse (Ver Tabla 7 y Mapa 1) y, por ende, en una dinámica -escenario- tendencial serían desarrollados por las comunidades en el corto y mediano plazo.

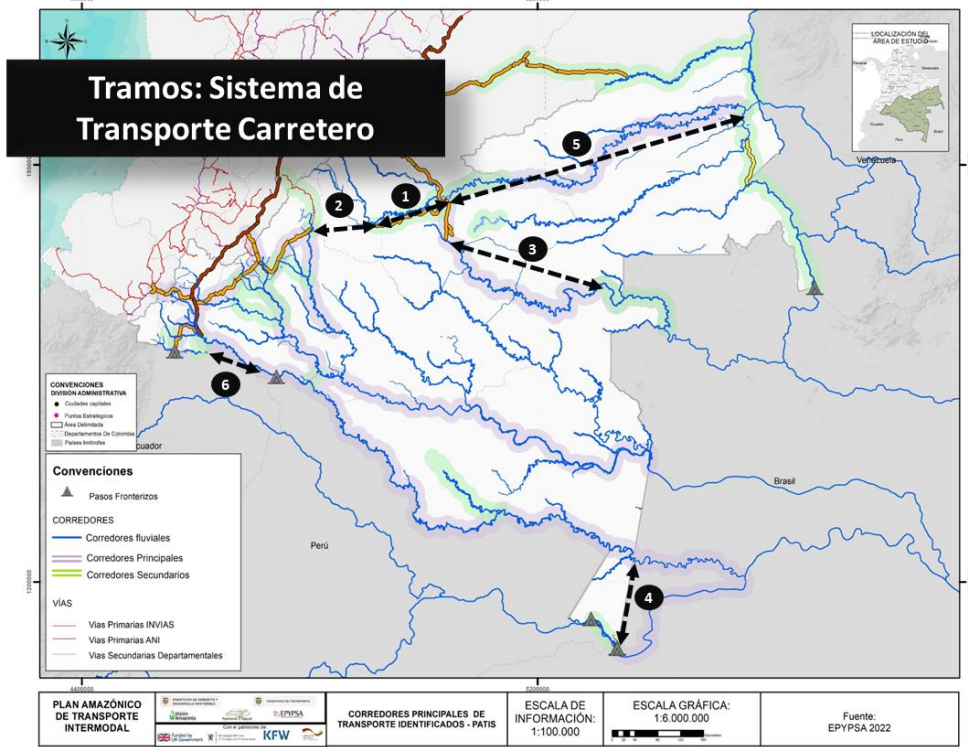
Tabla 7 Información general Tramos Viales

Tramo	Depto.	Población Total 2022	Largo Km	Área Km2	Ha a deforestar	Ha a compensar	Densidad (Indiv/HA)
San José del Guaviare-Macarena	Guaviare, Meta	78.108	183	1,3	160,3	1363	767.154
Macarena -San Vicente del Caguán	Meta, Caquetá	73.967	148	1,1	129,6	972	547.439
Calamar-Mitú	Guaviare, Vaupés	57.181	364	1,1	126,1	946	1.346.403
Leticia-Tarapacá	Amazonas	56.494	160	1,2	140,2	1051	591.826

(CD)							
San José del Guaviare-Puerto Inírida	Guaviare, Guainía	92.633	509	3,7	445,9	3790	2.133.778
Puerto Asís-Puerto Ospina	Putumayo	99.073	110	0,8	96,4	723	406.880
TOTAL		457.456	1474	10.8	1291.2	10290	5.793.479

Fuente: EPYPSA, 2022

Mapa 1 Tramos del Sistema de transporte Carretero



- 1

San José del Guaviare – Macarena
- 2

Macarena – San Vicente del Caguán
- 3

Calamar – Mitú
- 4

Leticia – Tarapcá
- 5

San José del Guaviare – Inírida
- 6

Puerto Asís – Puerto Ospina

Fuente: EPYPSA, 2022

- **Sistema fluvial intermodal:** Se caracteriza por ser un sistema que contempla el modo carretero y el modo fluvial, en donde la conectividad e intercambio logístico se genera en los diferentes nodos o puntos de intermodalidad, aumentando así el rango de accesibilidad en toda la extensión del territorio. Este sistema promueve la potencialización del modo fluvial y coadyuva a disminuir las actividades de deforestación en el bioma Amazónico.

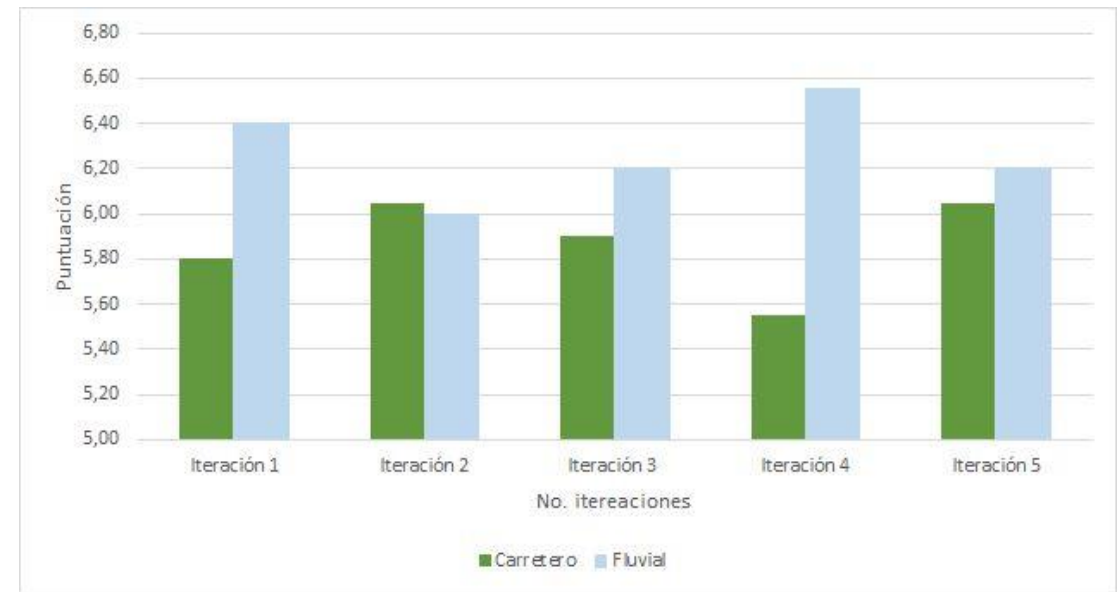
Ahora bien, al evaluar el sistema de transporte que se ajusta a las políticas ambientales de desarrollo sostenible, se consideran los siguientes elementos:

- Los criterios (Los cinco componentes de estudio)
- La ponderación para poder cuantificar la alternativa más viable,
- Subcriterios (se seleccionan los cuatro más relevantes),
- Análisis puntual de cada subcriterio,
- La descripción de las dos alternativas bajo el escenario sostenible,
- Los rangos de calificación,
- Resultado de la calificación (número entero) y
- La ponderación soportada en los criterios de cinco expertos en cada uno de los componentes (ver [Anexo 1. Matriz de alternativas.xlsx](#))

Inicialmente se asigna, un mismo valor de ponderación a cada criterio de un 20%, posteriormente se le solicitó al equipo consultor que a partir de la experiencia y de las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del plan, realizaran diferentes iteraciones variando el valor de ponderación de los criterios, realizando un total de cinco iteraciones.

En este sentido, el resultado indica una preferencia del 20% para el sistema carretero con una puntuación promedio de 5,87, en comparación del 80% para la alternativa del sistema fluvial intermodal con una puntuación promedio de 6,27, como se evidencia a continuación:

Gráfica 5 Comparación de Iteraciones en la matriz de alternativas



Fuente: EPYPSA, 2022

Se concluye que el sistema fluvial intermodal debe potencializarse en la región Amazónica, dado que es un sistema de transporte que permite la conectividad en todo el territorio que promueve la intermodalidad y además que responde a las políticas de desarrollo sostenible.

4.2 Escenarios territoriales del PATIS

Como se mencionó en el **producto 6 del planteamiento de situaciones a futuro**, el PATIS planteó dos escenarios: el tendencial y el sostenible (Ver Ilustración 3). En ellos se analizó el comportamiento de las variables para cada componente de estudio⁸. Dichos planteamientos fueron las herramientas para poder consolidar y generar las proyecciones en el modelo de transporte en consonancia con el desarrollo territorial dispuestos en el producto 7.

En este sentido, las proyecciones consideran variables como:

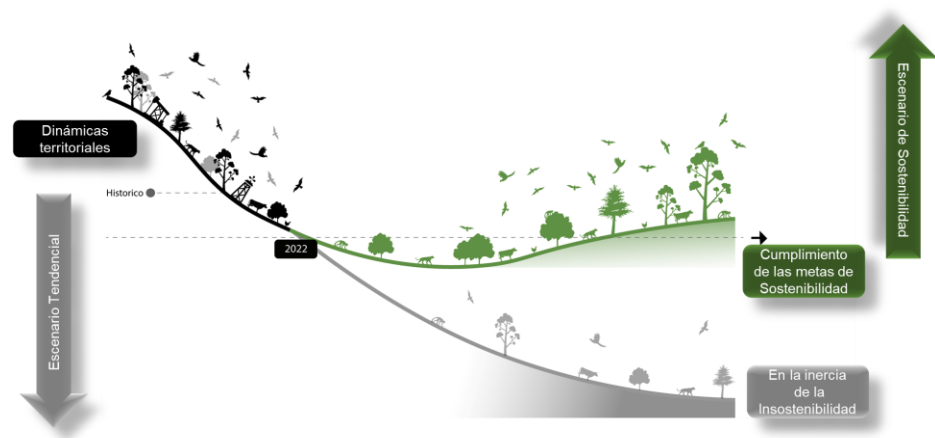
- ❖ Las aptitudes, vocación, regulación y transformación productiva de los usos del suelo, a nivel regional, departamental y según zonas de transportes (a nivel municipal).

⁸ Los componentes de estudio del PATIS se refieren a: Ambiental, social, territorial, transporte, económico y cambio climático.

- ❖ La estructura y dinámica demográfica de los diversos ámbitos considerados en la configuración y evolución del sistema de asentamientos.
- ❖ Los aspectos naturales, estructura ecológica principal, resguardos indígenas y de cambio climático.

Finalmente, las proyecciones permiten definir los supuestos metodológicos en el desarrollo de la evaluación socioeconómica y ambiental del PATIS y así lograr cuantificar la diferencia de los costos económicos asociados a cada uno.

Ilustración 3 Análisis Gráfico de los escenarios del PATIS



Fuente: EPYPSA, 2022

4.2.1 Escenario Tendencial

Contempla el comportamiento inercial de las dinámicas económico-productivas y sociales de la región que, sumadas a las dinámicas económicas ilícitas y factores sociales de presión sobre la tierra, exacerban los motores de deforestación con el consecuente deterioro en la funcionalidad del territorio y ampliación de los núcleos de deforestación hacia nuevos frentes, en donde el transporte, carretero principalmente, se caracteriza por continuar en la dinámica no planificada y sin control.

En este sentido, metodológicamente, la presente evaluación socioeconómica y ambiental, retoma los seis tramos fluviales definidos en la Tabla 7, asumiendo su desarrollo por modo carretero, con actuación antrópica tendencial en su inconsciente búsqueda de unir los centros poblados y de desarrollo regional en el mediano y largo plazo. Esto es, la dinámica de transporte no planificada que priorizará la construcción y desarrollo del modo carretero entre los centros poblados desconociendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible, generando daños en los ecosistemas de la región, deforestación, intervención de áreas protegidas, incrementando la contaminación atmosférica, reducción de la calidad de vida, entre otras. Estas vías serían utilizadas para el transporte de pasajeros, carga, transporte de mercados, turismo y otros. Se identifican los departamentos y respectivos municipios que atraviesa el corredor. La clasificación de segundo orden se da según las directrices del artículo 12 de la Ley 105 de 1993.

“Serán vías de segundo orden aquellas cuya función permite la comunicación entre dos o más municipios o con una vía de primer orden, su volumen de tránsito sea igual o superior a 150 vehículos por día y menor de 700 vehículos por día, que estén construidas en calzada sencilla cuyo ancho sea menor de 7,30 m y la población servida en cabecera municipal corresponda a una cantidad superior a 15.000 habitantes”. Las demás especificaciones geométricas corresponden a las de carreteras secundarias del Manual de Diseño Geométrico de 2008 de INVIAS o el que se encuentre vigente.

4.2.2 Escenario Sostenible

Describe una transición a la sostenibilidad soportado en el fortalecimiento de la gobernanza territorial, la presencia institucional oportuna, permanente y de calidad que permite viabilizar las inversiones en el sistema de transporte planificado que viabiliza las oportunidades soportadas en procesos económico-productivos sostenibles y resilientes.

El escenario sostenible prioriza la potencialización del modo fluvial, y el mantenimiento de los modos carretero y aéreo, en contraposición del escenario tendencial que infiere la construcción inconsciente de corredores carreteros principalmente.

Por tanto, y al ser escenarios excluyentes, el beneficio socioeconómico y ambiental del escenario sostenible se soporta principalmente en el **costo ambiental evitado, los costos ambientales potenciales y los efectos directos a precios de mercado del Turismo** que se evitan u obtienen en el escenario sostenible frente a la situación “sin PATIS”. En síntesis, *a priori* existe un beneficio ambiental del escenario sostenible frente al tendencial representado por el mantenimiento de condiciones del paisaje natural, atracción de turismo verde o ecoturismo, preservación de las zonas protegidas, respeto por el territorio de resguardos indígenas, y el no deterioro en la salud de la población, entre otros.

4.3 Impactos del PATIS

A continuación, se relaciona la síntesis de la oferta y la demanda del modelo de transporte por modo: (Tabla 8Tabla 9Tabla 10Tabla 11).

