



PROYECTO VIAL **SALCEDO - TENA**

IMPACTOS POTENCIALES EN LA BIODIVERSIDAD
Y COMUNIDADES DEL PARQUE
NACIONAL LLANGANATES

EQUIPO CONSULTOR

La Fundación Ecosistemas en Acción (Eco-Acción) fue la entidad consultora con el siguiente equipo de trabajo:



Ing. Daniel Mendoza

Msc. Jonathan Luzuriaga

Ing. Susana Caluña

Ing. Juan Paredes

Caracterización y levantamiento
de información Geográfica

Revisión Bibliográfica

Revisión Bibliográfica

Generación del modelo de impacto

Supervisión Revisión y Análisis Social, Fundación Pumamaqui

<https://fundacionpumamaqui.org/>

David Suárez y José Egas

Diseño y diagramación

María Fernanda Váscones

VASCONES DISEÑO

Fotografías:

Esteban Barrera / WWF Ecuador

Organizaciones aliadas:



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	15
1.1.	Alcance del informe	17
1.2.	Objetivo general	18
1.3.	Objetivos Específicos	18
2	METODOLOGÍA	19
2.1.	Caracterización ecológica del Parque Nacional Llanganates	20
2.2	Modelo preliminar del Área de Impacto Directo e Indirecto al paisaje del PN Llanganates	22
2.2.1	Análisis de Fragmentación Cuantitativa	23
2.2.2	Análisis de Fragmentación Espacial	25
2.3.	Recolección y sistematización de bibliografía científica	26
3	RESULTADOS	29
3.1	Caracterización del Parque Nacional LLanganates	30
3.2	Localización geográfica y límites territoriales	30
3.2.1	Geofísica	31
3.2.1.1	Caracterización topográfica y altitudinal	31
	Infraestructura vial y obras civiles	33

	Procesos erosivos y estabilidad de laderas	33
3.2.2.1	Caracterización climática	35
3.2.2.2	Recursos hídricos	38
3.2.2.3	Ecosistemas y Hábitats clave	40
3.2.2.4	Diagnóstico Biológico y Ecológico	42
3.2.3	Diversidad de especies	42
3.2.3.1	Servicios ecosistémicos relacionados con la biodiversidad	46
3.2.3.2	Interdependencia entre servicios y biodiversidad.	48
3.2.3.3	Estado alternativo y costos de no conservar.	48
3.2.3.4	Caracterización del Impacto Antrópico	49
3.2.3.5	Cobertura y Uso de Suelo (CUS)	49
3.2.3.6	Carreteras e infraestructura	51

4

MODELO DE IMPACTO
POR LA CONSTRUCCIÓN
DE LA CARRETERA
SALCEDO - TENA

53

4.1.	Identificación del Área de Impacto	54
4.1.1.	Área de Impacto Directa (AID)	56
4.1.2.	Área de Impacto Indirecta (AII)	57
4.1.2.1	Impacto en la Biodiversidad y Ecosistemas	59
4.1.2.2	Principales hallazgos e impactos identificados:	61
4.1.2.3	Impactos de la carretera sobre los recursos hídricos del PN Llanganates	64
4.1.2.4	Diversidad de especies dentro de las áreas de impacto	67
4.1.2.5	Ecosistemas afectados	67
4.2.	Impacto en la Ecología del paisaje	70
4.2.1.	Análisis de cambio de Cobertura y Uso de Suelo (CUS)	70
4.2.1.1	Modelo de Fragmentación de los ecosistemas	72
4.2.2.2.	Análisis Cuantitativo	72
4.2.2.3.	Análisis espacial	74

4.3.	Impacto sobre los servicios ecosistémicos	75
4.3.1.	Humedal RAMSAR y Recursos hídricos	76
4.3.2.	Almacenamiento de Carbono yRegulación climática	79

5

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

81

6. BIBLIOGRAFÍA

85

7. ANEXOS

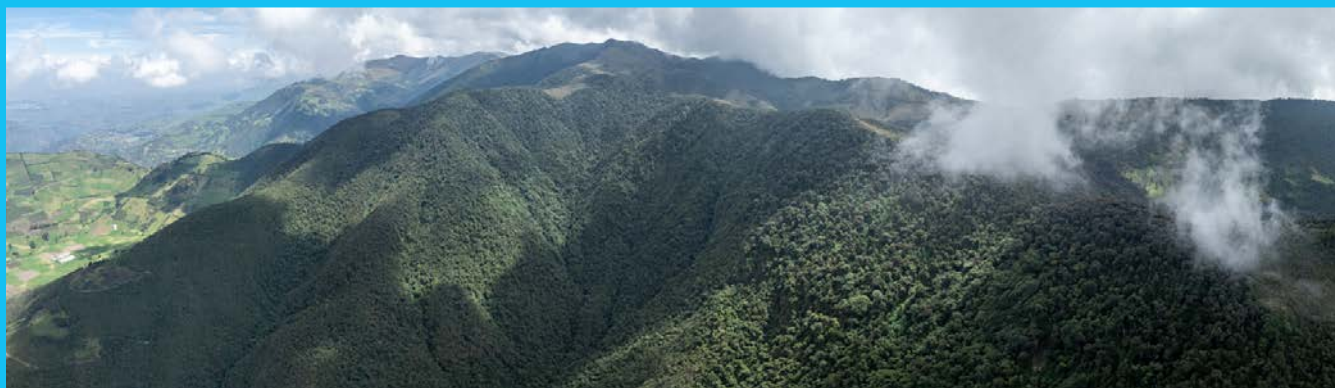
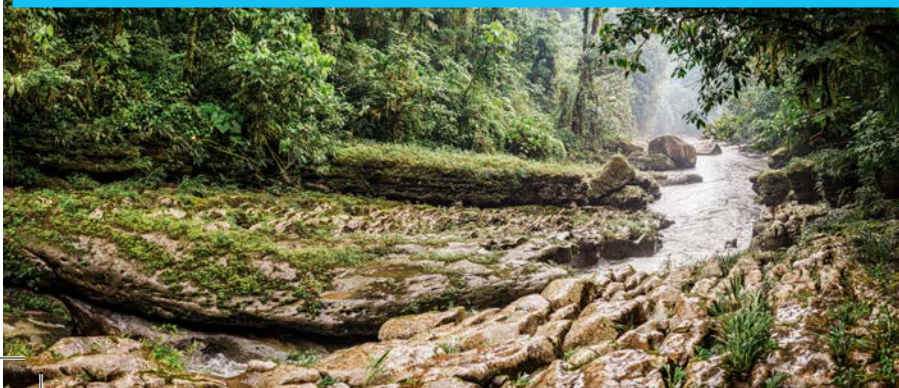
95

8

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO, SOCIO-
ECONÓMICO Y CULTURAL EN EL
ÁREA DE INFLUENCIA DE LA
CARRETERA SALCEDO-TENA

101

8.1	Zona Alta: Cantón Salcedo (Región Interandina). Una caracterización indispensable	103
8.2	Importancia Estratégica del Parque Nacional Llanganates en Cotopaxi	110
9.	Zona Baja: Alto Napo y Parroquia Tala (Piedemonte Amazónico)	114
9.1	Importancia Estratégica de la Conservación de Llanganates para la estructura socio-económica y cultural en Napo	119
10.	Impactos de la Carretera Tena-Salcedo en la Estructura Socio-económica y Cultural del Área de Influencia	122
10.1	Impactos en la Zona Alta (Salcedo – Región Interandina)	122



INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1	Ejemplo del cálculo de Densidad de Área de Bosque en un mapa de 10x10 píxeles con ventana de 3x3 píxeles.	25
Gráfica 2	Resumen de rangos de clases de fragmentación según el resultado de FAD por píxel.	26
Gráfica 3	Diagrama de la metodología PRISMA	28
Gráfica 4	Tipos de Impacto de la carretera dentro del PNLL	59
Gráfica 5	Impactos clave identificados mediante revisión bibliográfica.	62
Gráfica 6	Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Directo (AID).	68
Gráfica 7	Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Indirecto Secundario (AIIS).	69
Gráfica 8	Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Indirecto Secundario (AISS).	70
Gráfica 9	Cambio de uso de suelo que se produciría en el PNLL por la construcción de la Carretera Salcedo-Tena.	71
Gráfica 10	Impacto directo de la carretera Salcedo-Tena sobre las Coberturas y Usos de Suelo del PNLL	71
Gráfica 11	Cambio del número de Parches de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo-Tena.	72
Gráfica 12	Cambio del Tamaño promedio de los Parches de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo - Tena	73
Gráfica13	Cambio del Índice de Parche más grande de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo - Tena	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Fuentes de información de biodiversidad utilizadas en el informe.	20
Tabla 2.	Fuentes de información de biodiversidad utilizadas en el informe.	23
Tabla 3	Descripción de las métricas de paisaje usada en el análisis	24
Tabla 4	Especies en peligro crítico registradas dentro del PNLL	45
Tabla 5	Servicios ecosistémicos del PN Llanganates.	47
Tabla 6	Área de cada uno de los tipos de impacto de la carretera Salcedo-Tena en el PNLL.	59
Tabla 7	Principales impactos de la construcción de una carretera en los recursos hídricos del PNLL..	64
Tabla 8	Estimación del almacenamiento de carbono y su valor económico para cada área de impacto.	80



INDICE DE MAPAS

Mapa 1	Ubicación del PN Llanganates.	31
Mapa 2	Gradiente altitudinal del PN Llanganates.	32
Mapa 3	Pendientes del PN Llanganates.	34
Mapa 4	Relieves del PN Llanganates.	35
Mapa 5	Gradiente térmico del PN Llanganates.	36
Mapa 6	Ombrotipo del PN Llanganates.	38
Mapa 7	Hidrografía del PN Llanganates.	40
Mapa 8	Distribución de Ecosistemas del PN Llanganates.	41
Mapa 9	Cobertura y Uso de Suelo del PNLL en 2023 (MAPBIOMAS, 2024).	50
Mapa 10	Estado vial actual del PNLL	51
Mapa 11	Propuesta de trazado para la carretera Salcedo-Tena	56
Mapa 12	Área de impacto directo, indirecto e indirecto secundario de la carretera - Salcedo - Tena en el PNLL	58
Mapa 13	Modelo de fragmentación espacial de la carretera Salcedo-Tena.	75
Mapa 14	Modelo de impacto sobre el humedal Ramsar del PNLL.	78

TERMINOLOGÍA

PNLL: Parque Nacional Llanganates

Abundancia: Número total de individuos de una especie presente en un ecosistema o comunidad biológica. Se utiliza para medir la dominancia o presencia relativa de una especie dentro de un conjunto de especies.

Área de Impacto Directo (AID): zona geográfica donde se producen los impactos inmediatos de una actividad o proyecto.

Área de Impacto Indirecto (AII): abarca las áreas donde se perciben los efectos que resultan de los impactos directos, a menudo con un alcance más amplio y con una mayor complejidad.

Biodiversidad: Variedad de formas de vida presentes en un área determinada, incluyendo diversidad genética, de especies y de ecosistemas. Es un indicador clave de la salud ecológica y la resiliencia de los sistemas naturales y socioecológicos.

Cobertura y Uso de Suelo (CUS): Constituye la cubierta biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra (elementos naturales y antrópicos).

Colmatación de cauces: acumulación excesiva de sedimentos (arena, limo, arcilla, detritos) en el lecho y las orillas de ríos o quebradas. Lo que implica obstrucción del flujo del agua y alteración de hábitats acuáticos.

Ecología del paisaje: Disciplina que estudia las interacciones entre los elementos bióticos y abióticos a escala de paisaje, y cómo estos patrones y procesos ecológicos afectan la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas a diferentes escalas



Ecosistema: Unidad funcional del medio ambiente compuesta por una comunidad de organismos vivos (biocenosis) y su entorno físico (biotopo), en interacción a través de flujos de energía, materia y relaciones ecológicas. Puede ser natural o modificado por el ser humano.

Fragmentación: Proceso de división, reducción y distanciamiento de los parches de coberturas naturales en fragmentos de menor tamaño separados entre sí.

Guidos Toolbox (GTB): Software de análisis de patrones espaciales que permite realizar análisis espaciales de fragmentación a múltiples escalas mediante el cálculo de la métrica Densidad de Área de Bosque (DAB).

Métrica del paisaje: Valores estadísticos que cuantifican aspectos de la composición y configuración de las coberturas dentro de un paisaje a distintas escalas.

Densidad de Área de Bosque (DAB): Es una métrica de paisaje que se basa en el uso de una ventana de análisis de un tamaño de píxeles predeterminado con la cual calcula el porcentaje de la ventana que está cubierto con bosque o cobertura naturales.

Parche: Área continua de un cierto tipo de CUS.