Tabla 8 Demanda y Oferta a futuro Modo Carretero – Modelo de Transporte PATIS

Modo Carretero	Despachos	Despachos/Km	Despachos/Hora	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	355.124	59.438.388	2.877.144	21
Tendencial (2055)	693.262	95.580.643	5.139.781	19
Sostenible (2055)	464.414	74.859.918	3.646.219	21

Modo Carretero	Toneladas	Toneladas/Km	Toneladas/Hora	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	5.452.415	899.068.862	47.035.340	19

Tendencial (2055)	12.546.876	1.592.781.575	92.732.777	17
Sostenible (2055)	7.013.289	1.126.085.915	58.898.574	19

Fuente: EPYPSA, 2022

Tabla 9 Demanda y Oferta a futuro Modo Fluvial Pasajeros- Modelo de Transporte PATIS

Modo Fluvial Pasajeros	Despachos	Despachos/Km	Despachos/Horas	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	23.960	6.432.345	321.751	20
Tendencial (2055)	108.953	28.647.816	1.432.936	20
Sostenible (2055)	61.388	16.473.142	824.045	20

Modo Fluvial Pasajeros	Pasajeros	Pasajeros/Km	Pasajeros/Horas	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	509.318	133.395.166	6.672.680	20
Tendencial (2055)	2.237.023	548.450.683	27.715.098	20
Sostenible (2055)	1.370.022	315.241.978	15.769.764	20

Fuente: EPYPSA, 2022

Tabla 10 Demanda y Oferta a futuro Modo Fluvial Carga – Modelo de Transporte PATIS

Modo Fluvial Carga	Despachos	Viajes/Km	Viajes/Horas	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	4.550	4.300.406	215.061	20
Tendencial (2055)	22.684	21.447.365	1.072.685	20
Sostenible (2055)	13.308	15.380.275	769.206	20

Modo Fluvial Carga	Toneladas	Toneladas/Km	Toneladas/Horas	Velocidad (km/h)
Situación Actual (2019)	87.137	119.292.549	5.964.995	20
Tendencial (2055)	399.217	553.892.854	27.428.851	20
Sostenible (2055)	230.452	358.162.757	17.748.232	20

Fuente: EPYPSA, 2022

Tabla 11 Demanda y Oferta a futuro Modo Aéreo – Modelo de Transporte PATIS

Modo Aéreo	Despachos	Pasajeros	Toneladas
Situación Actual (2019)	39.913	806.444	29.332
Tendencial (2055)	184.664	1.941.678	91.942
Sostenible (2055)	123.229	1.668.888	77.936

Fuente: EPYPSA, 2022

De acuerdo con la información precedente, los modos fluvial y carretero del escenario sostenible no representan una mejora en la velocidad de desplazamiento (km/h) frente a la situación actual ni al escenario tendencial; los modos fluviales, carretero y aéreo en el escenario sostenible representan un menor volumen en el número de despachos, cantidad de toneladas y número de pasajeros movilizados frente al escenario tendencial.

Esto a su vez implica que el principal impacto asociado a planes tradicionales de transporte modal como es el **ahorro de tiempos de viaje** producto de mejoras en la velocidad y/o aumento de las frecuencias, no es un impacto significativo en la valoración socioeconómica y ambiental del PATIS, por tanto, los mayores impactos a valorar están referenciados a los **costos ambientales evitados y potenciales** frente a una situación “tendencial” donde la construcción de nuevos corredores carreteros en busca de unir centros económicos regionales, implicaría la destrucción de recursos naturales con impactos negativos desde el punto de vista ambiental que repercutirían en el bienestar social de las comunidades de la zona. (Ver Ilustración 4).

Ilustración 4 Impactos del PATIS



Fuente: EPYPSA, 2022 adaptado del SINCHI,2021

4.3.1 Beneficios y costos de la evaluación del Plan

El análisis diferencial de los escenarios tendencial “sin Plan” y sostenible “con Plan” genera un flujo de beneficios y costos así:

Los **beneficios** son aquellos valores donde la contribución del escenario sostenible sea mayor que el escenario tendencial, por ejemplo: el Turismo debido a que las proyecciones de visitantes o turistas es mayor en el horizonte de proyección. Adicionalmente para la evaluación se asumirá que los costos ambientales evitados y potenciales del escenario tendencial son imputados como beneficios ambientales y sociales del Plan.

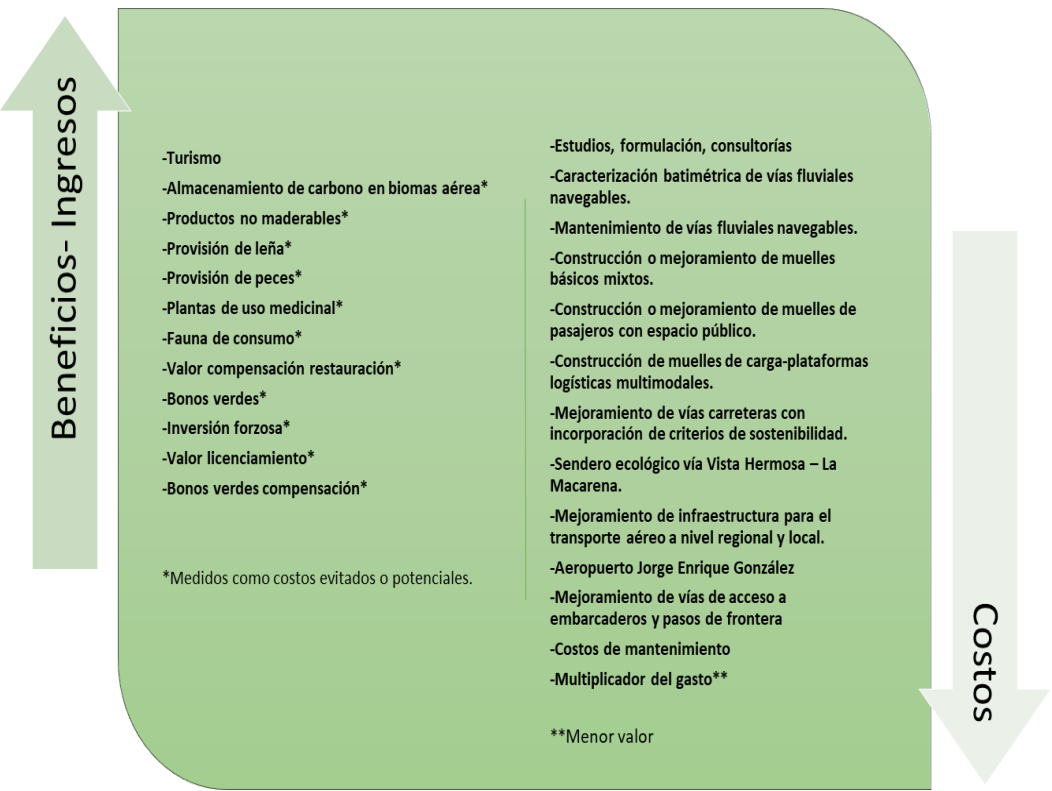
Por su parte, los **costos** corresponden a los valores donde el escenario sostenible representa un menor valor de contribución económica que el escenario tendencial, por ejemplo: el efecto multiplicador dado que la contribución en términos económicos de la construcción de los 6 tramos carreteros tiene un impacto económico agregado mayor y es un coste de oportunidad que debe ser tenido en cuenta.

Dentro de los costos del Plan no se incorporan los **costos de operación** porque la estimación de costos no tiene relación con la tecnología de la flota, dado que esta consultoría costea y evalúa proyectos a escala estratégica, las tecnologías, sus costos e impacto en tarifas son objeto de definición en el marco de consultorías formuladas por el PATIS, en proyectos de operación y ascenso tecnológico. Los costos de las intervenciones e infraestructura en todos los casos asumen la implementación de criterios de sostenibilidad y LIVV, con base en información recogida en pruebas piloto que adelanta INVIAS.

La estimación de los costos de los proyectos carreteros, fluviales y aéreos, están de acuerdo con las características de cada intervención planteadas en las fichas de proyecto. Para las obras que contemplan criterios de sostenibilidad se aumenta un 12% del costo directo de obra de una obra tradicional. Sin embargo, cabe anotar que, para la definición en detalle de estos costos, se propone el desarrollo del estudio: Estudio de viabilidad de adopción de lineamientos LIVV y criterios de sostenibilidad para el desarrollo de vías carreteras terciarias priorizada conforme al flujo financiero del P9.

Finalmente, otros costos son los referentes a la formulación del Plan como son estudios, consultorías, obras de construcción y mantenimiento, entre otras. Ilustración 5.

Ilustración 5 Flujo de ingresos y costos



Fuente: EPYPSA, 2022 adaptado del SINCHI 2021

Vale la pena anotar que los beneficios esperados de los estudios de viabilidad y el programa de gobernanza principalmente, en términos de mejoras en tiempos por procesos logísticos, control de grupos armados y territorio, no son posibles medir actualmente, pero contribuirán positivamente al desarrollo económico y social de la región amazónica.

4.3.1.1 Turismo

La proyección de turistas atraídos a partir de los escenarios tendencial y sostenible es: (Ver Tabla 12)

Tabla 12 Proyección de visitantes vía turismo

	Escenario tendencial				Escenario sostenible			
	2020	2030	2040	2055	2020	2030	2040	2055
Visitantes residentes	19.007	22.472	30.849	47.219	19.007	32.623	44.234	43.379
Visitantes no residentes	2.684	5.727	8.629	11.998	2.684	6.777	14.865	33.450
Total	21.691	28.199	39.478	59.217	21.691	39.399	59.099	76.829

Fuente: EPYPSA, 2022

Las tasas de crecimiento promedio anuales utilizadas para la proyección son presentadas en la Tabla 13 y representan, entre otras, la disparidad de las dinámicas residentes/no residentes según el escenario, la capacidad instalada y la ocupación hotelera de la región. Se evidencia que el número de visitantes no residentes es mayor en el escenario sostenible, atraído por el turismo ecológico principalmente.

Tabla 13 Tasas de crecimientos anuales visitantes vía turismo

	2022-2030	2030-2040	2040-2055
No residentes Esc. Tendencial	6.92%	4.10%	2.20%
Residentes Esc. Tendencial	1.65%	3.17%	2.84%
No residentes Esc. Sostenible	8.25%	7.85%	5.41%
Residentes Esc. Sostenible	5.08%	3.00%	-0.01%

Fuente: EPYPSA, 2022

Según la Encuesta de Gasto Interno en Turismo elaborada por el DANE para el segundo trimestre de 2022, el promedio de pernoctaciones del turismo interno (residentes) para el periodo 2021-II y 2022-II fue de 5.15 y el gasto promedio per cápita día fue de \$ 107.941 para el mismo periodo de tiempo.

Por su parte, Fedesarrollo (2020) menciona que los turistas internacionales gastan USD 100 por día con 5 pernoctaciones promedio.

El valor actual neto del beneficio del turismo en el escenario sostenible versus el tendencial es de **\$370.681** millones de pesos (Ver Tabla 14).

Tabla 14 Ingresos por Turismo. Cifras en millones de pesos

Año	Residentes	No residentes	Total	VAN
2023	1.830	631	2.461	2.248
2024	2.555	859	3.414	2.847
2025	3.305	1.097	4.402	3.353
2026	4.086	1.344	5.429	3.776
2027	4.816	1.600	6.416	4.075
2028	5.560	1.867	7.428	5.119
2029	6.320	2.145	8.464	5.483
2030	7.094	2.433	9.527	5.800
2031	7.396	3.711	11.107	6.355
2032	7.702	5.041	12.744	6.853
2033	8.015	6.427	14.442	7.299
2034	8.333	7.868	16.200	7.695
2035	8.657	9.366	18.023	8.046
2036	8.986	10.924	19.910	8.354
2037	9.322	12.543	21.865	8.622
2038	9.663	14.226	23.889	8.854
2039	10.010	15.974	25.984	9.051
2040	10.364	17.789	28.153	9.217
2041	9.572	21.117	30.689	9.443
2042	8.763	24.577	33.340	9.641
2043	7.937	28.173	36.110	9.814
2044	7.092	31.909	39.001	9.962
2045	6.229	35.790	42.019	10.088
2046	5.348	39.820	45.168	10.191
2047	4.448	44.004	48.451	10.275
2048	3.528	48.346	51.874	21.208
2049	2.590	52.850	55.440	21.899
2050	1.631	57.523	59.154	22.577
2051	653	62.369	63.022	23.239
2052	-346	67.393	67.047	23.887
2053	-1.365	72.601	71.235	24.521
2054	-2.406	77.998	75.592	25.141
2055	-3.468	83.589	80.122	25.746
TOTAL				370.681

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.2 Almacenamiento de carbono en biomasa aérea

Se estima que el factor de emisión del bosque natural para el bioma de la Amazonía expresado tCO₂eq/ha al año es de 557 y que en promedio se almacenan 445 toneladas de biomasa aérea por hectárea (MADS & IDEAM, 2020), el valor económico por hectárea alcanza los \$10,674,421 pesos corrientes del año 2022 (SINCHI, 2021), siendo esta cantidad monetaria lo que se perdería si dicho servicio ecosistémico se dejará de prestar por causa de la deforestación de una hectárea de bosque. Este valor para efectos del Plan

asciende a la suma de **\$13.783** millones de pesos equivalente a 719.212 tCO2eq y 573.794 ton Biomasa área (Ver Tabla 15).

Tabla 15 Valor por Almacenamiento de carbono en biomasa aérea

Corredor	Valor Almacenamiento de carbono en biomasa aérea	Emisiones Totales (TON CO2eq)	Biomasa área (TON)
San José del Guaviare-Macarena	\$ 1.711.195.120	89.292	71.238
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 1.383.917.365	72.214	57.613
Calamar-Mitú	\$ 3.403.688.654	177.607	141.697
Leticia-Tarapacá	\$ 1.496.126.881	78.069	62.284
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 4.759.553.640	248.357	198.142
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 1.028.587.231	53.673	42.820
TOTAL	\$ 13.783.068.891	719.212	573.794

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.3 Productos No maderables

De acuerdo con información secundaria, en una hectárea de bosque amazónico, por deforestación, se pierden aproximadamente 332 Kg de frutos, el valor de mercado en centros de abasto de San José, Florencia, Mitú o Leticia asciende a \$ 2,314.75 pesos por Kg, por tanto, la pérdida sería de 768.498 pesos por hectárea. Este valor en el área deforestada del plan ascendería a una cuantía **\$992.302** millones y un total de 428.686 Kg de frutos (Ver Tabla 16).

Tabla 16 Valor por Productos No maderables

Corredor	Productos no maderables del bosque – PNMB (Kg)	Productos no maderables del bosque – PNMB
San José del Guaviare-Macarena	53.222 kg	\$ 123.196.362
Macarena -San Vicente del Caguán	43.043 kg	\$ 99.634.217
Carurú-Mitú	105.863 kg	\$ 245.046.316
Leticia-Tarapacá	46.533 kg	\$ 107.712.667

San José del Guaviare-Puerto Inírida	148.033 kg	\$ 342.660.920
Puerto Asís-Puerto Ospina	31.992 kg	\$ 74.052.458
TOTAL	428.686 Kg	\$ 992.302.940

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.4 Provisión de Leña

A partir de la información del estudio de especies maderables e información del SINCHI. Se establece que, para una hectárea, con la relación de densidad de 563 Ind/Ha y aprovechamiento del 40% del árbol. Se extraerían 2.180.877 Unidades, Valorados en \$64.93millone Siendo esta la cuantía monetaria que se perdería si dicho servicio ecosistémico se deja de prestar por la deforestación de 1291 hectáreas de Bosque Amazónico. Es importante recalcar que esa cuantía sería lo mínimo considerando que la evaluación se concentró en el análisis de dos especies maderables de las amazonas. *Clathrotropis brunnea* Amshoff y *Guarea trichilioides*. (Medina, 2018) (Ver Tabla 17).

Tabla 17 Valor por Provisión de leña

Corredor	Provisión de leña (Unidades)	Provisión de leña
San José del Guaviare-Macarena	270.760	\$ 8.062.215.965
Macarena -San Vicente del Caguán	218.975	\$ 6.520.262.092
Calamar-Mitú	538.561	\$ 16.036.320.281
Leticia-Tarapacá	236.730	\$ 7.048.931.992
San José del Guaviare-Puerto Inírida	753.098	\$ 22.424.414.898
Puerto Asís-Puerto Ospina	162.752	\$ 4.846.140.744
TOTAL	2.180.877	\$ 64.938.285.972

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.5 Provisión de peces

El bosque es destacable por su importancia en la relación con la oferta alimenticia y refugio. Sin esta relación, las especies no entrarían en sistemas inundados, lo que se reflejaría en una reducción de la diversidad. Esta pérdida tiene un impacto en el ciclo que soporta a los peces de carácter comercial y los que son objeto de consumo local. Por tanto, son un importante servicio de aprovisionamiento y son útiles como fuente alimenticia y económica para los habitantes de la amazonia. De este modo en el escenario tendencial habría un costo de alimentación en **\$546.430** millones (Ver Tabla 18).

Tabla 18 Valor por Provisión de peces

Corredor	Provisión de peces
San José del Guaviare-Macarena	\$ 67.840.415.201
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 54.865.472.403
Calamar-Mitú	\$ 134.939.405.099
Leticia-Tarapacá	\$ 59.314.024.219
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 188.692.739.548
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 40.778.391.651
TOTAL	\$ 546.430.448.120

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.6 Plantas de uso medicinal

El sistema médico tradicional es soportado por el bosque en zonas geográficas con acceso limitado o reducida presencia de centros de salud. Estudios demuestran que las personas que viven en áreas forestales tienen menos probabilidades de contraer enfermedades. La mayoría de la población indígena del territorio nacional posee un conocimiento extenso que le ha permitido encontrar en la flora remedios para mantener la salud. En 2018, se trataron 44.523 casos mediante el conocimiento ancestral de acuerdo con los cortes y hojas que provee el bosque. Los sobrecostos estimados a la salud para la población en escenario tendencial ascienden a **\$102.505** millones al año (Ver Tabla 19) (SINCHI, 2021).

Tabla 19 Valor por Plantas de Uso medicinal

Corredor	Plantas de uso medicinal
San José del Guaviare-Macarena	\$ 17.502.138.357
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 16.574.380.224
Calamar-Mitú	\$ 12.812.928.652
Leticia-Tarapacá	\$ 12.658.917.931
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 20.756.833.435
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 22.199.970.019
TOTAL	\$ 102.505.168.617

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.7 Fauna de consumo

Entre los componentes de la fauna silvestre, muchas especies de mamíferos, aves y reptiles tienen una estrecha relación con la economía de las comunidades nativas que habitan en la región. Además de ser

destinadas al consumo, estas especies también son fuentes de ingreso para las comunidades a través de la venta de carne. El mantenimiento del bosque amenazado puede evitar costos para la población debido a la disponibilidad de estas especies, con un valor estimado de **\$11.326** millones de pesos al año (Ver Tabla 20).

Tabla 20 Valor por Costo Fauna de Consumo

Corredor	Fauna de consumo
San José del Guaviare-Macarena	\$ 1.933.865.289,30
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 1.831.354.429,54
Calamar-Mitú	\$ 1.415.740.035,28
Leticia-Tarapacá	\$ 1.398.722.915,28
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 2.293.486.594,44
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 2.452.943.209,96
TOTAL	\$ 11.326.112.473,80

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.8 Medidas de Compensación

Las compensaciones ambientales se centran en actividades que implican la extracción de áreas de reserva forestal, el aprovechamiento forestal y el aprovechamiento de especies amenazadas, así como en la pérdida de biodiversidad debido a intervenciones en coberturas vegetales en los ecosistemas. A continuación, se describen las aplicables en un escenario tendencial, las cuales ascienden a un valor total de **\$356.325⁹** millones de pesos.

• Compensaciones por Sustracción de Áreas de Reserva Forestal

En el escenario tendencial el corredor vial Macarena – Caguán atravesaría una zona del Parque Nacional Natural Cordillera los Picachos. Los corredores restantes se encontrarían en la Zona de Reserva Forestal de la Amazonía. En consecuencia, se tendría que sustraer del parque y la zona de reserva forestal los corredores viales donde se llevaría a cabo el plan.

La Cordillera de los Picachos fue declarada Parque Nacional Natural mediante el Acuerdo 018 del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Ambiente (INDERENA) del 2 de mayo de 1977 y aprobado por la Resolución Ejecutiva 157 del Ministerio de Agricultura. El objetivo de esta declaración es la conservación de la flora, fauna, bellezas escénicas naturales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas de la región del Pato – Guayabero con fines científicos, educativos, recreativos y estéticos.

⁹ Correspondientes a: valor de compensación restauración, bonos verdes e inversión forzada.

La Zona de Reserva Forestal de la Amazonía (ZRFA) fue creada mediante la Ley 2ª de 1959 con el objetivo de preservar y proteger áreas específicas y destinar otras al manejo sostenible del bosque. Al mismo tiempo, se tiene en cuenta la presencia de población campesina y étnica con diferentes procesos socioeconómicos. En este sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha asegurado que estos procesos productivos agropecuarios sostenibles se integren en las actividades permitidas en la ZRFA, considerando el componente forestal como elemento integrador de la figura de reserva.

La Resolución 1526, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2012, establece los requisitos y procedimientos para la sustracción de áreas de reservas forestales nacionales y regionales con el fin de llevar a cabo actividades consideradas de utilidad pública o interés social. Según el artículo 210 del Decreto Ley 2811 de 1974, si se requieren actividades económicas en áreas de reserva forestal por razones de utilidad pública o interés social, y éstas implican la remoción de bosques o el cambio en el uso del suelo, la zona afectada deberá ser previamente sustraída de la reserva y debidamente delimitada. (SINCHI, 2020)

Si se llevara a cabo la construcción de los corredores, para el corredor que atraviesa una parte del PNN por ser de interés público, se debería solicitar la Sustracción Definitiva de la reserva a CORPOAMAZONAS. Esto sería totalmente posible de acuerdo con la normatividad vigente, siempre y cuando haya voluntad de los entes involucrados. Al tratarse de una Sustracción definitiva, se deberá compensar con un área de valor ecológico equivalente al área sustraída de la reserva forestal.

Teniendo en cuenta que el corredor vial corresponde a un interés público, para la ejecución del plan se debe solicitar la Sustracción Definitiva de la reserva a la CORPOAMAZONAS teniendo en cuenta que es ésta la autoridad en materia ambiental competente en la ejecución del plan, lo anterior es totalmente posible de acuerdo con la normatividad vigente, solo se requiere de voluntad de los entes involucrados. Al ser una Sustracción definitiva se deberá compensar con un área de valor ecológico equivalente al área sustraída de la reserva forestal.

• **Compensación por restauración**

En el área de intervención del Plan, se identificaron tres biomas. De estos se destaca los Bosques naturales del Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, ocupando un total de 685ha, ocupando un 53% del área total a intervenir. Siendo este el de mayor zonobioma de mayor tamaño en Colombia, siendo este Zonobioma el que ocupa la mayor extensión en Colombia, incluyendo toda la región amazónica y el sector sur de la Orinoquia.

La compensación en un área se determina multiplicando el tamaño de la zona afectada por un factor de compensación. Este factor se calcula tomando en cuenta cuatro criterios: representatividad (relativo al potencial de conservación del bioma), rareza (replicabilidad y singularidad de la zona), remanencia (condiciones naturales del área) y transformación anual (pérdida de cobertura). Estos criterios permiten evaluar el estado de la zona en términos de conservación, composición de especies, tamaño y grado de transformación. (MADS, 2018).

$$FC = Crp + Cra + Crm + Ctt$$

Donde:

Crp= Valor del criterio de representatividad. Expresado entre 1 – 3

Cra= Valor del criterio de rareza. Expresado entre 1 – 2

Crm= Valor del criterio de remanencia. Expresado entre 1 – 3

Ctt= Valor del criterio de tasa de transformación. Expresado entre 1 – 2

De acuerdo con el Manual de Compensación del Componente Biótico (MADS, 2018), se sugiere seguir los siguientes pasos para definir el área que debe ser compensada:

- 1. Definir el tamaño del área impactada
- 2. Identificar los ecosistemas presentes en el área impactada, ya sean naturales o vegetación secundaria, y buscar el bioma al que pertenecen en la lista nacional de factores anexo al manual.
- 3. Identificar el valor del factor de compensación correspondiente al bioma identificado en el paso anterior.
- 4. Multiplicar el valor del área impactada por el factor de compensación

Una vez se identifica los ecosistemas impactados y respectivos biomas se calcula el área a compensar de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$AC = Ai * FC$$

Donde:

Ac = Área a compensar por Pérdida de Biodiversidad

Ai = Área potencialmente impactada del ecosistema natural por el desarrollo del proyecto, obra o actividad

Fc = Factor de compensación

Siguiendo el anterior procedimiento, y utilizando la información base sobre el área de intervención del proyecto, los ecosistemas impactados, los biomas IAVH y el listado de factores de compensación, se ha determinado que, para la intervención permanente de 1099 hectáreas del proyecto de construcción de la carretera, se deben compensar en total 8845 hectáreas por la afectación al componente biótico.

Se identifican los siguientes factores de compensación para los biomas del área de intervención (Ver Tabla 21). El cálculo del área a deforestar se basa en el largo y ancho de la carretera, con una tolerancia del 20% para recálculos (ver Tabla 22),

Tabla 21 Factor total de compensación por pérdida de biodiversidad en el HLC.

Ecosistema Distrito Biogeográfico	Represe- ntatividad.	Rareza	Potencial de pérdida	Remanencia	Factor compensación
Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	3.0	1.3	1.3	3	8.5
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	1.5	1.5	1.5	3	7.5
Bosques naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia	3.0	1.3	1.3	3	8.5

Fuente: MADS (2012)

Tabla 22 Hectáreas a compensar por corredor

Corredor	Ecosistema Distrito Biogeográfico	Hectáreas (Ha)	% Distrib	Hectáreas a Compensar (Ha)
San José del Guaviare-macarena	Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	160.308	12%	1.363
Macarena -San Vicente del Caguán Calamar-Mitú Leticia-Tarapacá Puerto Asís-Puerto Ospina	Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	685	53%	5.138
San José del Guaviare-Puerto Inírida	Bosques naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia	445.884	35%	3.790
TOTAL		1.291		10.290

Fuente: EPYPSA, 2022

La corporación autónoma regional determina las áreas equivalentes a compensar en cada departamento. Las acciones de compensación incluyen la preservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad. Estas acciones pueden implementarse en predios públicos o privados o mediante su combinación (MADS, 2021). Con la nueva metodología, se ha establecido un enfoque integral en la compensación. Para el escenario, se valoró en actividades de restauración a través de la reforestación, con una densidad de 563 (Individuos/HA) (Steege, 2013), cuyo costo es de \$ 18.264.527 Valor hectárea incluido el precio de siembra y Mantenimiento por 5 años ascendiendo a un costo de \$ 187,948 millones (Ver Tabla 23).

Tabla 23 Valor Compensación restauración

Corredor	Valor de restauración
San José del Guaviare-macarena	\$ 24.887.572.698
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 17.759.695.079
Calamar-Mitú	\$ 43.679.250.058
Leticia-Tarapacá	\$ 19.199.670.355
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 69.222.811.494
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 13.199.773.369
TOTAL	\$ 187.948.773.054

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.9 Bonos Verdes de Carbono

La compensación se da con miras a neutralizar la pérdida de absorción de CO2 por la deforestación de 1291 Ha del área del plan. De acuerdo con el Almacenamiento de carbono en biomasa aérea, se estima que el total de emisiones son 719.212 tCO₂eq. Con un precio de USD\$ 35 por cada bono, precio asignado para actividades en proyectos de infraestructura (CDP, 2021) y la Tasa Representativa de Mercado vigente de \$ 4,796. El valor por compra de bonos verdes es de \$ 120.726 millones de pesos. (Ver Tabla 24).