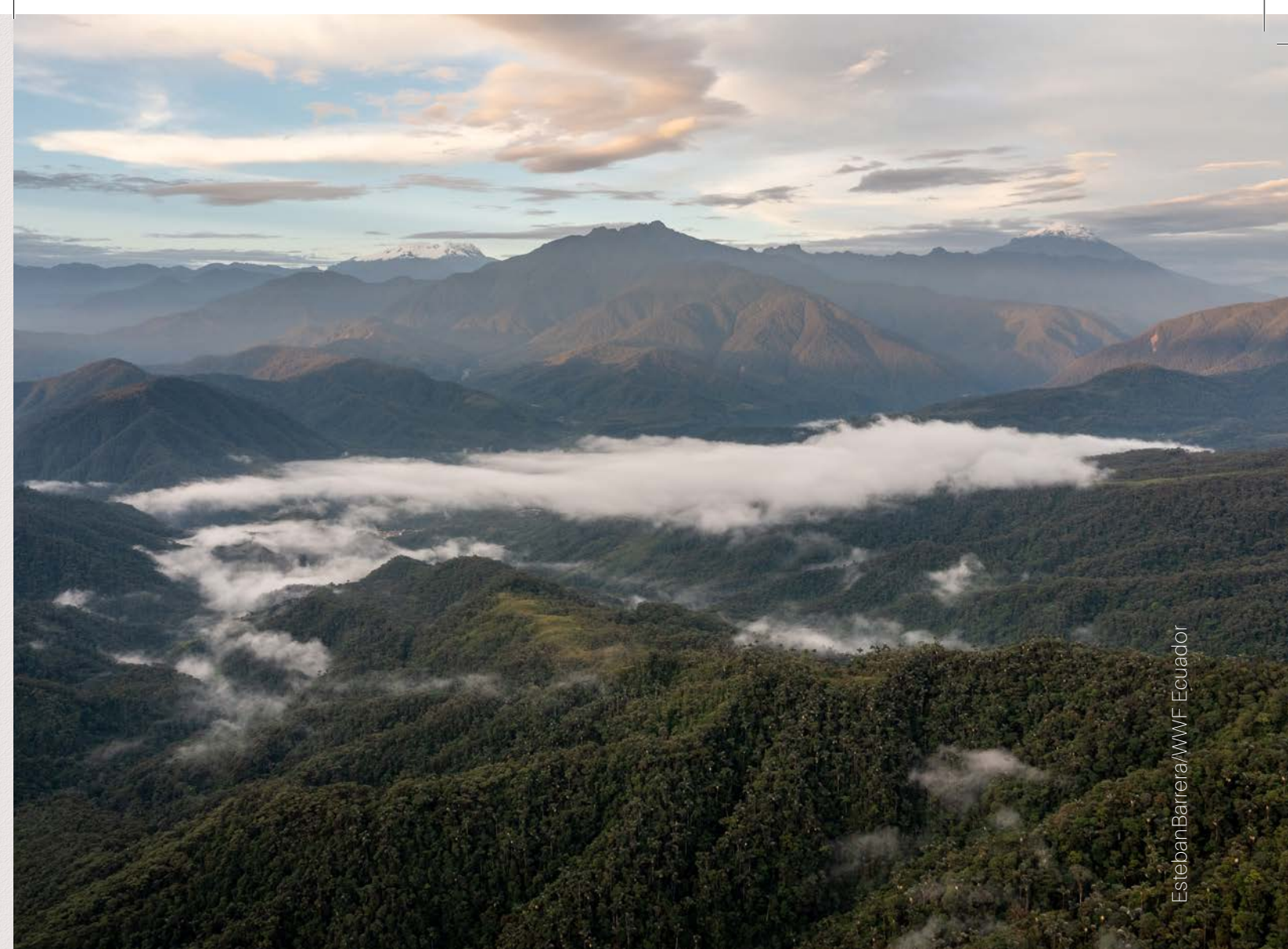
Servicio Ecosistémico: Son los beneficios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad humana. Estos beneficios son vitales para nuestra supervivencia, bienestar y calidad de vida, abarcando desde la producción de alimentos hasta la regulación del clima y la recreación.

RESUMEN EJECUTIVO

El Parque Nacional Llanganates, con ~219.000 hectáreas que atraviesan la cordillera oriental y descienden hacia la Amazonía, alberga selvas tropicales, bosques nublados y páramos que suceden desde los 670 m hasta los 4.768 m de altitud. Este gradiente altitudinal permite la existencia de 10 ecosistemas que sustentan una biodiversidad excepcional. Además, por posición geográfica posee una red de lagunas y turberas declaradas como un humedal de importancia mundial o RAMSAR que abastecen de agua potable y de riego a cantones como Salcedo, Latacunga y Pillaro, y alimentan al sistema hidroeléctrico Pisayambo – Agoyán. La carretera Salcedo – Tena, proyectada con alrededor de 120 km de longitud (80 km de ellos dentro del parque), cruzaría de forma transversal este gradiente ecológico y plantea riesgos considerables para la integridad ambiental y la seguridad hídrica de la región.



Para evaluar el posible impacto de la carretera dentro de los Llanganates, se caracterizó la importancia ecológica del PNLL mediante bases de datos biológicas y espaciales, se realizó una revisión bibliográfica sistemática de 74 estudios sobre los impactos de carreteras en áreas protegidas, y por último se realizó un modelo de impacto en base a la fragmentación del paisaje usando herramientas de análisis de patrones espaciales. El modelo de impacto consideró tres franjas: la zona de implementación de la carretera según la normativa vigente, un área de impacto directo a ambos lados de la vía y un área de impacto indirecto donde se fragmentaría el paisaje.



Esteban Barrera/WWF Ecuador



Esteban Barrera/WWF Ecuador

El trazado propuesto atraviesa laderas donde más del 60% del recorrido presenta pendientes superiores a 25° y varios segmentos superan incluso los 55°. Abrir caminos en estos terrenos exige grandes movimientos de tierra, muros de contención y drenajes especializados, aumentando tanto los costos como el riesgo de deslizamientos y erosión.

El análisis espacial estima una pérdida directa de bosque de unas 400 ha y una fragmentación severa de alrededor de 6.300 ha adicionales, lo que pone en peligro hábitats clave del oso andino y del sapo jambato. La vía toca además el borde occidental del Complejo Llanganati, sitio Ramsar de 30.355 ha que regula crecidas, recarga de acuíferos y almacena más de 1.000 toneladas de carbono por hectárea; cualquier intervención en estas turberas reduciría esa capacidad reguladora y comprometería el

abastecimiento de agua limpia de 12 ríos que desembocan en los ríos Napo y Pastaza. De estos, cinco subcuencas (Langoa, Mulatos, Llucullín, Topo y Negro) nacen a pocos kilómetros de la propuesta de carretera, por lo que cabe esperar arrastres de sedimentos, colmatación de ríos y mayor riesgo de inundaciones que afectarían incluso el sistema hidroeléctrico y las poblaciones de la Sierra centro-norte.

Únicamente tomando en cuenta el servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono para el área de impacto indirecto usando los valores estimados para programas de REDD+ para el 2030 da un valor de ~\$400 millones, cifra muy superior a los beneficios económicos directos que cabría esperar de un tramo vial más corto. Casos documentados en Yasuní (Ecuador) y Manu (Perú) muestran que nuevos caminos atraen caza furtiva, ocupaciones de tierras y conflictos sociales, mientras las ganancias locales suelen ser limitadas si no existe un ordenamiento previo.

En consecuencia, el informe concluye que la carretera generaría un impacto ecológico elevado y difícilmente reversible; arriesgaría la conservación de un área clave para la biodiversidad y pondría en riesgo el aprovisionamiento, la calidad y disponibilidad de agua para las ciudades y comunidades aledañas. Además va en contra de los compromisos climáticos internacionales ratificados por el Ecuador como el Acuerdo de París o la convención de humedales RAMSAR. Se recomienda suspender definitivamente la ejecución ya que los posibles impactos ambientales superan los beneficios Socio-Económicos relacionados a la carretera. Proteger este corredor andino-amazónico no sólo cumple compromisos internacionales, sino que salvaguarda el bienestar climático, hídrico y económico de las generaciones presentes y futuras.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es un componente característico de los paisajes antropizados. El crecimiento demográfico, la economía, la política y la tecnología, motivan la construcción de nuevas vías en paisajes naturales en nombre del desarrollo social. En cambio, las Áreas Protegidas (AP) (parques nacionales, reservas, santuarios, etc.) son un componente clave del patrimonio natural de los estados, pueblos y nacionalidades. Las AP son territorios designados para conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos percibidos de esa biodiversidad. Las AP cobran especial relevancia en la actual crisis del cambio climático, la pérdida mundial de la biodiversidad y las presiones socioecológicas.

A pesar de su importancia, existen tensiones entre la conservación de las AP y los intereses de desarrollo convencional que se enfocan en planificar y construir nuevas infraestructuras viales que comprometen zonas clave para la biodiversidad. En este caso, abordamos la Propuesta de proyecto para la construcción de la carretera Salcedo - Tena, que atraviesa el Parque Nacional Llanganates (PNLL) en Ecuador. El PNLL representa uno de los ecosistemas más diversos y frágiles de los Andes tropicales, alberga especies únicas, paisajes poco transformados y cuencas estratégicas para la provisión de agua y otros servicios ecosistémicos. Por esta razón, la ejecución del proyecto vial plantea múltiples interrogantes sobre los efectos que podría generar a corto y largo plazo en el parque.

1.1. Alcance del informe

Este informe tiene el propósito de aportar elementos técnicos que sirvan como base para una reflexión más informada sobre los efectos e implicaciones ecológicas de la construcción del proyecto de vía Salcedo - Tena en el Parque Nacional Llanganates.

Para este propósito se usaron mapas, datos satelitales y proyectos similares de referencia, para caracterizar el área protegida e identificar los principales riesgos para la vida silvestre, la calidad del agua y la conectividad de los ecosistemas del parque. También se consideró la pérdida de servicios ecosistémicos como el agua limpia y el control de inundaciones, conflictos del uso del suelo y las limitaciones institucionales para proteger el territorio.

Además, se usaron análisis espaciales para complementar la descripción de las posibles afectaciones sobre los ecosistemas y sus servicios en el **Área de Impacto Directo (AID)** y el **Área de Impacto Indirecto (AII)** del proyecto de carretera. Finalmente, se realizó una revisión bibliográfica de la evidencia científica sobre los efectos potenciales de la construcción de carreteras en áreas protegidas.

Lejos de ser un estudio definitivo, este documento pretende ser una herramienta útil para la toma de decisiones en las instituciones públicas, organizaciones de la sociedad civil y comunidades interesadas en asegurar que las decisiones de desarrollo se adopten considerando los valores ecológicos y sociales del territorio. Este estudio no sustituye los procesos formales de evaluación ambiental, sino que aporta una visión comprensible y práctica para apoyar decisiones que integren el desarrollo con la conservación a largo plazo en uno de los ecosistemas más valiosos del país.

1.2. Objetivo general

Desarrollar una base de información técnica y científica de los posibles impactos ecológicos, paisajísticos y funcionales asociados a la construcción de la carretera Salcedo - Tena en el Parque Nacional Llanganates, para informar procesos de toma de decisiones orientados a la conservación y gestión sostenible del área protegida.

1.3. Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar la importancia ecológica del PNLL a través de una revisión documental que integre información actualizada de biodiversidad, ecosistemas y servicios ecosistémicos.
- ✓ Elaborar un modelo preliminar de áreas de impacto directo e indirecto derivadas de la posible construcción de la carretera Salcedo-Tena, considerando aspectos espaciales y ecológicos.
- ✓ Analizar de forma sistemática la literatura científica sobre impactos de infraestructura vial en áreas protegidas, identificando patrones, riesgos y recomendaciones relevantes para contextos similares.



2.1. Caracterización ecológica del Parque Nacional Llanganates

Para la caracterización biológica del PNLL se recopiló información primaria y secundaria de los repositorios de información de biodiversidad de acceso libre más conocidos. Los repositorios usados como fuentes de datos se muestran en la *Tabla 1*.

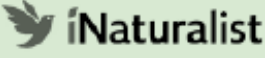
Tipo	Fuente	Enlace
Repositorio global de información sobre biodiversidad	Global Biodiversity Information Facility (GBIF)	 https://www.gbif.org
Repositorio digital nacional de información sobre biodiversidad	BioWeb Ecuador	 https://bioweb.bio/
Plataforma de Ciencia ciudadana	iNaturalist	 https://www.inaturalist.org
Literatura científica	(Reyes-Puig et al., 2024) (Instituto Nacional de Biodiversidad [INABIO] et al., 2023) Secretaría de la Convención de Ramsar, [2007]	https://rsis.ramsar.org/ris/1780?language=es

Tabla 1. Fuentes de información de biodiversidad utilizadas en el informe.