Tabla 24 Valor total Compensación Bonos Verdes por tramo

Corredor	Bonos Verdes
San José del Guaviare-macarena	\$ 14.988.480.590,16
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 12.121.831.296,96
Calamar-Mitú	\$ 29.813.152.649,28
Leticia-Tarapacá	\$ 13.104.682.483,20
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 41.689.271.149,68
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 9.009.469.207,20
TOTAL	\$ 120.726.887.376

Fuente: EPYPSA, 2022

Por otro lado, se da una compensación por las emisiones generadas en la fase operativa de la vía, con un estimativo de 700 autos diarios, con un factor de emisión de 0,000424 tCO₂eq/pasajero/km y trayectos

completos generando 319.363 TONCO2eq anual. Cuyo valor de compensación en fase operativa asciende a los \$ 53.608 millones (Tabla 25)

Tabla 25 Valor compensación Bonos verdes en fase operativa.

Corredor	Km	Emisiones por recorrido ida y vuelta tCO2eq /pasajero/km	Valor Compensación Bonos Verdes
San José del Guaviare- macarena	183	39.650	\$ 6.655.567.084
Macarena -San Vicente del Caguán	148	32.066	\$ 5.382.644.418
Calamar-Mitú	364	78.866	\$ 13.238.395.731
Leticia-Tarapacá	160	34.666	\$ 5.819.075.046
San José del Guaviare- Puerto Inírida	509	110.282	\$ 18.511.932.491
Puerto Asís-Puerto Ospina	110	23.833	\$ 4.000.614.094
TOTAL	1474	319.363	\$ 53.608.228.865

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.10 Beneficio Inversión Forzosa (1%)

La Ley 99 de 1993, establece la obligatoriedad del licenciamiento ambiental para el desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje y dependiendo del tipo de actividad, del tamaño y localización del proyecto, se asigna las competencias con relación al licenciamiento ambiental a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, las Corporaciones Autónomas Regionales, o las áreas metropolitanas.

Conforme al régimen normativo al que corresponda el respectivo proyecto, obra o actividad que genere la obligación, se podrá realizar la inversión del 1 % en la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica, la cual será la establecida en el acto administrativo que otorgue la licencia ambiental. La obligación de la inversión forzosa de no menos del 1% se genera a partir de la captación del recurso hídrico de fuentes hídricas –superficiales o subterráneas- que realicen los proyectos. En el escenario y por las zonas de acceso, se captaría agua del recurso hídrico. Estos ejes contienen como líneas generales las acciones para recuperación, preservación y conservación de la respectiva cuenca hidrográfica, \$ 47.649 millones equivalentes al 1 % del proyecto (Ver Tabla 26).

Tabla 26 Valor Compensación por inversión forzosa del 1%

Corredor	Inversión Forzosa
San José del Guaviare- Macarena	\$ 5.915.840.007
Macarena -San Vicente del Caguán	\$ 4.784.395.197
Calamar-Mitú	\$ 11.767.026.024
Leticia-Tarapacá	\$ 5.172.319.132
San José del Guaviare-Puerto Inírida	\$ 16.454.440.237
Puerto Asís-Puerto Ospina	\$ 3.555.969.403
TOTAL	\$ 47.649.990.000

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.11 Licenciamiento ambiental y Estudios

Los costos de licenciamiento ambiental y estudios se estiman en valor de \$ 4.296 millones de pesos (ver Tabla 27).

Tabla 27 Valor Licenciamiento ambiental y Estudios

OTROS COSTOS	
Estudios	\$ 805.575.064,70
Licenciamiento Ambiental	\$ 3.490.825.280,35
Total	\$ 4.296.400.345,05

Fuente: EPYPSA, 2022

4.3.1.12 Costos de estudios de viabilidad y gobernanza

La formulación del Plan se sintetiza en programas -fichas metodológicas- los cuales describen detalladamente actuaciones relacionadas principalmente con estudios de viabilidad para lograr, entre otras, estimativos de costos asociados a: métodos, materiales y técnicas constructivas más sostenibles ambientalmente y obras de infraestructura verde (LIVV): pasos de fauna, conectividad, amortiguadores de ruido, seguridad vial terrestre y fluvial y manejo paisajístico.

Sin embargo, dado que no se llega al detalle o nivel de proyectos específicos en la formulación del Plan, aspectos relacionados con las tecnologías sostenibles de transporte exceden alcance de este estimativo de costos.

Por otra parte, se formula unos programas para el área de actuación de Gobernanza y participación multicultural (ver Tabla 28).

Tabla 28 Costos programas de infraestructura y área de actuación de gobernanza del Plan

NOMBRE PROGRAMA / ÁREA DE ACTUACIÓN	TOTAL
Estructuración del sistema de transporte público fluvial de pasajeros y de carga para la prestación eficiente del servicio	\$ 13,320
Fortalecimiento de la operación de transporte aéreo de pasajeros y carga con enfoque social de servicio y accesibilidad	\$ 5,180
Estudios de viabilidad para la adopción de senderos ecológicos sostenibles	\$ 5,000
Gobernanza y participación multicultural	\$ 3,600
Estudios de viabilidad para la adopción de LIVV y criterios de sostenibilidad para el desarrollo de vías carreteras	\$ 2,000
Total, inversión	\$ 29,100

Fuente: EPYPSA, 2022

La inversión total de dichos rubros asciende a \$ 29.100 millones de pesos.

4.3.1.13 Costos de obras de construcción y mantenimiento por modo

Lo relacionado con la obra civil de construcción, mejoramiento y/o mantenimiento por modo contenido en las fichas de formulación del Plan se resume en la Tabla 29.

Tabla 29 Costos de programas de infraestructura, desarrollo y mejoramiento del PATIS

NOMBRE DEL PROGRAMA	TOTAL
Mejoramiento y facilitación de vías fluviales navegables	\$ 2,210,032
Mejoramiento de la red vial con incorporación de LIVV y criterios de sostenibilidad	\$ 1,476,384
Mejoramiento y modernización de la infraestructura aeroportuaria	\$ 932,819
Desarrollo de muelles fluviales adaptados a las dinámicas hídricas en escenarios de variabilidad y cambio climático	\$ 97,664
Transición a medios de transporte basado en energías alternativas de bajas o cero emisiones	\$ 8,600
Infraestructura para la integración modal del transporte de pasajeros interurbanos	\$ 6,000
Mejoramiento de la infraestructura y operación de los pasos fronterizos	\$ 2,400
Mejoramiento de caminos ancestrales	\$ 2,000
Total, Inversión	\$ 4,735,899

Fuente: EPYPSA, 2022

Estos rubros ascienden a: \$ 4.735.899 millones de pesos.

4.3.1.14 Efecto multiplicador del gasto

La continuación de la construcción priorizando el modo carretero propio del escenario tendencial por sus connotaciones de movilización de recursos productivos, la conectividad regional, la competitividad y en general su contribución directa al crecimiento económico, representa indiscutiblemente una generación de renta –en términos monetarios- innegable y probada empíricamente en proyectos de transporte a gran escala. No obstante, el impacto ambiental de dicha dinámica también es relevante y debería ser una restricción suficiente para propender por la búsqueda de dicho crecimiento y desarrollo económico de la región a través de alternativas de sostenibilidad ambiental como lo es el PATIS.

Ahora bien, la diferencia en cuanto a la generación de producto debe medirse en uno y otro escenario con el fin de evaluar integralmente una alternativa sostenible frente a opciones tradicionales. Por lo anterior, se realiza una estimación del efecto multiplicador del gasto público en cada uno de los escenarios: tendencial (construcción de 6 tramos) y sostenible (construcciones, mejoramientos y mantenimientos por modo). La diferencia de los efectos económicos –a favor del escenario tendencial por supuesto- serán contempladas como un “costo de oportunidad” de índole económica que debe imputársele al flujo financiero del PATIS – como costo.

El gasto público tiene un efecto multiplicador en la economía, las inversiones promovidas por el sector público en el sector transporte se consideran con una forma de fomentar el crecimiento y desarrollo económico, generar empleos vía la reducción de costes y mejora en la productividad laboral. Banister & Berechman (2000b) argumentan que el crecimiento económico que produce una inversión en transporte es “el continuo aumento de la actividad económica, en el área afectada, que puede ser atribuida a esta inversión”.

Para la determinación de los ingresos económicos generados en el escenario sostenible se establece como ingreso estructural el efecto multiplicador del gasto autónomo a partir de la identidad macroeconómica:

Y = M * Gasto autónomo

Donde Y= Renta o Producto y M= el multiplicador del gasto. Por gasto autónomo se entiende el conjunto de los agregados económicos cuyo comportamiento no depende del nivel de renta y obedecen a decisiones discrecionales de los agentes económicos, dentro de ellos se encuentran: Consumo, Inversión, Gasto Público, Exportaciones e Importaciones.

La estimación del multiplicador del gasto es:

M = 1 / (1 - c(1 - t) + m)

Donde c = propensión marginal al consumo, t = tasa de impuestos relativos a renta, m = propensión marginal a importar.

El multiplicador del gasto para Colombia se estimó a partir de la serie histórica 2005-I y 2022-1Q del DANE para los agregados PIB, Consumo e Importaciones, a través de regresiones simples. (Ver Ilustración 6, Ilustración 7).

El impacto en el PIB dado el efecto multiplicador del gasto agregado de las obras como gasto público se calcula suponiendo una propensión marginal al consumo del 72.9%, a importar del 34.4% e impuesto a la renta 35%. Este valor asciende a 1,15 siendo éste el impacto calculado en número de veces el valor de la inversión en infraestructura de costos de construcción, operación y mantenimiento. No se incluyen los costos ambientales y adquisición del suelo porque se consideran costos hundidos a recuperar en la operación.

Cálculo del Multiplicador:

Multiplicador = $\frac{1}{1 - 0.729(1 - 0.35) + 0.344}$

Multiplicador = 1.15

Ilustración 6 Propensión Marginal a Consumir ©

Dependent Variable: CONSUMO Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 10/27/22 Time: 10:01 Sample: 2005-1Q - 2022-1Q Included observations: 69 Convergence achieved after 28 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB	0.728867	0.021494	33.91058	0.0000
AR(1)	0.985815	0.031243	31.55354	0.0000
MA(1)	-0.227182	0.087903	-2.584465	0.0120
SIGMASQ	2162919.	232872.3	9.288003	0.0000
R-squared	0.996120	Mean dependent var	126139.3	
Adjusted R-squared	0.995941	S.D. dependent var	23783.01	
S.E. of regression	1515.263	Akaike info criterion	17.58594	
Sum squared resid	1.49E+08	Schwarz criterion	17.71545	
Log likelihood	-602.7149	Hannan-Quinn criter.	17.63732	
Durbin-Watson stat	1.982034			
Inverted AR Roots	.99			
Inverted MA Roots	.23			

Fuente: EPYPSA, 2022

Ilustración 7 Propensión Marginal a Importar

Dependent Variable: IMPORTACIONES Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH) Date: 10/27/22 Time: 12:17 Sample: 2005Q1 2022Q1 Included observations: 69 Convergence achieved after 13 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB	0.344125	0.034386	10.00768	0.0000
AR(1)	0.997657	0.007966	125.2349	0.0000
SIGMASQ	2353617.	309327.5	7.608819	0.0000
R-squared	0.977882	Mean dependent var	38283.23	
Adjusted R-squared	0.977211	S.D. dependent var	10391.11	
S.E. of regression	1568.630	Akaike info criterion	17.67404	
Sum squared resid	1.62E+08	Schwarz criterion	17.77118	
Log likelihood	-606.7545	Hannan-Quinn criter.	17.71258	
Durbin-Watson stat	1.698213			
Inverted AR Roots	1.00			

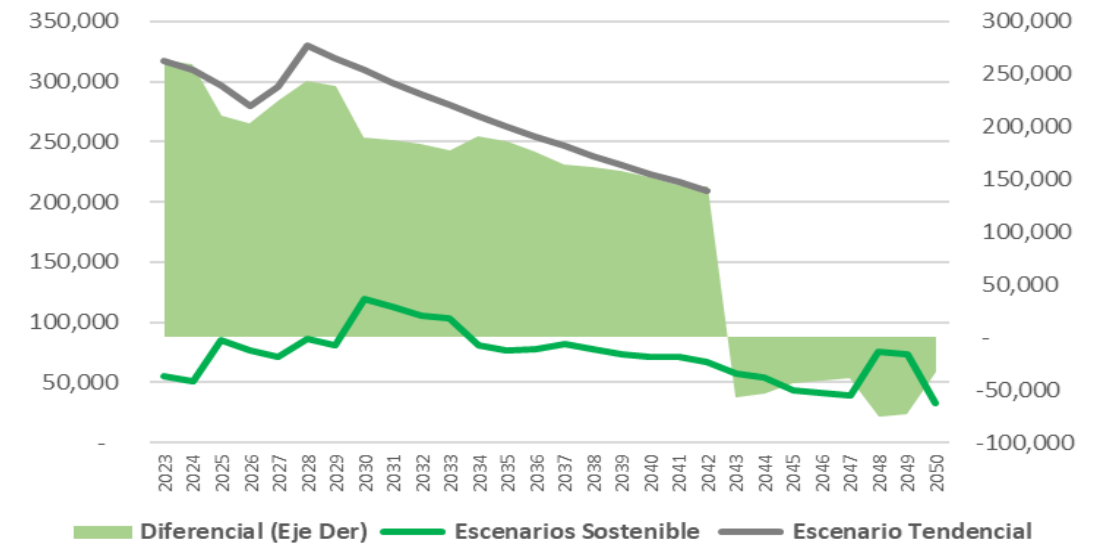
Fuente: EPYPSA, 2022

Sin embargo, un hecho particular en la medición del efecto multiplicador del gasto para el escenario sostenible es que los recursos destinados a la construcción de obras en el escenario tendencial son representativamente mayores dado que no contempla frenar la construcción de corredores carreteros y la subsecuente deforestación de la región amazónica, en síntesis, no incorpora una visión de desarrollo sostenible.

Lo anterior implica que el efecto económico del escenario tendencial es mayor que el esperado en el

escenario sostenible no obstante el costo ambiental evitado por el segundo debe ser un rubro que compensé parcialmente, en términos económicos, el desbalance que a priori representa la construcción no planificada que infiere el escenario tendencial.