Además, se usaron los siguientes criterios de inclusión previo la descarga de datos:

- ✓ **Cobertura espacial:** Sólo se retuvieron registros cuyas coordenadas estuvieran ubicadas dentro de los límites oficiales del PNLL.
- ✓ **Calidad y verificabilidad del registro.** Para los repositorios iNaturalist y GBIF, solo se incluyeron registros con grado de investigación o evaluados positivamente por curadores para reducir la probabilidad de identificaciones erróneas.
- ✓ **Duplicados:** Registros con la misma combinación Especie-Fecha-Latitud/Longitud se colapsaron conservando el de mayor precisión.



Esteban Barrera / WWF Ecuador

2.2 Modelo preliminar del Área de Impacto Directo e Indirecto al paisaje del PN Llanganates

La base de este análisis proviene de información espacial disponible en línea del Parque Nacional Llanganates y el proyecto de carretera Salcedo-Tena. Las fuentes fueron seleccionadas en base a su disponibilidad de uso, resolución y relevancia para el proyecto de carretera, estas se describen en la *Tabla 2*.

Fuente	Nombre De La Capa	Tipo De Informacion	Enlace
Instituto Geográfico Militar	Vías	Social	 https://www.geoportaligm.gob.ec/geoinformacion/
	Rodera		
	Sendero		
	Áreas pobladas		
MAPBIOMAS-Ecuador	Mapas anuales de Cobertura y Uso de suelo (CUS)	Socio-Ambiental	 https://ecuador.mapbiomas.org/
Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Demarcación Hidrográfica Límites de áreas naturales Unidades Ambientales Carbono por estrato de bosque	Ecológica y Ambiental	 http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/

Fuente	Nombre De La Capa	Tipo De Informacion	Enlace
Prefectura de Cotopaxi	Informe Técnico de la Expedición para el proyecto vial Salcedo - Tena	Social	 Uso interno de la prefectura de Cotopaxi
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Carbono en orgánico del suelo	Ambiental	 http://geoportal.agricultura.gob.ec/
EarthData	Modelo Digital de Elevación	Ecológica	 https://search.earthdata.nasa.gov/

Tabla 2. Fuentes de información de biodiversidad utilizadas en el informe.

2.2.1 Análisis de Fragmentación Cuantitativa

La fragmentación se analizó de forma estadística usando el software FRAGSTAT y los datos CUS 2023 de MAPBIOMAS Ecuador, además del modelo de impacto de carretera. Se cuantificó la fragmentación usando tres métricas de paisaje a nivel de clase:

Área Promedio de Parche ,Número de Parches e Índice del Parche más Grande (Lamine et al, 2018; Kevin McGarigal and Cushman, 2012). Las métricas se describen de forma particular en la [Tabla 3](#).

Métrica de paisaje (Abreviación, unidad)	Fórmula	Descripción
Área promedio de parche (APS, m²)	$APS = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n a_{i,j}$ $a_{ij} = \text{área [m2] del parche ij}$	Promedio del área total de una clase de Cobertura de Uso de Suelo dada. El área de cada parche que forma un mosaico de paisaje es posiblemente la información más importante y útil contenida en el paisaje.
Número de Parches (NP)	$NP = n_i$ n_i : número total de parches de la clase i;	Cantidad de áreas discretas o unidades de un tipo de Cobertura de Uso de Suelo dentro de un paisaje dado
Índice del Parche más Grande (LPI, %)	$LPI = \frac{\max a_{ij}}{A} (100)$ $a_{ij} = \text{área [m2] del parche ij}$ A : Área total (m2)	La proporción del parche más grande de una clase de Cobertura de Uso de Suelo dada y el área total. Es una medida simple de dominancia

Tabla 3: Descripción de las métricas de paisaje usada en el análisis

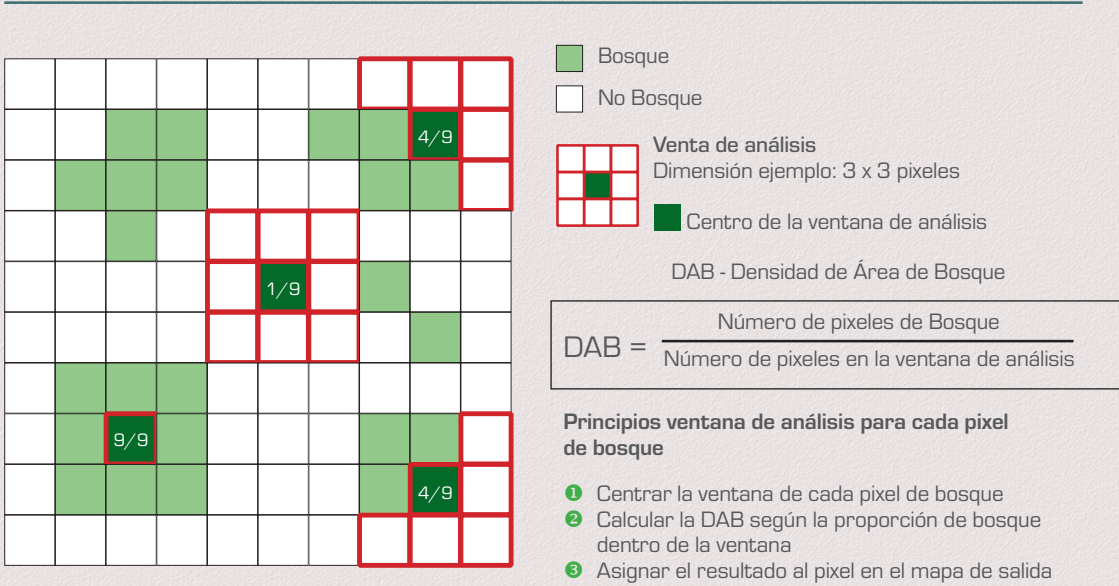
Se seleccionaron dichas métricas por su capacidad para representar procesos de fragmentación y otros fenómenos ecológicos; además de ser fáciles de interpretar.

Métricas como el área promedio de parches y el número de parches son útiles para identificar cambios en las coberturas y usos del suelo (Lamine et al, 2018).

Finalmente, los resultados se representaron usando PowerBI de Microsoft para apreciar visualmente el impacto de la fragmentación en el PNLL sin necesidad de conocimiento especializado en métricas del paisaje.

2.2.2 Análisis de Fragmentación Espacial

La fragmentación se analizó usando el software Guidos ToolBox (GTB) que clasifica las coberturas naturales de la imagen raster original en 6 clases de fragmentación ([Gráfica 2](#)). Cada tipo de fragmentación pertenece a un rango de valores específicos de Densidad de Área de Bosque (DAB o FAD por sus siglas en inglés). Esta métrica es obtenida al tomar un área de vecindario con un número específico de píxeles y calcular la proporción de píxeles de bosque dentro de dicha zona, como se muestra en la [Gráfica 1](#) (Vogt Peter, 2016). GTB genera una representación gráfica de los procesos de fragmentación con lo cual se podrá apreciar visualmente los impactos de la carretera en el PNLL (Vogt Peter, 2016; Vogt and Riitters, 2017). Además, la modalidad de fragmentación multiescalar permite hacer un análisis a diferentes escalas de observación (Vogt Peter, 2016).



Gráfica 1. Ejemplo del cálculo de Densidad de Área de Bosque en un mpa de 10 x 10 píxeles con ventana de 3x3 píxeles. Fuente: (Vogt Peter, 2016).

Clase De Fragmentación	Color	Rango DAB
Aislado		DAB < 10%
Fragmentado		10% ≤ DAB < 40%
Transicional		40% ≤ DAB < 60%
Dominante		60% ≤ DAB < 90%
Interior		90% ≤ DAB < 100%
Intacto		DAB = 100%

► Gráfica 2. Resumen de rangos de clases de fragmentación según el resultado de FAD por píxel.
Fuente: (Vagt Peter, 2016).

2.3. Recolección y sistematización de bibliografía científica

Se utilizó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ampliamente reconocida en su uso para revisiones sistemáticas de la bibliografía para garantizar la transparencia, rigor científico y la posibilidad de replicabilidad. El proceso se desarrolló en las siguientes etapas:

1 **Formulación de la Pregunta de investigación:**

Se planteó la siguiente pregunta central: ¿Cuáles son los impactos documentados de la construcción de carreteras en áreas protegidas?

2 **Estrategia de búsqueda de información:**

Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos Scopus, utilizando palabras claves relacionadas con la construcción de carreteras y sus impactos. Se incluyeron estudios en inglés, español y portugués, sin establecer una fecha mínima de publicación, para abarcar el mayor número de estudios posibles.



Esteban Barona/WWF Ecuador

3 **Selección de estudios:**

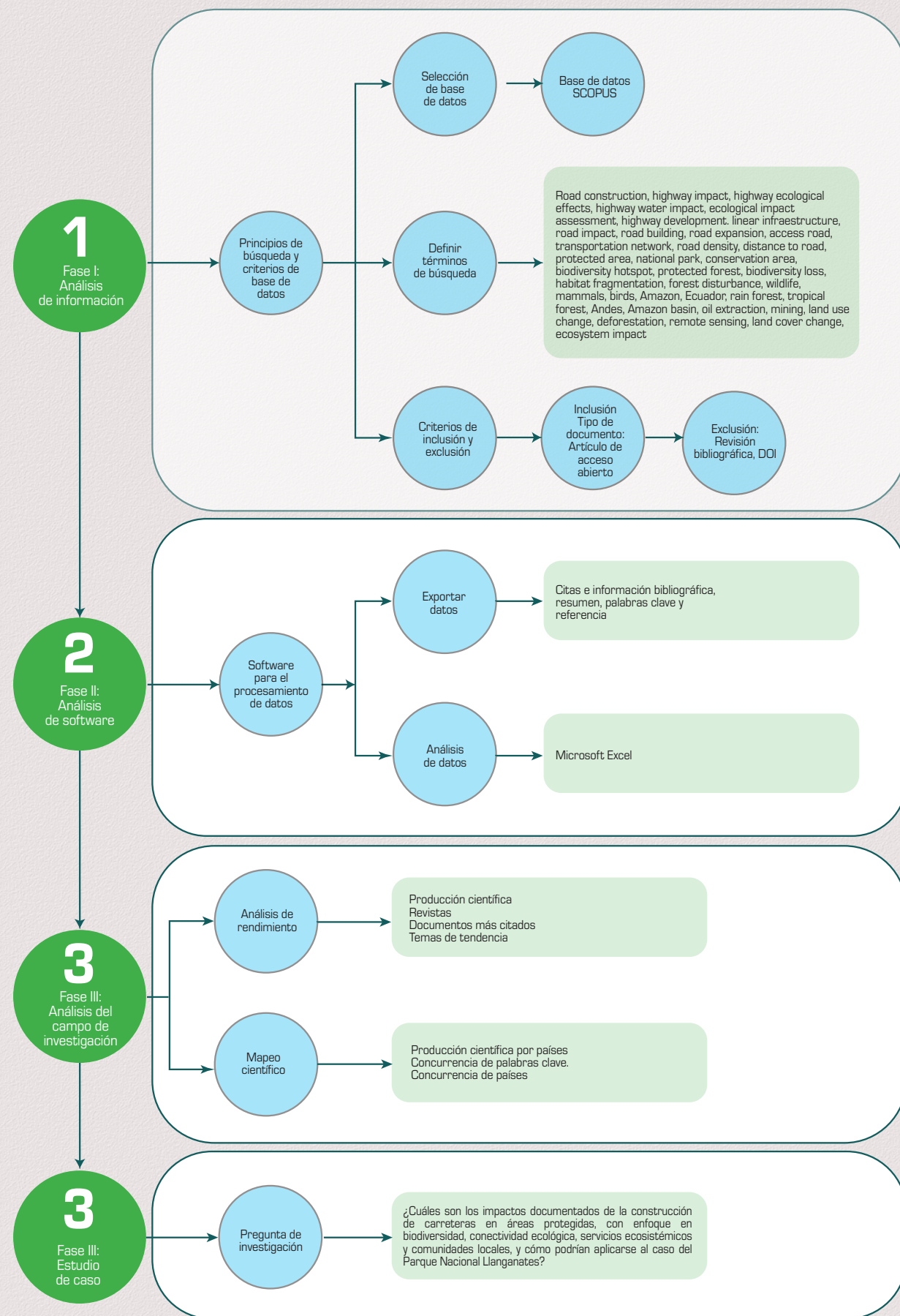
- ✓ Se eliminaron los duplicados encontrados en la búsqueda.
- ✓ Se revisaron títulos, resúmenes y textos completos de los artículos, seleccionando aquellos que aborden impactos de carreteras en áreas protegidas, en especial en los Llanganates, o corredor Sangay-Llanganates.
- ✓ Se registraron las razones por las cuales algunos estudios fueron excluidos.