Gráfica 6 Costo de oportunidad – Efecto multiplicador



Fuente: EPYPSA, 2022. Cifras en millones de pesos

El Gráfico 5 evidencia cómo la construcción de los 6 tramos del escenario tendencial finaliza en 2042 mientras las obras de infraestructura del escenario sostenible culminarían en 2050. De 2023 a 2042 hay un costo de oportunidad a favor del primer escenario que inicia en \$ 262.798 millones de pesos y finaliza en 2042 en \$ 142.832 millones de pesos, mientras que a partir de 2043 el escenario sostenible genera un beneficio neto vía multiplicador.

El valor del efecto multiplicador diferencial entre escenarios es de \$ 516.546 millones de pesos de 2023. Esto es, el efecto positivo en términos económicos que se dejaría de generar al no desarrollar los 6 tramos carreteros contemplados en el escenario tendencial para efectos de comparación.

4.4 Determinación de impactos internalizables y no internalizables

Se evaluaron los impactos ambientales de la construcción de los corredores viales descritos en el mediante el uso del método EPM o método Arboleda. Este método fue desarrollado por la Unidad de Planeación de Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en 1986 para evaluar proyectos de aprovechamiento hidráulico, pero ha sido utilizado posteriormente para evaluar todo tipo de proyectos demostrando ser efectivo. Como resultado de esta metodología, arrojó cambios significativos en el componente geosférico y ecosistémico [Anexo 2. Matriz de Impacto ambiental.xls](#). Se realiza una identificación de los impactos internalizables y no para su posterior análisis (Ver Tabla 30)

Tabla 30 Impactos Internalizables (I) y no Internalizables (NI)

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	I	NI
ABIÓTICO	GEOSFÉRICO	Cambio en la estructura del suelo	SÍ	
		Modificación del uso actual del suelo	SÍ	SÍ
	HÍDRICO	Afectación de calidad y cantidad de agua subterránea	SÍ	SÍ
		Cambios en las características fisicoquímicas de agua superficial	SÍ	
		Cambio en la oferta del recurso hídrico	SÍ	SÍ
	CALIDAD DEL AIRE	Cambio en la calidad del aire	SÍ	SÍ
BIÓTICO	ECOSISTEMAS	Cambio en la superficie de coberturas de bosques y áreas naturales	SÍ	SÍ
		modificación en la composición y estructura de los ecosistemas naturales	SÍ	
		Fragmentación y cambios en la conectividad de habitas	SÍ	SÍ
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Cambios en el desplazamiento social	SÍ	
	ECONÓMICO	Modificación de las actividades económicas de las familias	SÍ	SÍ
		Alteración de la infraestructura social económica	SÍ	SÍ
		Cambio en la infraestructura vial existente	SÍ	SÍ
		Cambio en las condiciones de movilidad	SÍ	SÍ
		Generación de expectativas laborales	SÍ	
	CULTURAL	Alteraciones prácticas culturales	SÍ	SÍ

Fuente: EPYPSA, 2022

4.4.1 Análisis de impactos internalizados

Cambio en la estructura del suelo

Durante la fase de construcción, se producirían cambios en las propiedades del suelo debido a actividades como la remoción de la capa superior del suelo, la excavación, el relleno y la compactación del terreno, la instalación de campamentos, las plantas de asfalto y la eliminación de material sobrante. Este cambio en las propiedades del suelo tendría un impacto en el servicio ecosistémico de reciclaje de nutrientes, así como también en el servicio ecosistémico de regulación de gases atmosféricos (suministro de carbono).

Cambios en las características fisicoquímicas de agua superficial

En el área de influencia del plan, los cambios en la calidad del agua superficial debido al aporte e incorporación de agentes exógenos, cómo microorganismos, productos químicos y residuos (líquidos y sólidos) asociados a las actividades agrícolas y ganaderas no son significativos debido a su escasa presencia en el proyecto. Los habitantes también captan agua de las quebradas de la zona, pero esto no genera afectaciones significativas que pongan en grave riesgo los recursos naturales. En general, los impactos identificados no tienen una sinergia evidente, lo que reduce la probabilidad de interacciones entre ellos en el mismo tramo o sector de alguna fuente hídrica intervenida.

Modificación en la composición y estructura de los ecosistemas naturales

Se identifica que algunos tramos parciales del área del plan que se verían afectados en el escenario tendencial ya habían sufrido cambios parciales debido a quemas, actividad pecuaria, aparición y establecimiento de asentamientos, disposición de residuos sólidos y líquidos, reemplazo de coberturas naturales por actividades agrícolas, extracción de madera y construcción de vías. Las actividades mencionadas son consideradas acumulativas, puesto que depende de otros factores, procesos o actividades que se lleven a cabo durante su ejecución y/o abandono en la zona.

Fragmentación y cambios en la conectividad de hábitat

La modificación de la conectividad de ecosistemas se deriva de la fragmentación de los ecosistemas, al construir los corredores viales conllevaría a la pérdida total del hábitat disponible en el área, lo que a su vez reduce el tamaño de las poblaciones y la densidad de las especies en la región. Por otra parte, la extracción de madera (deforestación), genera pérdida de cobertura vegetal por la extracción de árboles para comercialización o para el recurso leña, esto genera un impacto ambiental Significativo modificando el habitat de la fauna y provocando principalmente impactos negativos al ambiente como la erosión del suelo y perjudicando la conectividad del bosque.

Modificación en la composición y estructura de la fauna

La afectación a las comunidades faunísticas se daría principalmente por la alta intervención en bosques bajo el escenario tendencial llevando a la modificación de diferentes hábitats para la fauna silvestre. Las actividades construcción tendrían como consecuencia un cambio en la distribución de las poblaciones de fauna. Estos cambios se pueden dar debido a la reducción directa de su hábitat o a perturbaciones causadas por el aumento en la contaminación de agua, suelo y atmósfera, por el aumento de ruido, la presencia de personas en el área, el uso de las vías existentes, la introducción de especies familiarizadas y/o exóticas, entre otros. Este impacto también se refiere a la pérdida directa de individuos debido a la caza para consumo, venta y control o por colisiones con vehículos.

Cambios en el desplazamiento poblacional

Los cambios en el patrón de desplazamiento poblacional se deberían a las variaciones y restricciones en el uso del suelo que afectan la permanencia de viviendas actuales y/o futuras, lo que llevaría a traslados de las personas de un lugar determinado (donde residían) a otro, especialmente en los sectores adyacentes a

la vía actual o inicial de construcción. Los cambios en el suelo provocarían una transición en las actividades económicas manteniendo la ganadería, la agricultura y la pesca, pero enfocando sus esfuerzos a actividades comerciales y turísticas.

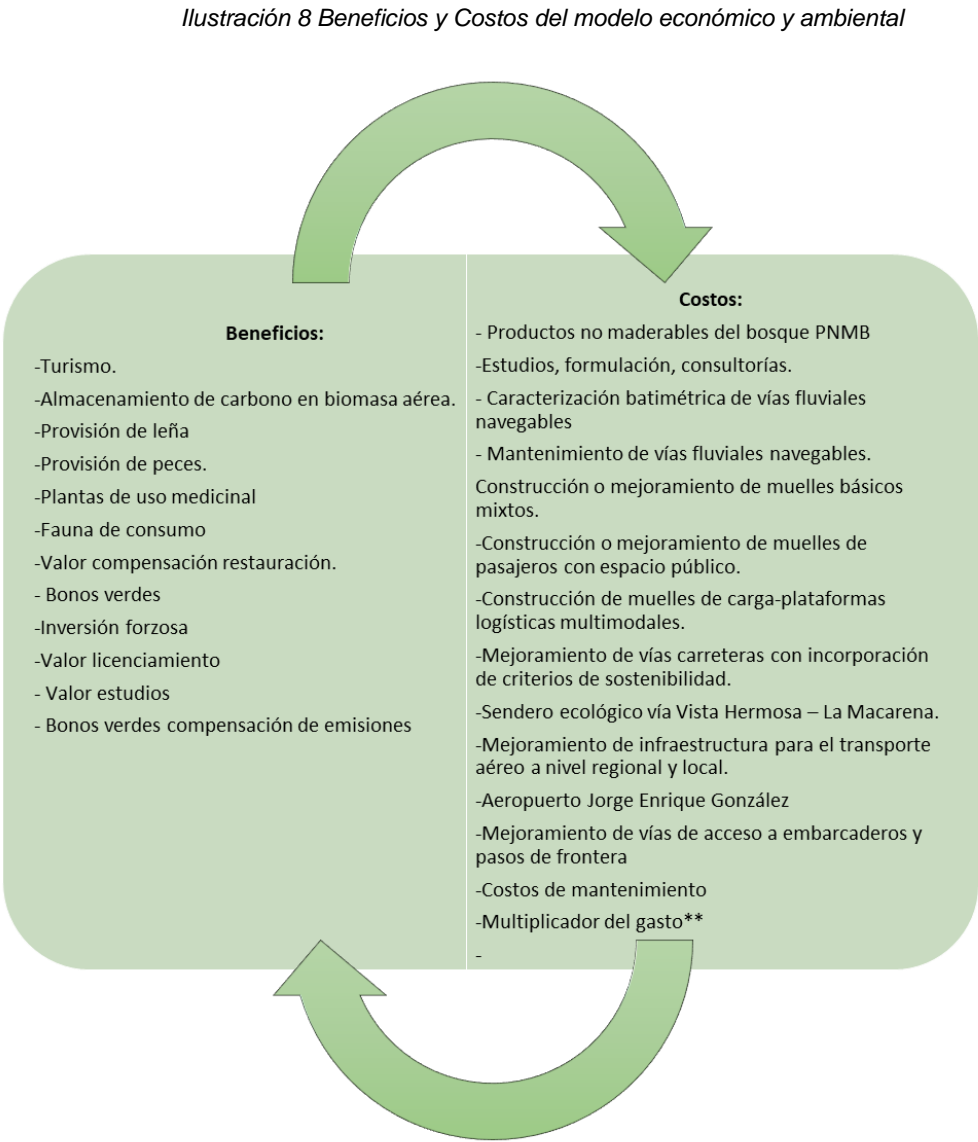
Generación de expectativas laborales

Durante la fase preoperativa y de construcción, será necesario contratar personal calificado y no calificado para llevar a cabo las actividades necesarias, lo que generará una expectativa laboral significativa y dinamizará temporalmente la economía de la región. Esto tendrá un impacto en las condiciones actuales de vida de la comunidad, especialmente en el ámbito social y económico, pero también en las dinámicas territoriales en general.

5. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL POR ALTERNATIVA

5.1 Evaluación económica y ambiental

El flujo económico y ambiental representa los flujos de los beneficios y costos económicos y ambientales descritos anteriormente, así:



La evaluación económica y ambiental en un horizonte de proyección de 2023 hasta 2055 para el PATIS tiene los siguientes resultados en miles de millones de pesos (Ver

Tabla 31 y [Anexo 3. Maqueta evaluación socioeconómica ambiental.xlsx](#))

Tabla 31 Flujo económico y ambiental

Miles de Millones de Pesos a precios corrientes				
	2023	2030	2040	2055
TURISMO	2,461,307,135	9,527,142,108	28,152,603,350	80,121,558,510
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA	954,088,683	1,244,237,537	1,672,231,840	0
PROVISIÓN DE LEÑA	4,495,144,311	5,862,449,786	7,878,642,291	0
PROVISIÓN DE PECES	37,824,893,025	49,330,237,407	66,295,714,048	0
PLANTAS DE USO MEDICINAL	7,095,591,124	9,253,884,590	12,436,447,073	0
FAUNA DE CONSUMO	784,013,765	1,022,490,271	1,374,141,424	0
VALOR COMPENSACIÓN RESTAURACIÓN	13,010,150,257	16,967,498,109	22,802,898,625	0
BONOS VERDES	8,356,931,090	10,898,891,224	14,647,198,433	0
INVERSIÓN FORZOSA	3,298,417,540	4,301,709,393	5,781,138,519	0
VALOR LICENCIAMIENTO	3,490,825,280	0	0	0
VALOR ESTUDIOS	446,289,628	0	0	0
BONOS VERDES COMPENSACIÓN EMISIONES	0	0	0	248,882,305,552
TOTAL INGRESOS	82,217,651,836	108,408,601,025	161,041,015,602	329,003,864,062
PRODUCTOS NO MADERABLES DEL BSOQUE - PNMB	68,688,394	89,582,379	120,391,227	0
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN MULTICULTURAL	1,080,000,000	0	0	0
MEJORAMIENTO Y FACILITACIÓN DE VÍAS FLUVIALES NAVEGABLES	23,398,771,429	43,937,171,429	87,820,771,429	0
PROGRAMA DESARROLLO DE MUELLES FLUVIALES ADAPTADOS A LAS DINÁMICAS HÍDRICAS EN ESCENARIOS DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO	11,704,000,000	7,224,000,000	1,663,200,000	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL CON INCORPORACIÓN DE LIVV Y CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	5,532,800,000	102,808,160,000	65,388,960,000	0
ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA LA ADOPCIÓN DE LIVV Y CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE VÍAS CARRETERAS	400,000,000	0	0	0
MEJORAMIENTO DE CAMINOS ANCESTRALES	400,000,000	0	0	0
ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA LA ADOPCIÓN DE SENDEROS ECOLÓGICOS SOSTENIBLES	1,000,000,000	0	0	0
PROGRAMA INFRAESTRUCTURA PARA LA INTEGRACIÓN MODAL DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS INTERURBANOS	1,200,000,000	0	0	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO Y MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA	10,852,316,403	42,607,138,417	62,293,214,029	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN DE LOS PASOS FRONTERIZOS	792,000,000	0	0	0
ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL DE PASAJEROS Y DE CARGA PARA LA PRESTACIÓN EFICIENTE DEL SERVICIO	2,939,600,000	0	0	0
FORTALECIMIENTO DE LA OPERACIÓN DE TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS Y CARGA CON ENFOQUE SOCIAL DE SERVICIO Y ACCESIBILIDAD	1,036,000,000	0	0	0
TRANSICIÓN A MEDIOS DE TRANSPORTE BASADO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE BAJAS O CERO EMISIONES	2,190,000,000	0	0	0
MULTIPLICADOR DEL GASTO	262,798,371,399	189,613,732,238	152,425,295,377	0
TOTAL EGRESOS	325,392,548,215	386,279,784,463	369,711,832,062	-
FLUJO DE CAJA	-243,174,896,378	-277,871,183,438	-208,670,816,459	329,003,864,062
VAN INGRESOS	2,384,398,828,544			
VAN EGRESOS	4,117,437,271,421			
VAN	1,733,038,442,877			
Relación B/C	0.58			

La estimación de beneficios del PATIS es mayor a 2.3 billones de pesos, explicados principalmente por rubros tales como: mantenimiento de la provisión de peces, el turismo generado en la zona, el valor de compensación por restauración y los Bonos Verdes (Ver Tabla 32).