4 **Extracción y síntesis de datos:**

De los estudios seleccionados, se extrajo información relacionada con tres tipos de impactos:

- ✓ **Ambientales:** pérdida de biodiversidad, fragmentación de hábitats
- ✓ **Sociales:** comunidades locales, turismo
- ✓ **Ecológicos:** conectividad, servicios ecosistémicos.

Estos resultados se organizaron y analizaron mediante una síntesis cualitativa y cuando fue posible se aplicó un meta-análisis para cuantificar los impactos observados. Todo o el proceso de selección de estudios se representa en un diagrama de flujo PRISMA (Gráfica 3).



► Gráfica 3 Diagrama de la metodología PRISMA



Esteban Barrera / WWF Ecuador

3 RESULTADOS

3.1 Caracterización del Parque Nacional LLanganates

3.2 Localización geográfica y límites territoriales

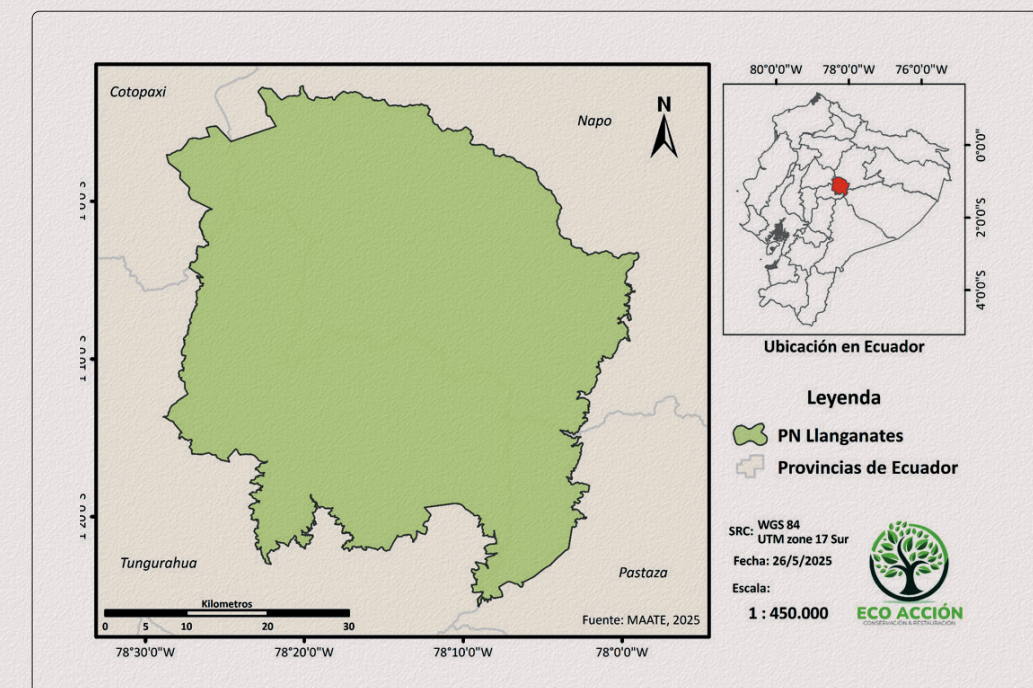
El Parque Nacional LLanganates fue declarado el 18 de enero de 1996 mediante el Acuerdo Ministerial N.º 026, con el objetivo de conservar una de las regiones más diversas y enigmáticas del país (MAE, 2013). Se extiende por aproximadamente 219.707 hectáreas y abarca territorios de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Napo y Pastaza (**Mapa 1**). Su nombre proviene del kichwa “llanganatis” que significa “montaña hermosa”, además de estar vinculado a leyendas sobre el tesoro perdido de los incas, lo que le otorga un valor cultural e histórico adicional (MAE, 2013).

Debido a su localización en la vertiente oriental de los Andes y su conexión con la cuenca amazónica, el PNLL alberga una diversidad de ecosistemas que incluye: páramos, bosques montanos, humedales y selvas nubladas. Esta variedad de hábitats permite la presencia de una alta riqueza biológica, con numerosas especies endémicas, amenazadas y aún poco conocidas para la ciencia (MAATE, 2022). La presencia de un relieve montañoso, con pendientes muy pronunciadas y valles profundos, ha limitado el acceso y ha ayudado a mantener grandes áreas del parque poco intervenidas (MAE, 2013).

Además de su biodiversidad, el parque cumple funciones ecosistémicas vitales, como la regulación hídrica de las cuencas que alimentan los ríos Patate, Pastaza, Napo y otros afluentes de importancia regional.

Asimismo, forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y actúa como un corredor ecológico clave que favorece la conectividad entre la región andina y amazónica, siendo fundamental para estrategias de conservación a largo plazo (MAATE, 2022).

■ Ubicación del Parque Nacional LLanganates



Mapa 1. Ubicación del PN LLanganates.

3.2.1 Geofísica

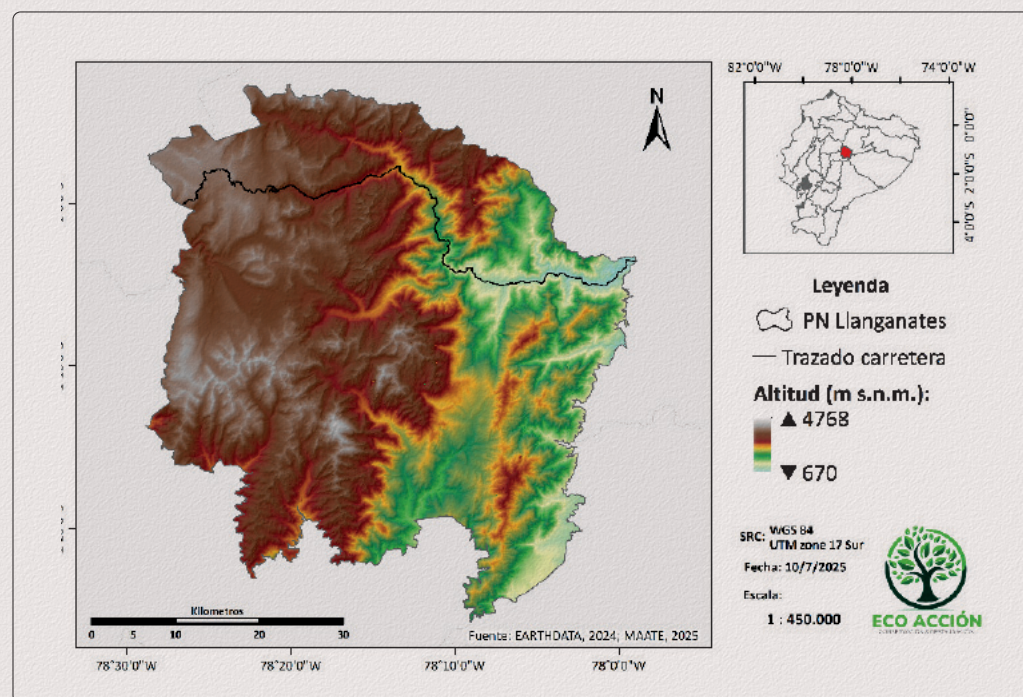
3.2.1.1 Caracterización topográfica y altitudinal

El modelo digital de elevación (EARTHDATA, 2024) presenta un rango altitudinal que va desde los 670 m s.n.m. en las estribaciones amazónicas, hasta los 4.768 m s.n.m. en sus cumbres occidentales (**Mapa 2**). Este amplio gradiente da lugar a una gran variedad de pisos climáticos, lo que permite la coexistencia de selvas húmedas de tierras bajas, bosques montanos nublados y páramos andinos en un mismo territorio (MAE, 2013).

Esta variedad de condiciones físicas es una de las principales razones por las que el parque alberga una biodiversidad tan rica y única.

En el mapa también se visualiza el trazado propuesto de la carretera Salcedo - Tena, que atraviesa zonas de fuerte pendiente y conecta áreas de diferentes elevaciones. Esta ruta cruza de manera transversal el gradiente ecológico del parque, lo que incrementa su impacto potencial al fragmentar ecosistemas sensibles y alterar la conectividad natural entre las regiones altas y bajas del territorio.

■ Mapa de Altitud del PN Llanganates



Mapa 2. Gradiente altitudinal del PN Llanganates.

La caracterización topográfica confirma que el PN Llanganates está dominado por pendientes moderadas a muy empinadas, donde más de la mitad de su superficie se ubica en rangos de 25° - 55° (Mapa 3), con focos puntuales que superan los 70° en algunas zonas de cordilleras y laderas orientales.

Asimismo, más del 60% del trazado propuesto de la carretera se superpone con áreas que presentan inclinaciones superiores a 25°, y en varios tramos especialmente en laderas las pendientes sobrepasan los 55°.

Esta morfología compleja presenta desafíos importantes en dos aspectos clave:

Infraestructura vial y obras civiles

Construir y mantener carreteras en zonas montañosas implica mover grandes volúmenes de tierra y aumenta el riesgo de deslizamientos si no se adoptan medidas de reforzamiento. Es necesario reforzar las laderas con muros o mallas de contención, instalar drenajes que eviten el encharcamiento y aplicar técnicas de ingeniería para estabilizar el suelo. Todo esto, sumado al relleno y nivelación de fuertes pendientes, encarece notablemente el diseño, la construcción y el mantenimiento, en comparación con carreteras en terrenos más planos (Sidle et al., 2006; Caliskan, E. (2013); Craighead, M., 2018; Salimova et al, 2024).

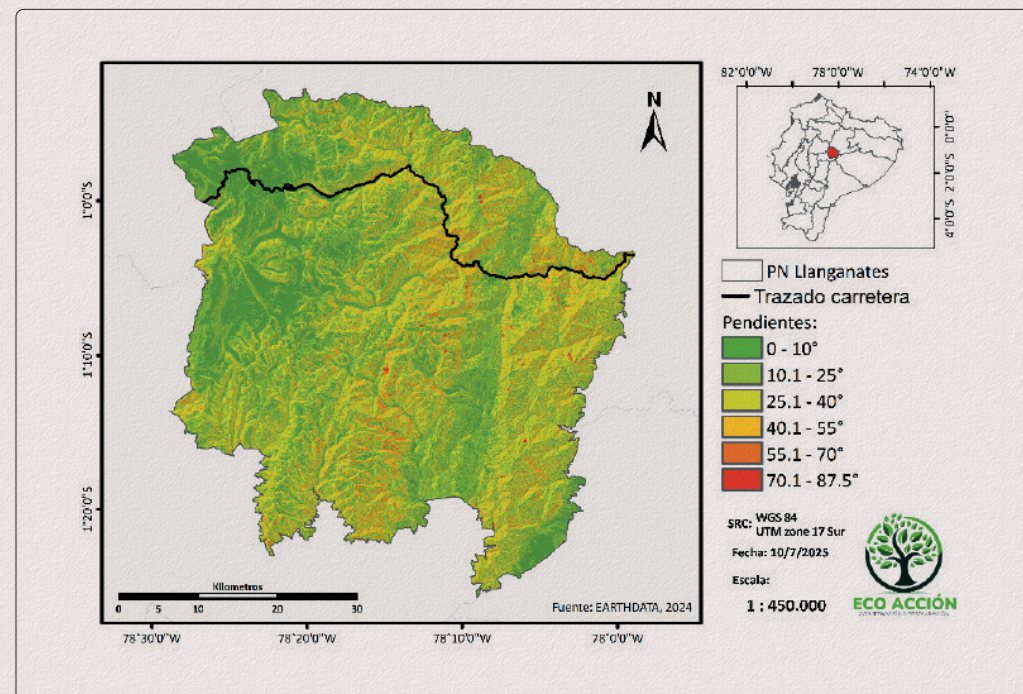
Procesos erosivos y estabilidad de laderas

Pendientes pronunciadas facilitan la escorrentía superficial, la pérdida de suelo y la inestabilidad de taludes, sobre todo cuando la cobertura boscosa se ve alterada. Intervenciones sin criterios de conservación (ejemplo: apertura de trochas o explotación antrópica) pueden traducirse en deslizamientos, colmatación de cauces y sedimentación aguas abajo (Fannin, R.J. & Lorbach, J. 2007; Craighead, M., 2018).

En conjunto, el relieve del PNLL refuerza la importancia de planificar con enfoque preventivo, evitando intervenciones que comprometan su estabilidad natural.

Mantener la cobertura vegetal y respetar las limitaciones del terreno es clave para reducir riesgos y conservar los servicios ecosistémicos como la retención de agua y la protección contra la erosión.

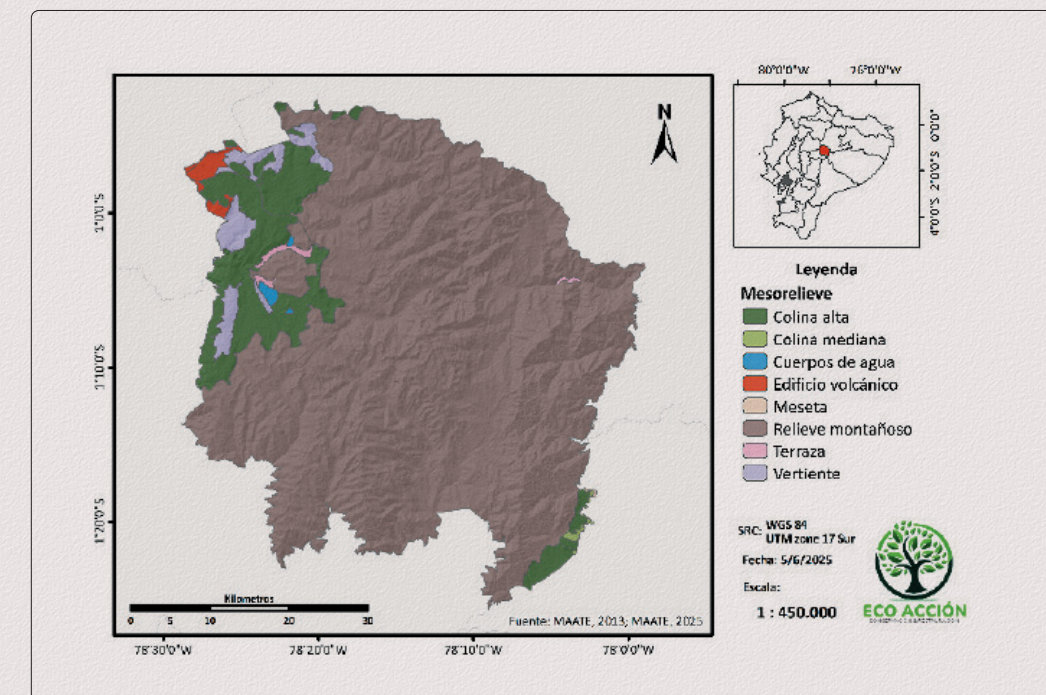
■ Mapa de Altitud del PN Llanganates



Mapa 3. Pendientes del PN Llanganates.

El relieve del Parque Nacional Llanganates se caracteriza por una marcada dominancia de zonas montañosas, que cubren la mayor parte de su extensión y determinan su compleja configuración topográfica. De acuerdo con la clasificación del MAATE (2013), también se identifican sectores localizados de colinas altas y medianas, terrazas y mesetas, distribuidos principalmente en los flancos occidental y sur del parque. Adicionalmente, se destacan áreas puntuales clasificadas como edificios volcánicos, lo cual evidencia el origen geológico mixto del territorio (Mapa 4). Esta diversidad de formas del mesorelieve contribuye directamente a la heterogeneidad ecológica del parque y condiciona factores clave como la accesibilidad y la viabilidad para desarrollar infraestructura.

■ Mapa de Relieve del PN Llanganates



Mapa 4. Relieves del PN Llanganates.

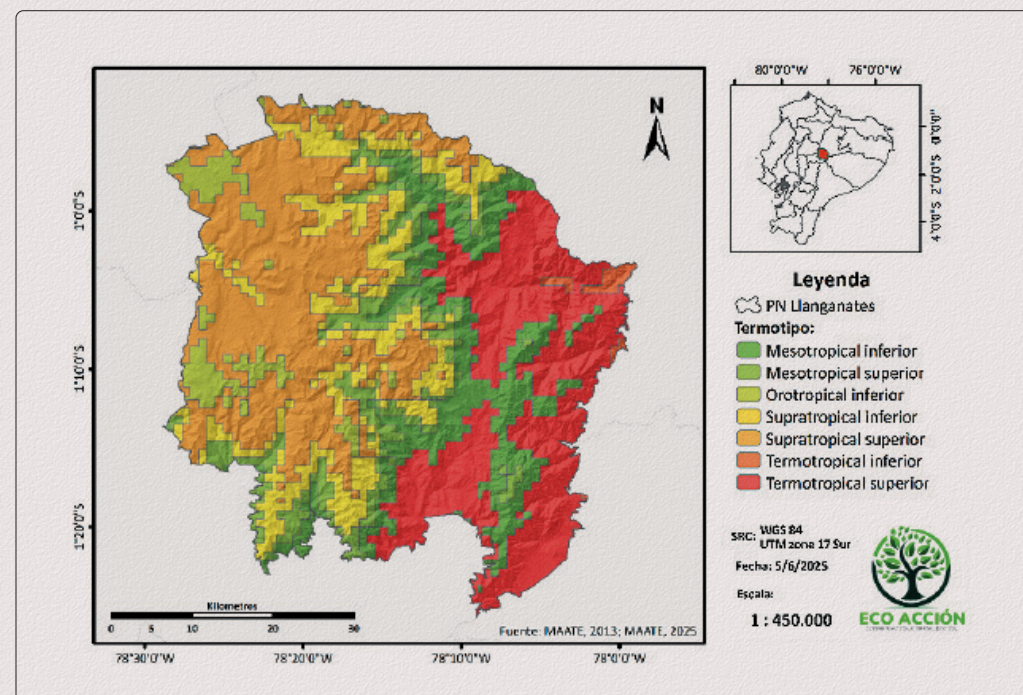
3.2.2.1 Caracterización climática

El (Mapa 5) evidencia un gradiente térmico bien definido que atraviesa el PN Llanganates de este a oeste. En las laderas orientales, a menor altitud, dominan los termotipos termotropicales (rojos), característicos de la selva amazónica cálida y húmeda. Conforme la altitud aumenta, el territorio evoluciona a mesotropicales (verdes) y supratropicales (amarillos y naranjas), hasta alcanzar orotropicales (ocres) en las cumbres occidentales por encima de los 3.500 m s.n.m.

Este gradiente de temperatura, que abarca más de 15°C entre los extremos, genera una secuencia altitudinal de ecosistemas que va desde el bosque húmedo tropical, pasando por bosques montanos y nublados, hasta páramos de alta montaña.

La marcada zonificación térmica modula la composición florística y faunística, propicia la aparición de nichos ecológicos especializados y contribuye a la extraordinaria biodiversidad y endemismo que caracteriza al PN Llanganates

■ Mapa de Termotipo del PN Llanganates



Mapa 5. Gradiente térmico del PN Llanganates.

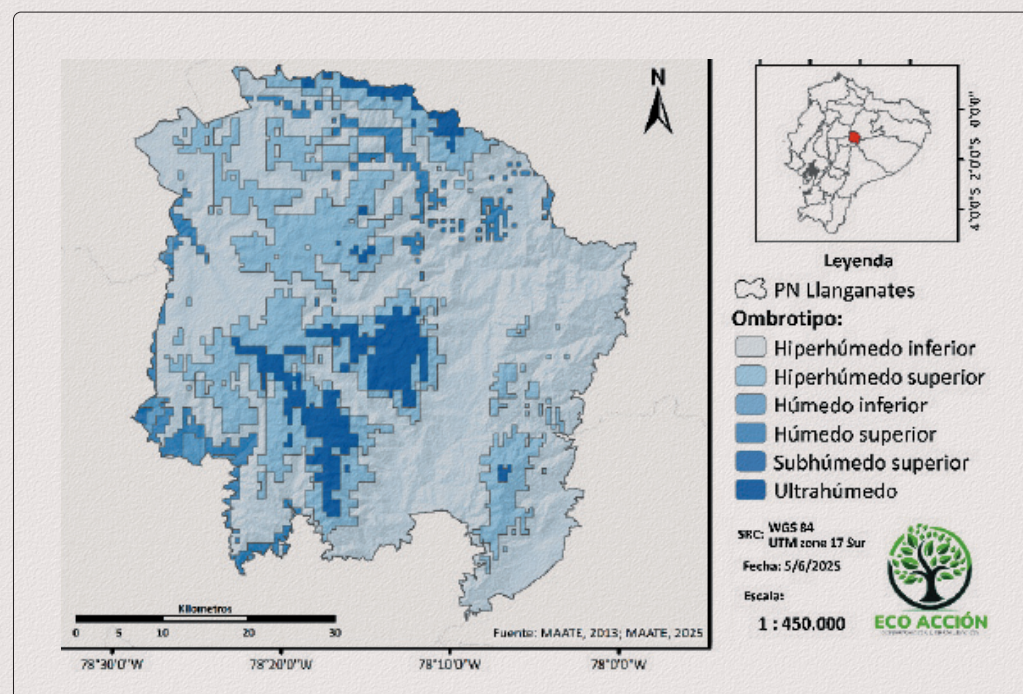
La clasificación de ombrotipos muestra un predominio de condiciones hiperhúmedas (tonos celeste y azul claro) en casi todo el parque (**Mapa 6**), reflejando precipitaciones anuales que superan cómodamente los 3.000 mm. Se observan bolsones subhúmedos en el extremo suroccidental, asociados a efectos de sombra orográfica, y núcleos ultra húmedos (azul intenso) en las laderas orientales donde la humedad amazónica interactúa con las masas de aire andinas.

Esta alta pluviosidad, superpuesta al fuerte gradiente altitudinal, impulsa la formación de una gran variedad de hábitats: bosques nublados permanentemente saturados, páramos encharcados y selvas húmedas de tierras bajas.

A su vez, garantiza caudales sostenidos en la red hidrográfica, favorece la recarga de acuíferos y refuerza la provisión de servicios ecosistémicos clave, como la regulación climática y la protección contra eventos extremos.



■ Mapa de Ombrotipo del PN Llanganates



Mapa 6. Ombrotipo del PN Llanganates.

3.2.2.2 Recursos hídricos

El (**Mapa 7**) no solo revela la compleja red de drenaje que nace en el Parque Nacional Llanganates, sino que permite ubicar dentro de ella al Sitio Ramsar N° 1780 "Complejo Llanganati" (30.355 ha), demarcado por una línea amarilla. Este humedal, se extiende entre los 2.960 y 4.571 m s.n.m., abarcando un mosaico de lagunas alto-andinas, turberas y bofedales que actúan como verdaderos "reservorios de agua" para la vertiente amazónica.

Desde estas cabeceras nacen cinco subcuencas, incluidas las de los ríos Langoa, Mulatos, Llucullín, Topo y Negro, que alimentan sistemas fluviales mayores como el Pastaza, el Anzu y, más al norte, los ríos Napo y Curaray.

La condición Ramsar reconoce precisamente esta función hidrológica estratégica: las turberas y suelos volcánicos saturados regulan picos de

crecida, recargan acuíferos en la época seca y liberan lentamente caudales estables que sostienen los ecosistemas de llanura amazónica aguas abajo.

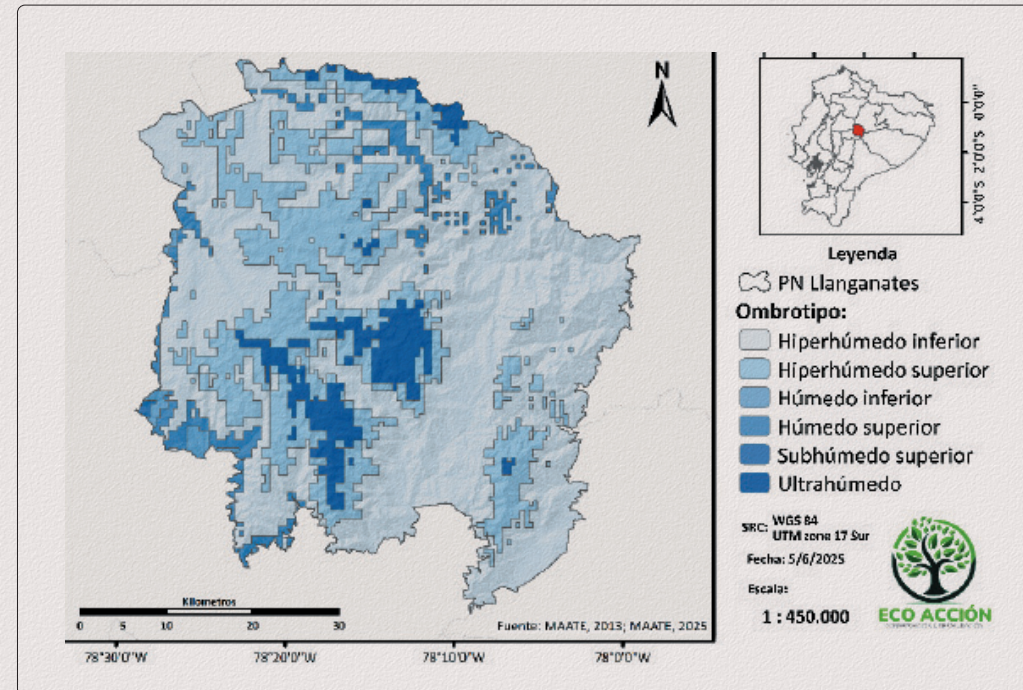
La Ficha de Información Ramsar (FIR) subraya que estos humedales almacenan carbono en cantidades excepcionales y mantienen agua de excelente calidad, salvo ligeras cargas de coliformes asociadas al sobrepastoreo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2007). Además, el embalse de Pisayambo, ubicado justo al borde meridional del mapa, utiliza parte de estos flujos para el Sistema Eléctrico Nacional, ilustrando cómo la conservación de las cabeceras del Llanganates está íntimamente ligada a la seguridad energética y al abastecimiento hídrico de poblaciones y actividades productivas de la sierra centro-norte.