Tabla 32 Resultados evaluación económica y ambiental

VA BENEFICIOS	\$ 2.384.399
VA COSTOS	\$ 4.117.437
VAN	\$ -1.733.038
Razón Costo Beneficio	0.58

*Cifras en miles de millones COP

5.2 Evaluación socioeconómica ambiental: precios cuenta

La estimación de razones de precio-cuenta (RPC) permite valorar los insumos y productos de un proyecto de inversión en términos sociales mediante la transformación de flujos financieros en económicos DNP (2019).

Con el objetivo de evaluar la inversión gubernamental en términos del impacto económico y social, se utiliza la evaluación social. Mide el aporte neto del proyecto al bienestar regional –principalmente-, teniendo en cuenta el principio de eficiencia y equidad de los recursos invertidos en proyectos públicos.

La evaluación social busca corregir las distorsiones en los precios de mercado, que no incorporan los efectos económicos y sociales de los planes o políticas, para ello se utiliza el **precio de cuenta** o **precio sombra**.

En la práctica para convertir valores expresados en precios del mercado en valores expresados en precios de cuenta, se utiliza la Relación de Precio Cuenta (RPC), el cual es estimado así:

$$RPCi = \frac{\text{Precio Cuenta Bien } i}{\text{Precio de Mercado Bien } i}$$

Para la estimación de los precios cuenta, se analiza el impacto sobre el consumo a partir de las utilidades marginales, cuyo equivalente monetario es la disponibilidad a pagar social, por otra parte, se estima a partir del costo marginal social entendido como el costo de los recursos para la producción del bien valorados en términos de utilidad marginal.

Se utilizan las relaciones de precio cuenta estimadas para la economía colombiana por el Departamento Nacional de Planeación debido a que los indicadores macro que dan cuenta de la relación y generación de valor en cada rubro tienden a la misma consideración de impacto sobre la reproducción de riqueza en el sistema local.

Tabla 33 Razones de Precios Cuenta

Descripción	RPC
Carreteras, calles, caminos, puentes, vías férreas, túneles y construcción de subterráneos y pistas de aterrizaje.	0.903
Servicios jurídicos, de contabilidad, de auditoría; de asesoramiento tributario; de estudios de mercados; de consultores en administración; de arquitectura, de ingeniería y otros servicios técnicos	0.925
Vías de agua, puertos, represas y otras obras hidráulicas	0.903

Fuente: DNP (2019)

Con base en los RPC, se multiplican los costos correspondientes a estudios, formulaciones, consultorías, caracterizaciones, construcción de muelles de pasajeros y carga, senderos ecológicos, aeropuertos, mejoramientos y mantenimientos de infraestructura fluvial, vial y aérea;

Se estiman a partir del flujo económico ajustado por los precios cuenta, el Valor Presente Neto Socioeconómico y Ambiental – VPNSEA, Relación Beneficio Costo – B/C

Los costos económicos (CE) incluyen los costos antes mencionados ajustados por la RPC.

$$VPNE = (BEo - CSEAo) + \sum_{n=1}^n \frac{(BEn - CSEAn)}{(1 + r)^n}$$

Se obtienen así los siguientes indicadores [Anexo 3. Maqueta evaluación socioeconómica ambiental.xlsx](#)

Tabla 34 Flujo socioeconómico y ambiental: Precios cuenta

Miles de Millones de Pesos a precios corrientes				
	2023	2030	2040	2055
TURISMO	2,461,307,135	9,527,142,108	28,152,803,350	80,121,558,510
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA	954,088,683	1,244,237,537	1,672,231,840	0
PROVISIÓN DE LEÑA	4,435,144,311	5,862,443,786	7,878,642,291	0
PROVISIÓN DE PECES	37,824,893,025	49,330,237,407	66,235,714,048	0
PLANTAS DE USO MEDICINAL	7,095,531,124	9,253,884,590	12,436,447,073	0
FAUNA DE CONSUMO	784,013,765	1,022,490,271	1,374,141,424	0
VALOR COMPENSACIÓN RESTAURACIÓN	13,010,150,257	16,367,498,109	22,802,898,625	0
BONOS VERDES	8,356,931,090	10,898,891,224	14,647,196,433	0
INVERSIÓN FORZOSA	3,238,417,540	4,301,709,993	5,781,138,519	0
VALOR LICENCIAMIENTO	3,430,825,280	0	0	0
VALOR ESTUDIOS	446,289,628	0	0	0
BONOS VERDES COMPENSACIÓN EMISIONES	0	0	0	248,882,305,552
TOTAL INGRESOS	82,217,651,836	108,408,601,025	161,041,015,602	329,003,864,062
PRODUCTOS NO MADERABLES DEL BSOQUE - PNMB	68,688,384	89,582,379	120,391,227	0
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN MULTICULTURAL	975,240,000	0	0	0
MEJORAMIENTO Y FACILITACIÓN DE VÍAS FLUVIALES NAVEGABLES	21,129,090,600	39,675,265,600	79,302,156,600	0
PROGRAMA DESARROLLO DE MUELLES FLUVIALES ADAPTADOS A LAS DINÁMICAS HÍDRICAS EN ESCENARIOS DE VARIABILIDAD Y CAMBIO	10,568,712,000	6,523,272,000	1,501,869,600	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL CON INCORPORACIÓN DE LIVV Y CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	4,396,118,400	32,835,768,480	59,046,230,880	0
ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA LA ADOPCIÓN DE LIVV Y CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE VÍAS CARRETERAS	361,200,000	0	0	0
MEJORAMIENTO DE CAMINOS ANCESTRALES	361,200,000	0	0	0
ESTUDIOS DE VIABILIDAD PARA LA ADOPCIÓN DE SENDEROS ECOLÓGICOS SOSTENIBLES	903,000,000	0	0	0
PROGRAMA INFRAESTRUCTURA PARA LA INTEGRACIÓN MODAL DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS INTERURBANOS	1,083,600,000	0	0	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO Y MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA	9,799,641,712	38,474,245,991	56,250,772,268	0
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN DE LOS PASOS FRONTERIZOS	715,176,000	0	0	0
ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO FLUVIAL DE PASAJEROS Y DE CARGA PARA LA PRESTACIÓN EFICIENTE DEL S	2,654,458,800	0	0	0
FORTALECIMIENTO DE LA OPERACIÓN DE TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS Y CARGA CON ENFOQUE SOCIAL DE SERVICIO Y ACCESIB	935,508,000	0	0	0
TRANSICIÓN A MEDIOS DE TRANSPORTE BASADO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE BAJAS O CERO EMISIONES	1,977,570,000	0	0	0
MULTIPLICADOR DEL GASTO	262,798,371,339	189,613,732,238	152,425,295,377	0
TOTAL EGRESOS	319,327,575,895	367,211,866,888	348,646,715,952	-
FLUJO DE CAJA	- 237,109,924,059	- 258,803,265,863	- 187,605,700,350	329,003,864,062
VAN INGRESOS	2,394,398,628,544			
VAN EGRESOS	3,318,805,390,183			
VAN	- 1,534,407,161,639			
Relación B/C	0.61			

La relación beneficio costo resultado de la evaluación socioeconómica y ambiental presenta una reestimación del costo en **\$ 198.631** millones entendido como el aporte neto al bienestar regional, específicamente en términos de equidad que se traduce en la contribución social a las comunidades en todas sus representaciones étnicas e indígenas. La relación beneficio-costo mejora frente a la evaluación económica de 0.59 a 0.62 (Ver Tabla 35

Tabla 35 Resultados evaluación socioeconómica y ambiental

VA BENEFICIOS	\$ 2.384.399
VA COSTOS	\$ 3.918.806
VAN	\$ -1.534.407
Razón Costo Beneficio	0.61

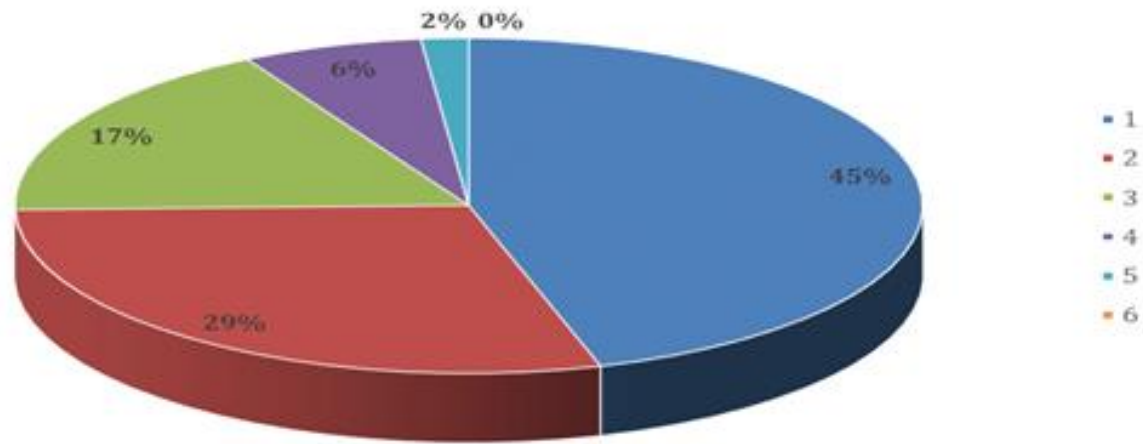
*Cifras en miles de millones COP

A pesar de que los costos superan a los beneficios, con una relación costo-beneficio de 0.61, es importante tener en cuenta que la opción sostenible es aquella que se ajusta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Por ello, se considera conveniente que el Gobierno Nacional impulse esta alternativa a través de la política pública y asuma la diferencia en la evaluación entre costos y beneficios como un **subsidio** destinado a la conservación del medio ambiente y al bienestar de la población de la región y del país.

Otro aspecto a considerar es que, dada la distribución de los ingresos de la región, a partir de un proxy de la estratificación socioeconómica, se evidencia que el 91 % de la población hace parte de los estratos 1, 2 y 3; por tanto, el aporte social del PATIS en términos de equidad necesariamente es positivo dado que va a mejorar las condiciones de vida de dicha población principalmente, y mejorando la distribución de los ingresos hacia un coeficiente de GINI más equilibrado (Ver Gráfica 7).

Esto tiene una connotación étnica e indígena interesante dado que actividades como el **ecoturismo** emplean principalmente mano de obra asociadas a la tradición cultural de la región: indígenas y grupos étnicos de la zona quienes hacen parte de los percentiles que menos perciben ingresos.

Gráfica 7 Estratificación Socioeconómica en la región PATIS



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios

Por otro lado, las obras de construcción, mejoramiento y mantenimiento requieren principalmente mano de obra no calificada que contribuye a la generación de empleo y aglomeraciones urbanas, entre otras; esta mano de obra se absorbe de capas poblacionales de estratos bajos principalmente.

Por tanto, la generación de ingresos producto del escenario sostenible recaería principalmente hacia las poblaciones con mayor pobreza monetaria lo que implica una mejora en la distribución del ingreso y un fortalecimiento y/o empoderamiento de las comunidades indígenas y étnicas de la región en el desarrollo sostenible de la misma, lo cual necesariamente es una connotación social invaluable.

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD E INCERTIDUMBRE

El modelo de sensibilidad comprende desligarse de la restricción analítica de estimar un único estado del mundo representado por un único valor actual neto, y permitir un análisis más comprehensivo de estados del mundo donde las variables críticas no se asumen como valores únicos sino como variables a la cuales se les puede asignar una función de probabilidad que comprenda miles de escenarios posibles que permitan evaluar las variables objetivo o pronóstico de forma más asertiva y con una probabilidad de ocurrencia dada.

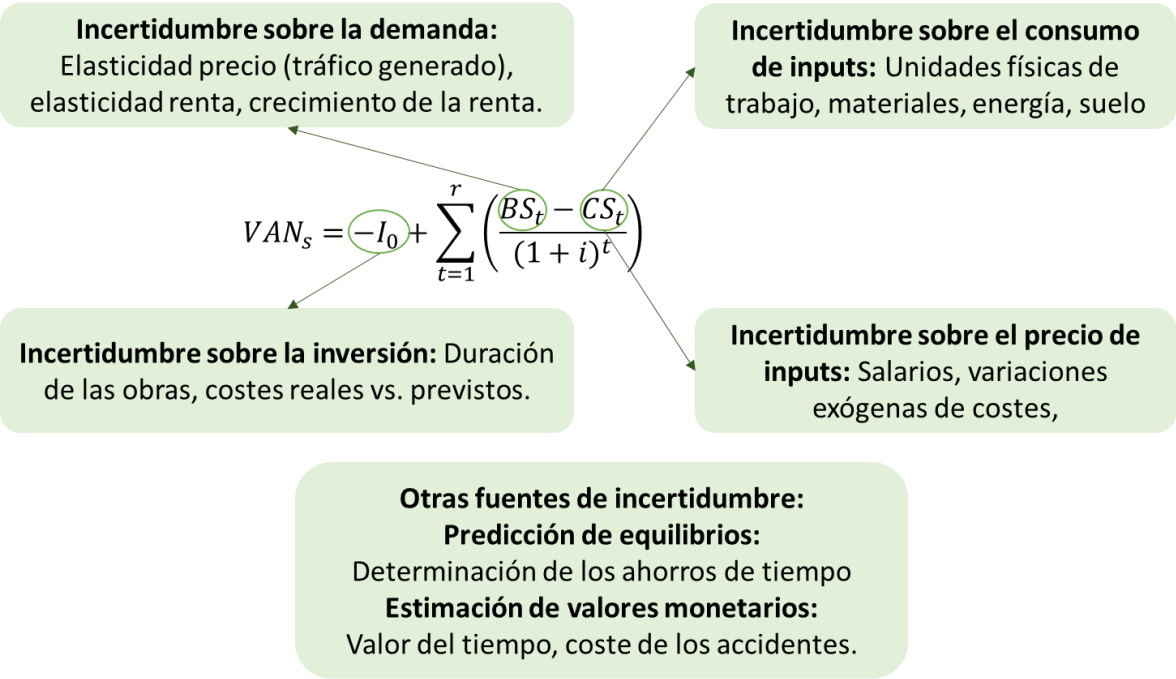
En cuanto a la evaluación socioeconómica del Plan, dado la existencia del componente de incertidumbre sobre el comportamiento de las variables y/o proyecciones financieras que se utilizan en la construcción del flujo de caja de los escenarios tendencial y sostenible, se hace necesario el análisis de la variabilidad

de dichas variables. Dicha variabilidad se mide a través de valores mínimos y máximos de variación de los ingresos y los costos del Plan y así se obtendrá un rango estimado del valor actual neto.