Por cumplir seis criterios Ramsar (1 a 6), el Complejo Llanganati es refugio de especies emblemáticas como el oso andino y el tapir de montaña, y punto de congregación de más de 20.000 aves acuáticas en época reproductiva (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2007)

La pérdida de cobertura forestal o la fragmentación derivada de la eventual construcción de la vía Salcedo-Tena comprometería no solo estos valores de biodiversidad, sino también la capacidad de la cuenca para amortiguar eventos extremos y suministrar agua limpia. Mantener la integridad hidrográfica ilustrada en el mapa, por tanto, es coherente con las obligaciones internacionales de Ecuador bajo la Convención de Ramsar y refuerza la dependencia regional de los servicios ecosistémicos generados en el PN Llanganates.

Además, la integridad de estas cabeceras garantiza la provisión de servicios ecosistémicos clave como: calidad del agua, control de sedimentos y mitigación de eventos extremos; haciendo del PN Llanganates un pilar para la seguridad hídrica regional.

■ Mapa de Ombrotipo del PN Llanganates



Mapa 7. Hidrografía del PN Llanganates.

3.2.2.3 Ecosistemas y Hábitats clave

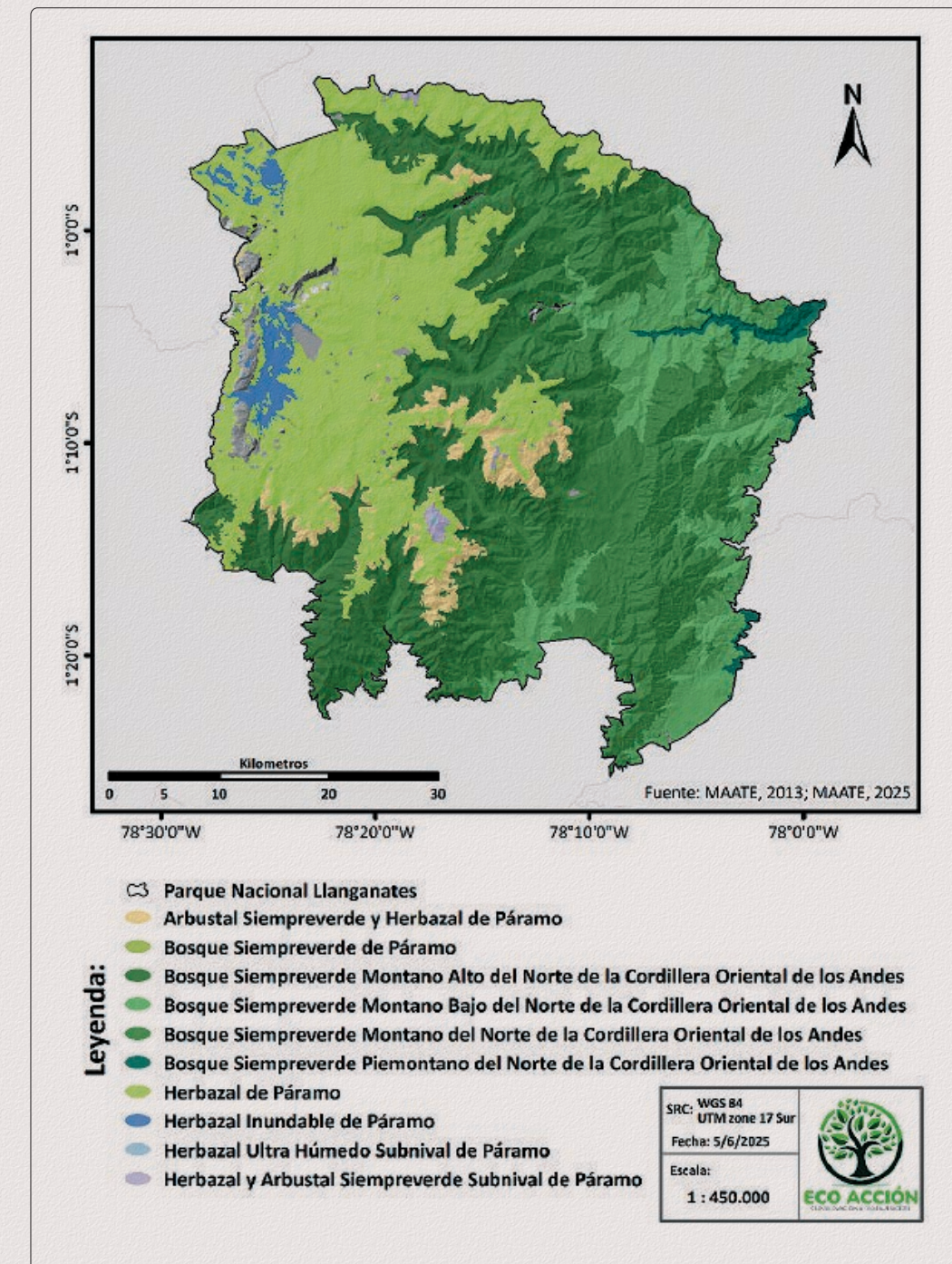
La cartografía oficial del MAATE, (2013) revela un patrón ecosistémico estrechamente ligado al fuerte gradiente altitudinal del parque (**Mapa 8**). Más de la mitad de la superficie está cubierta por bosques siempreverdes que se disponen en franjas altitudinales:

- ✓ **Bosque montano alto y bajo** (tonos verde oscuro) tapiza las laderas centrales y orientales entre ~1.800 y 3.500 m s.n.m.
- ✓ **Bosque piemontano** (verde medio) domina el piedemonte amazónico por debajo de 1.800 m s.n.m.

Hacia las cumbres occidentales, por encima de los 3.500 m, estos bosques dan paso a herbazales y matorrales de páramo (amarillos y azules), incluidos parches de herbazal ultra húmedo y subnival, que actúan como reguladores hídricos y reservorios de endemismos andinos.

La coexistencia de estos grandes bloques de bosque nublado y mosaicos de páramo refleja la interacción entre temperatura, precipitación y topografía, y explica la alta diversidad biológica y funcional que caracteriza al PN Llanganates.

■ Mapa de Ombrotipo del PN Llanganates



Mapa 8. Distribución de Ecosistemas del PN Llanganates.

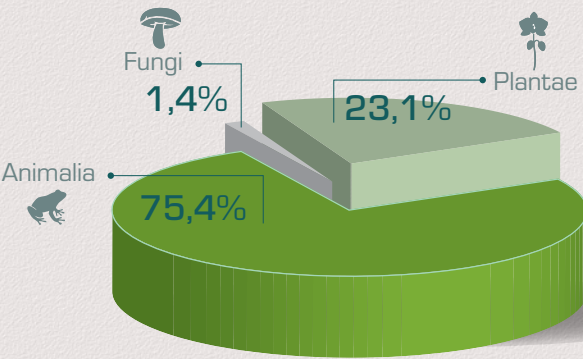


Fuente: Fundación Ishpingo

3.2.2.4 Diagnóstico Biológico y Ecológico

3.2.3 Diversidad de especies

La base de datos consolidada del PN Llanganates recopila un total de 1196 especies, registradas a partir de múltiples fuentes. Esta diversidad refleja la complejidad ecológica del parque, que actúa como un corredor biogeográfico clave entre los Andes y la Amazonía.

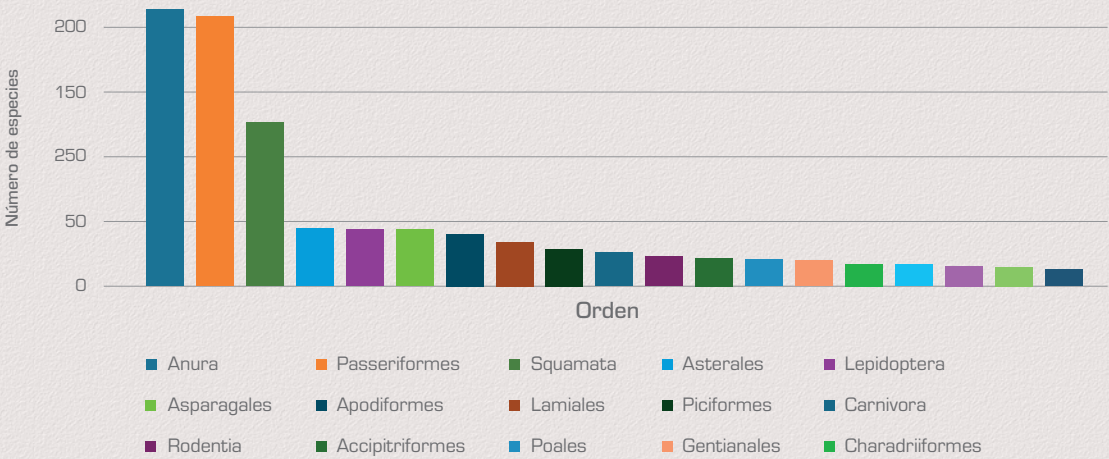


La fauna (Animalia) representa más de tres cuartas partes de los registros (75,4%), seguida por las plantas (Plantae, 23,1%), mientras que los hongos (Fungi) apenas alcanzan el 1,4%.

NOTA IMPORTANTE:

Lo que presentamos es un piso, no el total de la biodiversidad del PN Llanganates. Aún hay zonas y grupos (insectos, peces, hongos, plantas) con muy pocos estudios, y más de la mitad de las especies no tiene una evaluación clara de riesgo. En este escenario, abrir la carretera puede causar pérdidas irreversibles, incluida la muerte de especies que todavía no conocemos, por fragmentación del bosque y mayor presión humana. Por ello, corresponde actuar con máxima prudencia y exigir estudios completos antes de decidir

En cuanto a la diversidad taxonómica, los anfibios (Anura) y las aves (Passeriformes) son los grupos con mayor número de registros, superando las 200 especies cada uno. Los reptiles (Squamata) también son relevantes con más de 120 especies, consolidando el rol del PNLL como refugio para vertebrados de bosque húmedo, altamente sensibles a los cambios microclimáticos y a la fragmentación de hábitats.



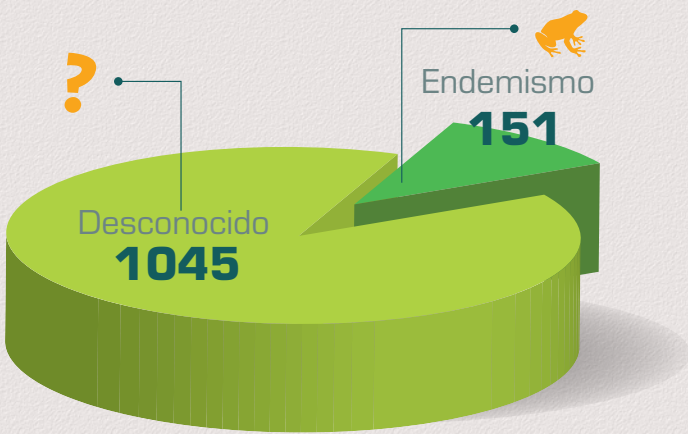
Dentro de la flora, se destacan las 276 especies botánicas, donde grupos como Asterales y Asparagales aportan a la captura de carbono, Poales son fuente de fibras y materia prima, y Myrtales cumplen un rol fundamental en la regulación hídrica.

Respecto al estado de conservación según la UICN, más de la mitad de las especies presentan categorías inciertas: "Sin información", "No evaluadas" o con "Datos insuficientes". Esto significa que 6 de cada 10 especies no cuentan con evaluaciones confiables. Aun así, se han identificado 60 especies en categorías de Vulnerable o En Peligro. 15 especies en Peligro Crítico, entre ellas el águila andina (Spizaetus isidori) y el sapo jambato (Atelopus sp.), ambas reconocidas como bioindicadores del estado del ecosistema.



En cuanto al endemismo, 151 especies son exclusivas de Ecuador. Esto significa que una de cada seis especies del PNLL no existe en ninguna otra parte del mundo, por lo que cualquier pérdida local implicaría su extinción global.

El registro integra tanto especies de amplia distribución como endemismos ecuatorianos, confirmando al parque como un refugio estratégico para la conservación global.