El tratamiento del riesgo en la evaluación del Plan se formaliza en el análisis de sensibilidad. Éste toma forma en la cuantificación del riesgo del Plan a partir de la adecuada identificación de los factores o las variables críticas que afectan el comportamiento del mismo, estableciendo su comportamiento esperado dentro de los escenarios macroeconómicos/probabilísticos que se utilicen. El análisis de riesgo (volatilidad) se efectúa a través del análisis de escenarios dado que el resultado de la decisión de inversión dependerá del escenario que ocurra respecto al comportamiento de las variables que pueden afectar el Plan, a saber: ingresos, costos no esperados, entre otros.

El análisis de escenarios se realiza con base a la técnica de la Simulación de Montecarlo es un procedimiento numérico que permite estimar la rentabilidad esperada de un proyecto de inversión y el riesgo inherente al mismo a partir de un número amplio de simulaciones con base en las cuales se estima el valor esperado y la varianza del VAN y la Razón Costo Beneficio (Ver Ilustración 9).

Ilustración 9 Fuentes de incertidumbre en el cálculo del VAN



Fuente: EPYPSA a partir de Rus at al (2006).

6.1 Sensibilización de la evaluación socioeconómica y ambiental del Plan: Ingresos y Egresos

La sensibilización se realiza sobre las variables de ingresos¹⁰ y costos determinados en el flujo socioeconómico y ambiental, su rango de variación para efectos de la sensibilización es el siguiente:

Tabla 36 Rangos de variación de las variables críticas

Variables	Límite inferior	Límite superior
Ingresos	-20%	+20%
Egresos	-10%	+20%

Fuente: EPYPSA, 2022

A partir del uso de iteración aleatoria a través de la técnica de Simulación de Montecarlo, bajo los límites de variación de la Tabla 36 se procederá a simular 50.000 escenarios para determinar el rango posible que puede tomar el VAN y la Razón Costo Beneficio (Ver Ilustración 10) y [Anexo 4. Reporte Crystal Ball evaluación socioeconómica.xlsx](#).

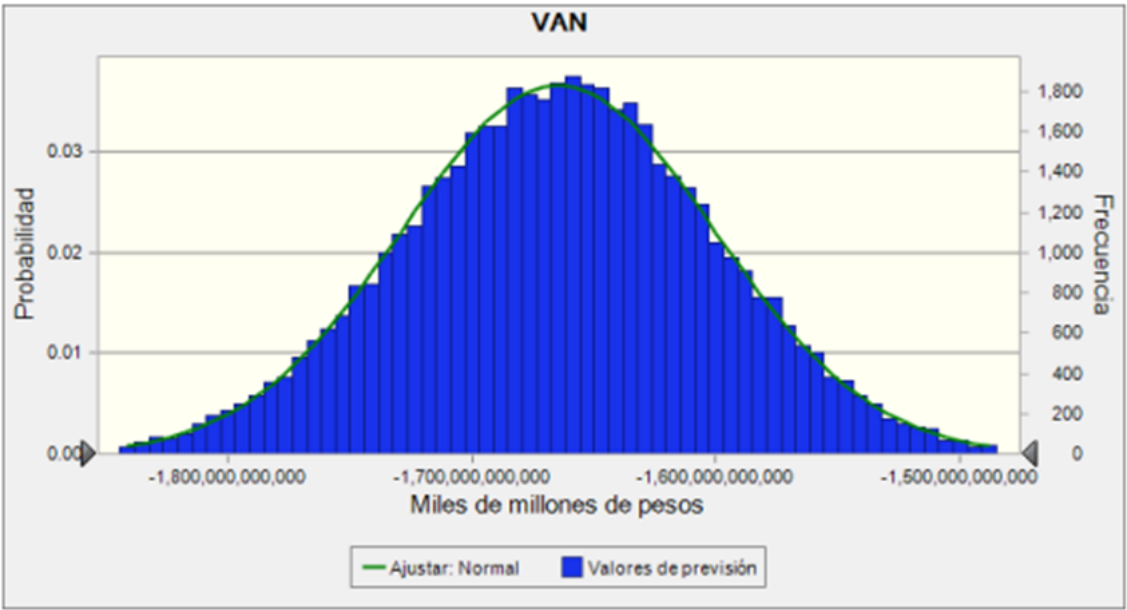
Ilustración 10 Salida Informe de Simulación Crystal Ball

Informe de Crystal: completo Simulación iniciada el 16/1/2023 a las 18:47 Simulación detenida el 16/1/2023 a las 19:00	
Prefs ejecución:	
Número de pruebas ejecutadas	50.000
Monte Carlo	
Inicialización aleatoria	
Control de precisión activado	
Nivel de confianza	95.00%
Estadísticas de ejecución:	
Tiempo de ejecución total (seg)	782.18
Pruebas/segundo (promedio)	64
Números aleatorios por segundo	3.899
Datos de Crystal Ball:	
Suposiciones	61
Previsiones	2

¹⁰ Específicamente el ingreso diferencial vía turismo contempla la sensibilización proxy de la **demanda** de transporte.

Ilustración 11 Sensibilización del VAN

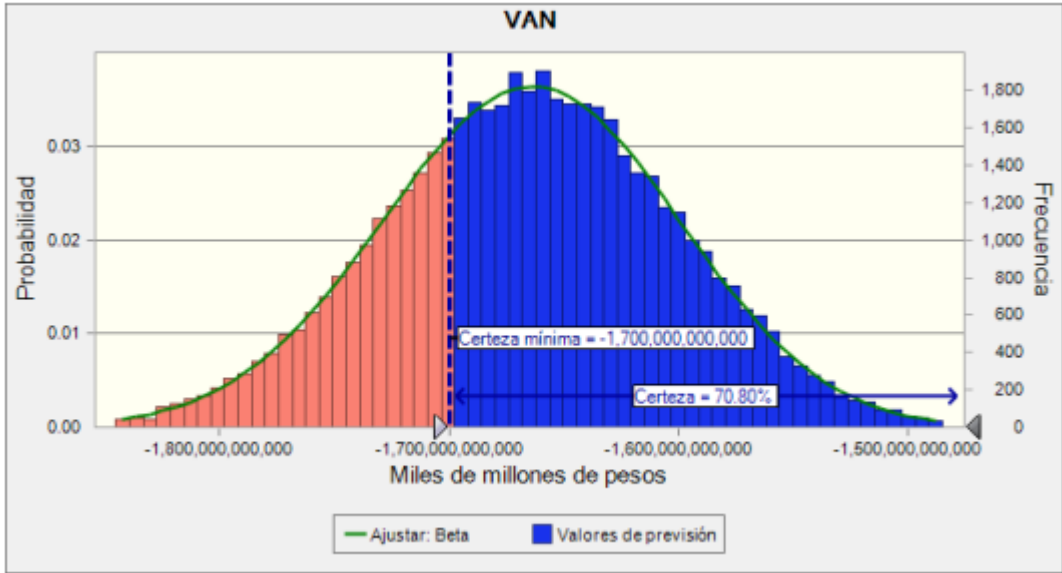
Resumen:
El rango completo es de -1.930.779.584.162 a -1.408.940.835.056
El caso base es -1.534.407.161.639
Después de 50.000 pruebas. el error estándar de la media es 287.833.219



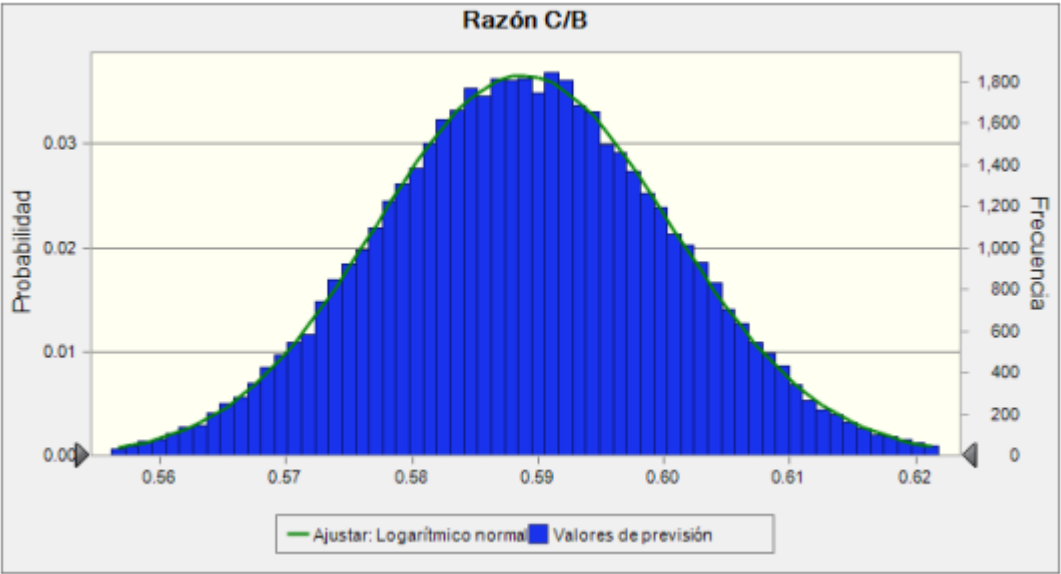
Fuente: EPYPSA, 2022

La Ilustración 11 muestra que, con un 95% de nivel de confianza, el VAN oscilará entre **\$ -1.93** billones y **\$ -1.41** billones de pesos y la distribución **normal** de probabilidad es la que más se ajusta a la estimación. Por otra parte, con una certeza de 70.8%, el VAN no será menor a **\$ -1.70** billones de pesos (Ver Ilustración 12).

Ilustración 12 Sensibilización del VAN # 2



Fuente: EPYPSA, 2022



Fuente: EPYPSA, 2022

6.2 Sensibilización de la evaluación socioeconómica y ambiental del Plan: Rangos de deforestación en la construcción carreteras.

Las construcciones de carreteras representan una serie de efectos negativos sobre el medioambiente principalmente asociados a la deforestación lado a lado de la vía, a partir de una revisión de literatura sobre la caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación en la Amazonía, se destacan tres estudios que concluyeron lo siguiente:

- ❖ En la región Amazónica el 95% de la deforestación equivalente a 726.000 ha ocurrió en un rango de 50km de un segmento vial. En un radio de menos de1km se evidenció deforestación del 42% es decir 333.000ha, en menos de 5km 80 % es decir 592.000ha y en menos de 10km el 93% que corresponde a 660.000ha deforestadas (IDEAM y el Ministerio de Ambiente entre el periodo 2005-2015).
- ❖ La tendencia de deforestación más significativa en la Amazonía Colombiana específicamente en el tramo de San José del Guaviare a la Macarena se encuentra a los 2 km alrededor de la vía carretera (Botero García, fundación para la conservación y para el desarrollo sostenible FCDS, 2018).
- ❖ La deforestación era mucho mayor cerca de las carreteras que en otras partes de la Amazonía; casi el 95% de toda la deforestación ocurrió dentro de los 5,5 km de caminos (Christopher, 2014).

Finalmente, la Razón Costo-Beneficio variaría entre 0.54 y 0.64 con un nivel de confianza de 95%. La distribución de probabilidad de dicho rango es Log-normal.

Ilustración 13 Sensibilización de la Razón Costo-Beneficio

Resumen:
El rango completo es de 0,54 a 0,64

El caso base es 0,61
Después de 50.000 pruebas, el error estándar de la media es 0,00

Ilustración 14 Procesos de deforestación para el desarrollo de actividades económicas



Fuente: Revista semillas, 2018

En este sentido, es pertinente en la evaluación socioeconómica y ambiental realizar escenarios donde se incorporen diferentes niveles de deforestación en la construcción de vías a través del tiempo tipo efecto espina de pescado y, por lo tanto, evidenciar el efecto que tendrían en la razón beneficio/costo del Plan.

Ilustración 15 Procesos de deforestación en el entorno de las carreteras



Fuente: Revista semillas, 2018

Los escenarios alternativos al escenario base son:

- ❖ Escenario Base (ESC 1): 7.3 mts de carretera y 20% adicional de deforestación (10% por lado).
- ❖ Escenario 2 (ESC 2): 7.3 mts de carretera y 2km de deforestación total (1 km por lado)
- ❖ Escenario 3 (ESC 3): 7.3 mts de carretera y 3km de deforestación total (1.5 km por lado)
- ❖ Escenario 4 (ESC 4): 7.3 mts de carretera y 5km de deforestación total (2.5 km por lado)

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 37 Sensibilización Razón Beneficio-Costo a partir de rangos de deforestación

	ESC 1	ESC 2	ESC 3	ESC 4
VP INGRESOS	2.384.398.828.544	6.132.413.929.310	8.738.828.311.183	13.951.657.074.929
VP EGRESOS	4.117.437.271.421	6.841.280.056.048	8.025.631.326.099	10.394.333.866.202
VPN	- 1.733.038.442.877	- 708.866.126.738	713.196.985.084	3.557.323.208.727
R B/C	0,58	0,90	1,09	1,34

Fuente: EPYPSA, 2022

Se observa como a partir de escenarios de deforestación lado a lado de la carretera más amplios, los cuales son consecuentes con los estudios, datos y análisis realizados en la región amazónica, la pérdida ambiental producto principalmente del almacenamiento de biomasa aérea genera que los ingresos (como costo ambiental evitado) del Plan superen los egresos asociados, logrando la viabilidad financiera del mismo, es decir una razón beneficio/costo mayor a uno.

7. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Las alternativas que se analizan dentro del marco de la sostenibilidad y de los componentes de estudio del PATIS se desarrollaron en la matriz de alternativas. Esta considera el sistema fluvial intermodal como el escenario sostenible y el sistema carretero como tendencial, en dicho análisis se logró determinar que el sistema fluvial intermodal en condiciones de operación e infraestructura adecuadas, suple las necesidades de la demanda generada por la población y por la productividad económica con un impacto negativo bajo, en contraste con el sistema carretero que promueve actividades antrópicas como la deforestación. Cabe resaltar que existen otras variables indirectas y subyacentes que promueven la deforestación como la expansión de la frontera agrícola por actividades lícitas o ilícitas, la minería, tecnologías de producción, el mercado laboral, los cambios demográficos, entre otras.
- El Plan Amazónico de Transporte Intermodal Sostenible (PATIS) es una iniciativa que tiene por objetivo mejorar la accesibilidad y el transporte intermodal sostenible en la región amazónica, fortaleciendo los nodos de interconexión fluvial, carretero y promoviendo el desarrollo de infraestructuras logísticas como áreas de consolidación de carga. También tiene como meta mejorar la infraestructura aeroportuaria, como aeropuertos y pistas, con el fin de evitar la continuidad de la construcción de carreteras propias de la intervención antrópica.
- El sistema fluvial intermodal es la alternativa sostenible que el PATIS quiere promover, ya que responde a las necesidades particulares del territorio desde la perspectiva de los componentes de estudio, bajo un esquema de planificación y cumplimiento de la normatividad. De esta manera se logrará mejorar y adaptar la infraestructura de intermodalidad (muelles y puertos) garantizando su funcionamiento en cualquier etapa del ciclo de vida tanto de programas como de proyectos, por medio

- de: I. La incorporación de Lineamientos de Infraestructura Verde Vial, para el desarrollo integral sostenible del territorio, II. El cumplimiento de las metas propuestas y III. A través de procesos de monitoreo y seguimiento.
- El PATIS formula proyectos considerando las necesidades de viaje de pasajeros y de carga en su totalidad, considerando las condiciones socioeconómicas caracterizadas en las comunidades, ciudadanos residentes o visitantes, oferentes y demandantes de productos de cualquier grupo étnico y nivel de ingreso, independientemente de su condición respecto a la constitución de familia -el estrato en cualquier caso corresponde al predio de residencia, no a la familia.
 - El PATIS contempla estudios que definirán los **costos de operación** para el transporte de pasajeros y carga, los cuales deberán considerar las condiciones de ingreso para establecer tarifas asequibles a las comunidades. Su desarrollo corresponde a una etapa posterior en el proceso de planeación e implementación del proyecto. Estos estudios están formulados tanto en al área de actuación de operación como de ascenso tecnológico descritos en el Fortalecimiento de la operación de transporte aéreo de pasajeros y carga con enfoque social de servicio y accesibilidad, la Revisión de incentivos destinados a la reducción de costos de tarifarios de transporte público aéreo y la estructuración del sistema de transporte público fluvial de pasajeros y carga para la prestación eficiente del servicio.
 - El Plan tiene influencia en siete departamentos (Amazonas, Meta, Guaviare, Caquetá, Vaupés, Guainía y Putumayo) y en 10 municipios. El área intervenida por el Plan corresponde a un total de 1.291 hectáreas, en jurisdicción de CORPOAMAZONAS. De acuerdo con la intervención de las hectáreas de forma permanente por las zonas de aprovechamiento forestal y luego de aplicación de los factores de compensación, el área a compensar obedecería al orden de 10.290 ha. Estimando un valor en compensaciones equivalente a **\$ 356.325 millones**.
 - En la calificación de impactos se logró evidenciar que la ejecución del escenario tendencial generaría una gran cantidad de impactos significativos en el componente geosférico y ecosistémico cuyo valor se estima en **\$ 739.975 millones**.
 - Se presentan un total de tres Biomas a intervenir, en donde los bosques naturales del zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía representan el 53% teniendo en cuenta que se distribuyen en siete de los departamentos de influencia.
 - En fase de construcción se generaría deforestación equivalente a **726.959** árboles, por lo cual se estaría dejando de almacenar cerca de **719.212** Ton CO2eq. Además, a partir de la ejecución de la operación del Plan, se estima que el tránsito de vehículos por trayecto Origen-Destino-Origen, emita **319.263** tonCO2 eq/annual
 - La evaluación económica y ambiental general una razón costo-beneficio de **0.58** dado que la hipotética construcción de los 6 tramos carreteros en el escenario tendencial tiene un impacto económico representativo que se configura como un **coste de oportunidad** para la alternativa sostenible que plantea el PATIS, valorado en **\$ 516.546 millones**.
 - El valor presente de los costos ambientales evitados y gastos potenciales del PATIS es de **\$ 2.01** billones, representa el beneficio ambiental del Plan.

- La evaluación social a partir de **precios cuenta** de los costes de construcción de obras, mejoramiento y mantenimiento del PATIS estiman un bienestar económico en términos de eficiencia y equidad para el Plan que asciende a **\$ 198.631** millones, dicho excedente mejora la razón coste-beneficio a **0.61**.
- Los proyectos de inversión con razón coste-beneficio mayor a uno son recomendables/viables desde el punto de vista económico y financiero, la razón coste-beneficio para la evaluación socioeconómica y ambiental del PATIS es **0.61**, empero, dadas las implicaciones **sociales** y **ambientales**, valoradas desde la perspectiva de conservación ambiental de la región amazónica cuyo impacto trasciende incluso a un ámbito global de la humanidad y la relevancia de conservar las condiciones actuales del territorio, en términos de recursos naturales, con respecto a la identidad y creencias de las comunidades autóctonas y grupos étnicos de la región, su implementación debe asegurarse por parte de gobierno nacional más allá de las consideraciones netamente económicas y financieras toda vez que las implicaciones ambientales y sociales deben sobreponderarse.
- La potenciación del transporte fluvial, el mejoramiento de la infraestructura aérea, el mejoramiento del modo carretero ya existente bajo parámetros sostenibles que contempla el Plan, permite que la región fortalezca la conectividad y competitividad regional y que las comunidades indígenas y los grupos étnicos autóctonos de la zona se vinculen a procesos productivos especialmente derivados del turismo ecológico y la contratación de mano de obra no calificada para el mejoramiento de los modos de transporte. Lo anterior implica una mejora en la distribución del ingreso para la región toda vez que este tipo de comunidades y grupos poblacionales hacen parte de los percentiles más bajos de generación de ingresos de la zona, contribuyendo a la mejora en la **equidad social**.
- A partir del análisis del costo ambiental evitado y potencial, la evaluación socioeconómica y ambiental dimensiona el valor que el gobierno debería asumir como subsidio para asegurar el desarrollo sostenible de la región amazónica a partir de PATIS.
- Escenarios de deforestación lado a lado de los tramos carreteros mayores a 2km (1km cada lado) implican que el Plan sea financieramente viable, esto es, su razón beneficio-coste sea mayor a uno.

8. ANEXOS

- [Anexo 1. Matriz de alternativas.xlsx](#)
- [Anexo 2. Matriz de Impacto ambiental.xls](#)
- [Anexo 3. Maqueta evaluación socioeconómica ambiental.xlsx](#)
- [Anexo 4. Reporte Crystal Ball evaluación socioeconómica.xlsx](#)
- [Anexo 5. Escenarios de deforestación.xlsx](#)

9. BIBLIOGRAFÍA

Ataz. E. & Morales. Y. de M. (2004). Contaminación atmosférica. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=sLE8xbtcK-gC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica.+Erenesto+Mart%C3%ADn+ez+Ataz+y+Yolanda+D%C3%ADaz+de+Mera+Morales&ots=DPRvFFt1pq&sig=W0dSs6zqNNZxoukllQvQ-euBDk0>

Banister. D. and Berechman. J.. (2000a). Transport investment and economic development. UCL Press. London.

Banister. D. and Berechman. J.. (2000b). The Economic Development Effects of Transport Investment. TRANS-TALK Workshop. November 2000. Bruselas.

Benavides Ballesteros. H.. & León Aristizábal. G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. In academia.edu. https://www.academia.edu/download/50544101/Gases_de_Efecto_Invernadero_y_el_Cambio_Climatico.pdf

Botero G. (2018) Tendencia de deforestación en la Amazonia Colombiana.

Cascajo. R. (2004). Metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de proyectos de transporte guiado en ciudades. <https://www.researchgate.net/publication/38279708>.

Christopher P. Barber, Mark A. Cochrane, Carlos M. Souza, William F. Laurance, Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon, Biological Conservation, Volume 177, 2014, Pages 203-209.

CDP. (2021). PUTTING A PRICE ON CARBON The state of internal carbon pricing by corporates globally

CEDEX (2010). Evaluación económica de proyectos de transporte: Manual. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

DANE. Departamento Nacional de Estadística (2019). Población indígena: resultados del censo nacional de población y vivienda 2018. Colombia: gobierno de Colombia.

De Rus. G.. Campos. J.. Pilar Socorro. M.. Valido. J.. Graham. D.. externo Per-Olov Johansson. R.. & Johansson. P.-O. (2020). Evaluación Económica de Proyectos y Políticas de Transporte: Metodología y Aplicaciones. In documentos.fedea.net. <https://documentos.fedea.net/pubs/dt/2020/dt2020-11.pdf>

De Rus. G.. O. Betancor y J. Campos (2006): “Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte”. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual-de-evaluaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica-de-proyectos-de-transporte.pdf>

DNP. Departamento Nacional de Planeación (2019). Actualización de la estimación de los indicadores “Razón Precio–Cuenta”. ARCHIVOS DE ECONOMÍA. Documento 497.

Essen. H. van. Wijngaarden. L. van. Schroten. A.. & Sutter. D. (2019). Handbook on the external costs of transport. versión 2019. <https://trid.trb.org/view/1646234>

Galindo C. J. (2020). Plan de desarrollo departamental Amazons: Progresando con Equidad 2020-2023. Colombia

Gobernación de Guainía. (2020). Guainía Oportunidad para todos: Plan de desarrollo departamental 2020-2023. Guainía. Colombia.

Gobernación de Putumayo. (2021). Plan Vial Departamental Del Putumayo 2021-2030. Putumayo. Colombia.

Gobernación del Amazonas. (2020). Plan de desarrollo departamental Amazonas: Progresando con Equidad 2020-2023. Colombia.

Gobernación del Guainía. (29 de Julio de 2017). Las principales actividades productivas del Departamento. Guainía. Colombia.

Gobernación San José del Guaviare. (2020). Plan de desarrollo municipal 2020-2023: "Oportunidad y Progreso para todos" San José del Guaviare. San José del Guaviare. Colombia.

Gobernación Vaupés. (2020). PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL "VAPUÉS. JUNTOS PODEMOS". Vaupés. Colombia.

Guio Rodríguez. A. & Rojas Suárez. A. (2019). Amazonía colombiana Dinámicas territoriales. Ideas Verdes. 22.

IDEAM. (n.d.). Contaminación atmosférica [Internet]. Retrieved October 3. 2022. from <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>

MADS. & IDEAM. (2020). “Propuesta de nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en Colombia para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC”.

Malagón. M. E. (2011). Medio ambiente y contaminación. Principios básicos. <https://addi.ehu.es/handle/10810/16784>

MEDINA. P. Y. (2018). APROXIMACIÓN DE VALORES COMERCIALES PARA ÁRBOLES MADERABLES. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Mejía Valenzuela. A. (1983). La Amazonía Colombiana. Boletín de La Sociedad Geográfica de Colombia. 36(118). www.sogeocol.edu.co

MINISTERIO DE AMBIENTE (2020). Lineamientos ambientales, sociales y de sostenibilidad para la actualización de la metodología para estructurar planes regionales de infraestructura intermodal de transporte y movilidad sostenible.

MINISTERIO DE AMBIENTE (2018). Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles.

MINAMBIENTE, IDEAM (2005-2015) Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional.

Velasco Munguira. A. & Rodríguez Camino. E. R. (2018). Cambio climático: calentamiento global de 1. 5° C. <http://hdl.handle.net/20.500.11765/10630>

Osorio Múnera. J. D. (2006). VALORACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS AMBIENTALES: MARCO CONCEPTUAL Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN. Semestre Económico. 7(13). 160-192. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1141>

Osorio Múnera. Juan David (2006). EL MÉTODO DE TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES: ESTADO DEL ARTE Y APLICACIONES. Semestre Económico. 9(18).107-124. [Fecha de Consulta 11 de octubre de 2022]. ISSN: 0120-6346. Disponible en: <https://www.redalyc.org/Articulo.oa?id=165013669005>

Pearce. David W. y D. Morán (1994).” The Economic Value of Diversity”. UICN. Londres.

Raffo Lecca. E. (2015). Valoración económica ambiental: el problema del costo social. Industrial Data. Revista de Investigación. 18(1). 108–118. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81642256013.pdf>

Rivera Ospina. D. (2018). La Amazonía Colombiana (I/M Editores. Ed.).

Salazar. C. A.. & Riaño. E. (2016). Perfiles urbanos en la Amazonía colombiana: Vol. 2. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas «Sinchi».

SINCHI. (2020). Zonificación ambiental y ordenamiento de la reserva forestal de la amazonia. Creada mediante la ley 2ª de 1959. Obtenido de zonificación ambiental y ordenamiento de la reserva forestal de la amazonia. Creada mediante la ley 2ª de 1959

SINCHI. (2021). Informe de gestión 2020- Instituto Sinchi.

Tapia. E. G. (2015). Las externalidades y el teorema de Coase. México: Departamento de economía. Recursos Naturales y Comercio internacional Universidad tecnológica Metropolitana.

Trujillo. A. G. (2020). Pacto social por el desarrollo de nuestra región. Plan de desarrollo departamental del Caquetá 2020-2023. Caquetá. Colombia.