Además, incluye grupos funcionales clave como anfibios (indicadores de calidad ambiental) y polinizadores como los colibríes, esenciales para la polinización y el control natural de plagas.

La construcción de infraestructura como la carretera Salcedo-Tena representa una amenaza crítica, pues podría fragmentar hábitats primarios, incrementar la presión sobre especies sensibles y reducir aún más las poblaciones de aquellas en riesgo.

A continuación una lista de las especies registradas en Peligro Crítico:

Orden	familia	Especie	Endemismo	Estado Uicn
Accipitriformes	Cathartidae	Vultur gryphus	-	En peligro crítico
Anura	Bufonidae	Atelopus ignescens	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Bufonidae	Atelopus palmatus	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Bufonidae	Osornophryne simpsoni	-	En peligro crítico
Anura	Craugastoridae	Pristimantis bicantus	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Dendrobatidae	Ranitomeya duellmani	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Strabomantidae	Pristimantis modipeplus	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Centrolenidae	Espadarana durreliorum	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Centrolenidae	Hyalinobatrachium pellucidum	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Dendrobatidae	Hyloxalus italo	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Dendrobatidae	Hyloxalus marmoreoventris	Ecuador	En peligro crítico
Anura	Dendrobatidae	Hyloxalus vertebralis	-	En peligro crítico
Carnivora	Canidae	Speothos venaticus	-	En peligro crítico
Perissodactyla	Tapiridae	Tapirus pinchaque	-	En peligro crítico
Primates	Atelidae	Ateles belzebuth	-	En peligro crítico
Primates	Callitrichidae	Leontocebus lagonotus	-	En peligro crítico

Tabla 4. Especies en peligro crítico registradas dentro del PNLL



Fuente: Fundación Ishpingo

3.2.3.1 Servicios ecosistémicos relacionados con la biodiversidad

El Parque Nacional Llanganates aporta cuatro grandes categorías de servicios ecosistémicos (provisión, regulación, cultural y soporte) estrechamente ligadas a su diversidad biológica y a los ecosistemas que la sostienen (páramo, humedales altoandinos y bosques montanos) (BirdLife International y MAATE, 2024).

Servicios ecosistémicos del PN Llanganates

Servicio Ecosistémico	Ecosistemas Proveedores	Beneficiarios Principales	Valor / Impacto Destacado	Amenazas Clave
Suministro y regulación hídrica	Esponjas de páramo, humedales altoandinos, cuencas de los ríos Pastaza, Azur y Topo	70.000 habitantes locales, sistemas de riego, hidroeléctricas (Pisayambo, San Francisco, Agoyán, El Topo)	Garantiza caudales mínimos en estiaje y amortigua crecidas en época lluviosa	Compactación y sobrepastoreo del páramo; deforestación en cuencas
Regulación del clima global (secuestro de carbono)	Turberas de páramo y bosques altoandinos	Comunidad global; compromisos nacionales de carbono	Pérdida de cobertura vegetal = USD 45 millones/año en capacidad de fijar C	Incendios, cambio de uso del suelo (agricultura, ganadería)
Producción de alimentos y forraje	Pastizales de altura, cultivos de papa en zonas de amortiguamiento	Ganaderos y agricultores locales	Valor forrajero estimado: USD 47,4 millones / año si se restringe el pastoreo dentro del parque	Sobrepastoreo erosión, pérdida de suelo orgánico; expansión agrícola
Turismo de naturaleza y recreación	Paisaje andino-amazónico, rutas de aviturismo (IBA Kuri Pishku)	Operadores turísticos, guías locales, hospedajes, restaurantes	Ingreso anual USD 25.000; 400 + especies de aves atraen observadores	Degradación del paisaje, pérdida de biodiversidad, descenso de visitantes
Soporte de la diversidad, (hábitat, polinización, control de plagas)	Bosques nublados, mosaicos agroforestales	Agroecosistemas regionales, redes tróficas naturales	Refugio para 878 especies registradas (430 animales, 254 plantas, 24 hongos)	Fragmentación, especies invasoras

Tabla 5. Servicios ecosistémicos del PN Llanganates.

3.2.3.2 Interdependencia entre servicios y biodiversidad.

La integridad de anfibios sensibles a la calidad del agua, colibríes polinizadores de bromelias y plantas de subpáramo, o murciélagos dispersores de semillas en bosques montanos, ilustra cómo la biodiversidad sustenta directamente la provisión de agua, la regeneración del bosque y la productividad agrícola. Degradar estos componentes significa perder simultáneamente los servicios que permiten la economía local y la resiliencia climática de la cuenca alta del Pastaza.

3.2.3.3 Estado alternativo y costos de no conservar.

En concordancia con BirdLife International & MAATE, (2024), los escenarios participativos (TESSA) muestran que mantener el modelo actual de protección evita:

- ✓ Disminución de caudales para consumo, riego y generación eléctrica
- ✓ Liberación neta de carbono valorada en **≈ USD 45 millones/año**
- ✓ Pérdida directa de USD **47 millones/año** al sector ganadero por falta de pasto gratuito

En suma, la biodiversidad de Llanganates no solo posee valor intrínseco: sostiene servicios que apuntalan la seguridad hídrica, alimentaria y climática de la región andino-amazónica, además de sustentar empleos locales ligados al turismo y la agricultura. Conservar estos ecosistemas es, por tanto, una estrategia costo-efectiva para el bienestar humano presente y futuro.

3.2.3.4 Caracterización del Impacto Antrópico

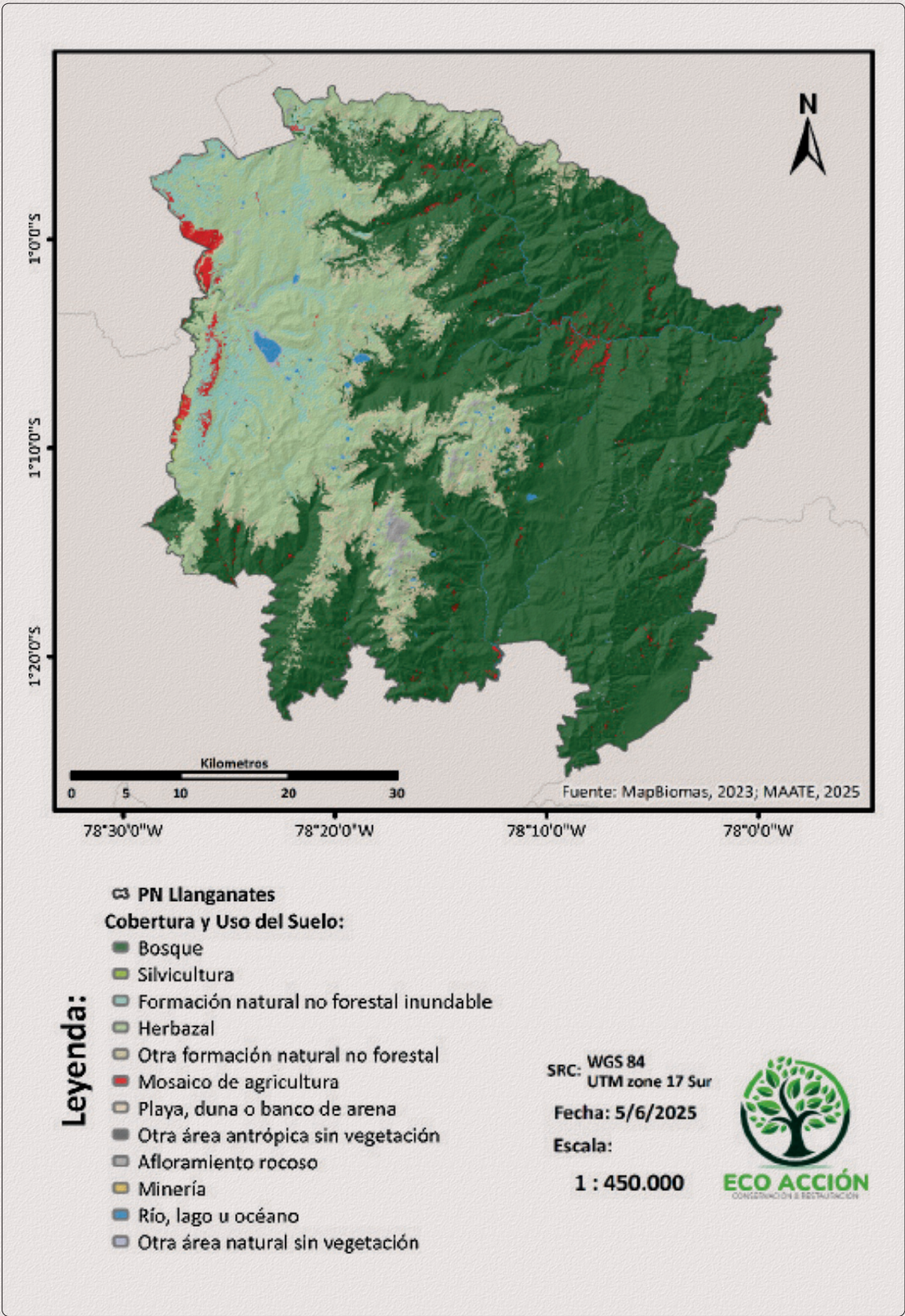
3.2.3.5 Cobertura y Uso de Suelo (CUS)

El Parque Nacional Llanganates presenta en su mayoría una cobertura de bosque nativo (color verde oscuro) (**Mapa 9**), lo que indica que gran parte de su territorio se mantiene conservado. Estos bosques cumplen funciones ecológicas clave, como regular el clima, proteger el suelo, almacenar carbono y conservar el agua. También son el hábitat de una gran diversidad de especies, muchas de ellas únicas en el mundo.

En las partes más altas del parque (zonas de color verde claro y celeste) (**Mapa 9**), se observan herbazales y otras formaciones naturales no forestales, típicas de los ecosistemas de páramo. Estos ecosistemas son fundamentales porque ayudan a captar y liberar el agua lentamente, funcionando como verdaderas “esponjas” que abastecen a los ríos que nacen en la zona. Los lagos, lagunas y ríos (en azul) se encuentran principalmente en el centro-occidente del parque donde se encuentra el humedal RAMSAR. Estas áreas lacustres no solo tienen gran valor ecológico, sino que también proveen agua limpia para los poblados y comunidades de la región sierra.

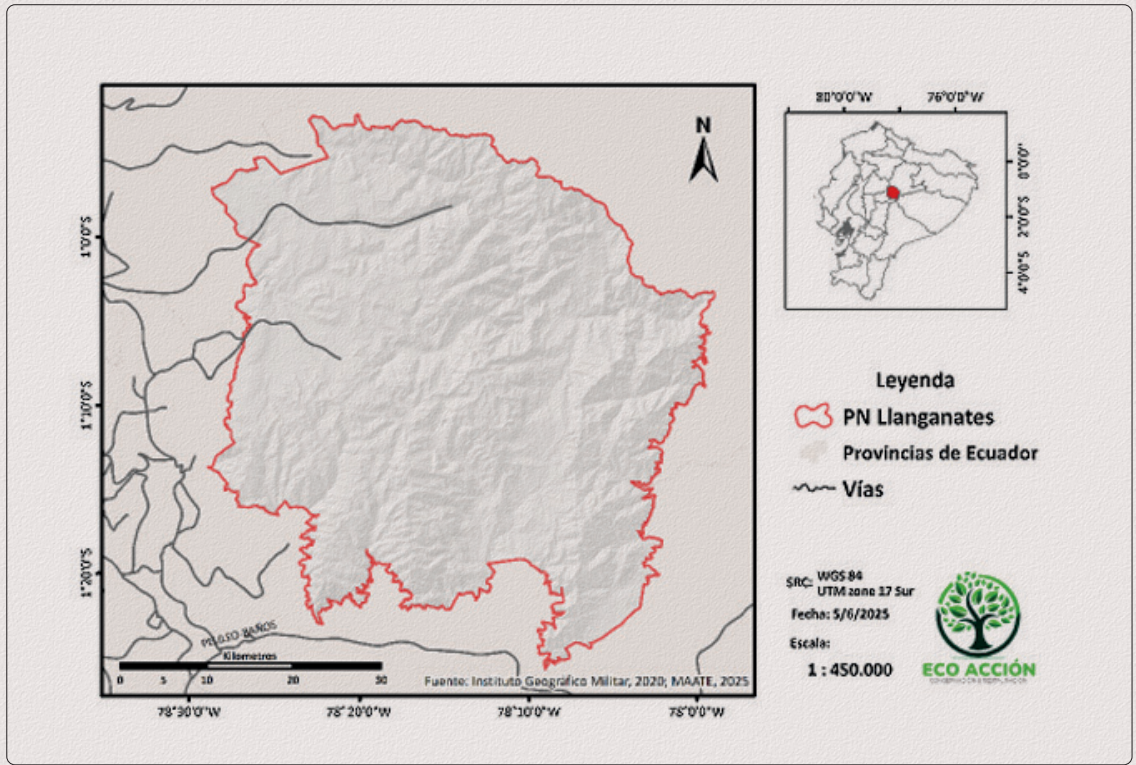
En cuanto a las áreas intervenidas por el ser humano, como la agricultura, silvicultura y minería (colores rojo, verde medio y gris), se encuentran principalmente en los bordes del parque, especialmente en el occidente donde la expansión agrícola de las comunidades andinas aledañas al PNLL amenaza importantes ecosistemas de páramo cruciales para la estabilidad del humedal RAMSAR. Aunque son zonas pequeñas, representan una presión sobre los ecosistemas si no se manejan adecuadamente.

■ Mapa 9. Cobertura y Uso de Suelo del PNLL en 2023



Mapa 9. Cobertura y Uso de Suelo del PNLL en 2023 (MAPBIOMAS, 2024).

■ Estado de Vías dle PN Llanganates



Mapa 10. Estado vial actual del PNLL

3.2.3.6 Carreteras e infraestructura

Se representan las vías existentes dentro y en los alrededores del parque, evidenciando que la red vial actual bordea principalmente el perímetro norte y oriental. Esta distribución tiene implicaciones directas en el acceso, presión antrópica y posibles riesgos para la integridad del ecosistema

4

MODELO DE IMPACTO
POR LA CONSTRUCCION
DE LA CARRETERA
SALCEDO - TENA

Esteban Barrera/WWF Ecuador

4.1. Identificación del Área de Impacto

La carretera Salcedo - Tena (**Mapa 11**) ha sido un proyecto de infraestructura vial propuesto desde la presidencia de Rafael Correa, cuando se invirtieron más de 8 millones de dólares para asfaltar la vía hasta la entrada del PNLL y construir un primer tramo de tercer orden de 34 kilómetros desde la entrada al PNLL hasta las cabeceras del río Mulatos. Según un oficio de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) en 2014 este proyecto fue realizado con el objetivo de incorporar nuevas zonas productivas indicando un interés de continuar con la expansión de la frontera agrícola y actividades antrópicas dentro del PNLL y sus alrededores (SENPLADES, 2014).

A partir de este primer tramo en el 2024 la prefectura de Cotopaxi reactivó el interés en la finalización de la carretera Salcedo-Tena, iniciando una búsqueda de financiamiento, alianzas, y enviando una expedición junto al municipio de salcedo para realizar un trazado preliminar de la posible ruta por la cual construir la carretera. Este trazado fue descrito en el documento denominado: INFORME TÉCNICO DE LA EXPEDICIÓN PARA EL PROYECTO VIAL SALCEDO - TENA

(GADP Cotopaxi & GADM Salcedo, 2024). El trazado realizado por esta expedición tiene una longitud de 80 kilómetros a partir del final del primer tramo hasta la entrada al Cantón Tena por la vía Puyo-Tena antes del puente de Puerto Napo. De este trazado 47 kilómetros se encuentran dentro los límites del PNLL mientras 27 kilómetros atraviesan bosques y territorios de comunidades kichwa dentro de la zona de amortiguamiento hasta llegar a la vía Puyo-Tena.

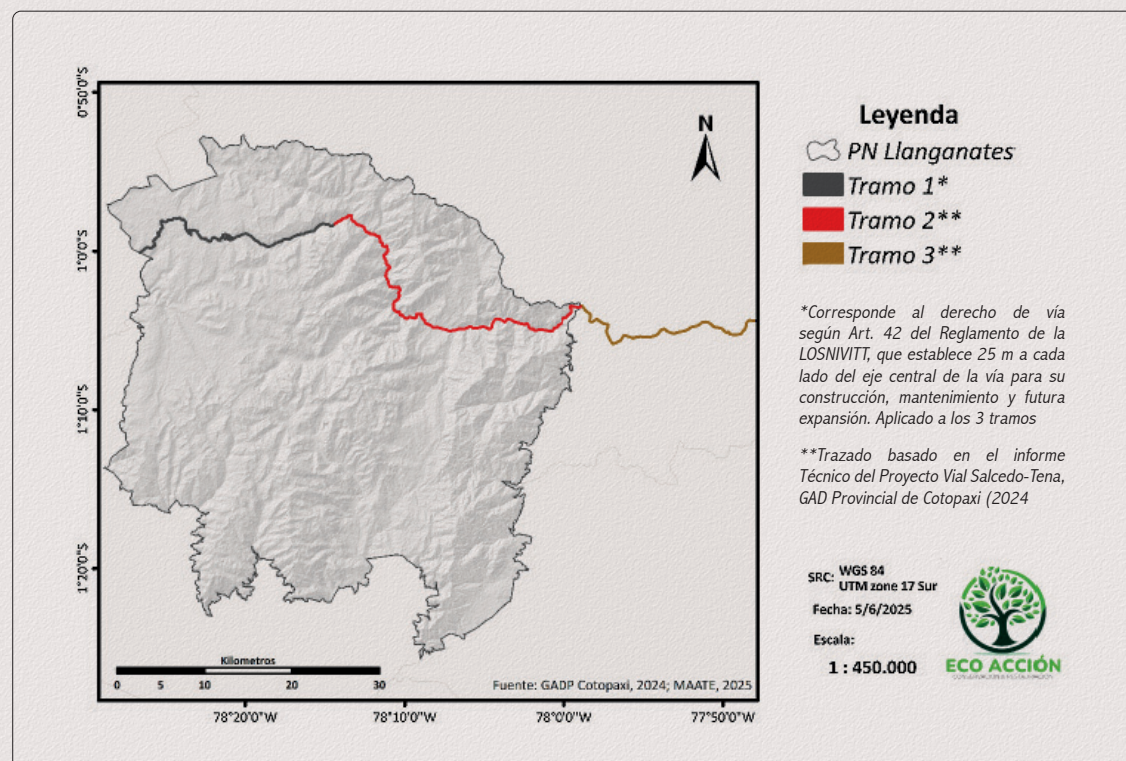
Para cuestiones prácticas de este informe la propuesta de ampliación y construcción de la Carretera Salcedo-Tena propuesto por la Prefectura de Cotopaxi será dividida en tres tramos:

Tramo 1: Iniciado como vía de segundo orden por el gobierno de Rafael Correa a través de SENPLADES y el Ministerio de Transporte y Obras públicas. Inicia en la entrada noroccidente del PNLL en el sector de Cumbijin y se extiende por 34 kilómetros hasta las cabeceras del río Mulatos.

Tramo 2: Inicio del trazado propuesto por la prefectura de Cotopaxi iniciando donde termina el anterior tramo, atravesaría bosques primarios nunca intervenidos junto al río Mulatos por 47 kilómetros hasta el límite nororiental del PNLL.

Tramo 3: Iniciaría en los límites nororientales del PNLL y terminaría en la unión con la vía Puyo-Tena antes del puente de Puerto Napo. Este tramo tendría una longitud de 27 kilómetros y atravesará bosque primarios, ríos, territorios habitados por comunidades indígenas de nacionalidad kichwa y zonas en conflicto por actividades mineras ilegales.

■ Propuesta de la Carretera Salcedo-Tena dentro del PN Llanganates



Mapa 11. Propuesta de trazado para la carretera Salcedo-Tena

Este mapa delimita el tramo de carretera actualmente existente y su franja de ampliación según la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre (LOSNIVTT), así como la propuesta de trazado de un nuevo tramo elaborado por el GAD Provincial de Cotopaxi en 2024. La propuesta atraviesa una zona de alta importancia ecológica del parque, por lo que su impacto potencial debe ser cuidadosamente evaluado.

4.1.1. Área de Impacto Directa (AID)

Estudios de infraestructura vial en ecosistemas tropicales, como los que se abordó en la revisión sistemática, las zonas de impacto directo o zonas de amortiguamiento lateral de carreteras se definen dentro de un rango de 30 a 100 m desde el borde de la vía.

Dentro de esta zona se concentran los impactos más severos sobre la biodiversidad y los procesos ecológicos (Gráfica x).

La mayor pérdida de cobertura forestal, fragmentación y cambios en la estructura del hábitat ocurren dentro de los primeros metros desde la carretera (Coelho et al., 2021; Van der Ree et al., 2015). La abundancia y riqueza de especies de fauna disminuye notablemente dentro de los primeros 50 - 100 m del borde de la vía (Thiollay, 2006; Ahmed et al., 2021).

Ferreguetti et al. (2017), reportan que la densidad de especies como el tapir terrestre es más baja a menos de 100m de las vías, y que los movimientos de la fauna se ven restringidos en esta franja, ya que la configuración del paisaje cambia generando lo que se conoce como límite de borde, esto impacta en el movimiento de energía afectando en la conectividad.

Coelho et al. (2021) establecen zonas de afectación lateral inmediata en un rango de 0 - 100 m, en donde se determinó que existe más patrones de atropellamientos de fauna silvestre, ya que el corrido y la conectividad se ve interrumpido por la vía, siendo considerada una zona de presión ecológica.

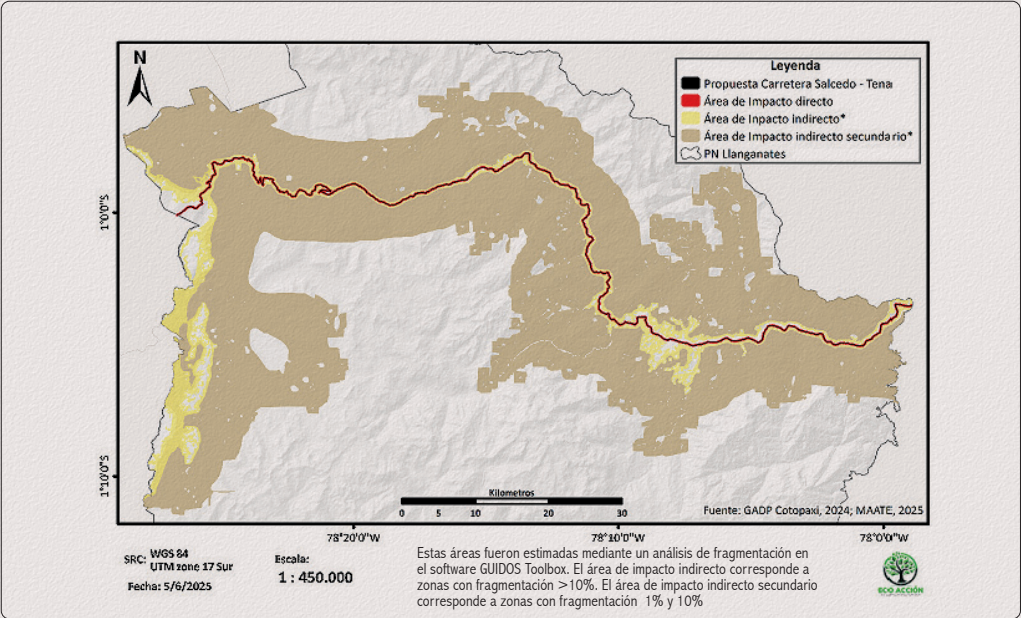
4.1.2. Área de Impacto Indirecta (AII)

La fragmentación del paisaje es uno de los principales procesos que afectan los ecosistemas cuando se da la construcción de una carretera especialmente si se trata de un área protegida. Ya que este proceso puede reducir hasta un 75% la biodiversidad de los ecosistemas además de amenazar su funcionamiento, conservación, cadena trófica, resiliencia ante las perturbaciones y los servicios que proveen (Allan, 2015; Bates et

al., 2015; Cardinale et al., 2012; Deber et al., 2014; Haddad et al., 2015; Hooper et al., 2012; Laurance et al., 2002; MacDougall et al., 2013; Peh et al., 2014; Saunders et al., 1991).

Por ello, para analizar el impacto indirecto de la carretera Salcedo-Tena sobre los ecosistemas del PNLL se utilizaron los resultados obtenidos con el análisis de fragmentación espacial generado con GTB. En este análisis se clasifica la fragmentación según la métrica Densidad de Área de Bosque (DAB) la cual varía del 1% al 100%. En base a esto se determinó que las áreas circundantes a la carretera con un DAB mayor igual a 1% y menor 90% como Área de Impacto Indirecto (AII). Mientas, las áreas circundantes a la carretera con un DAB mayor igual a 90% y menor al 100% se denominaron Área de Impacto Indirecto Secundario (AIIS) ya que aunque no posean una alta fragmentación son parte de un área protegida donde el objetivo principal es conservar intactos los ecosistemas. Esta división de las áreas de impacto se puede observar en el (Mapa 12).

■ Áreas de impacto de la propuesta de carretera del PN Llanganates



Mapa 12. Área de impacto directo, indirecto e indirecto secundario de la carretera - Salcedo - Tena en el PNLL

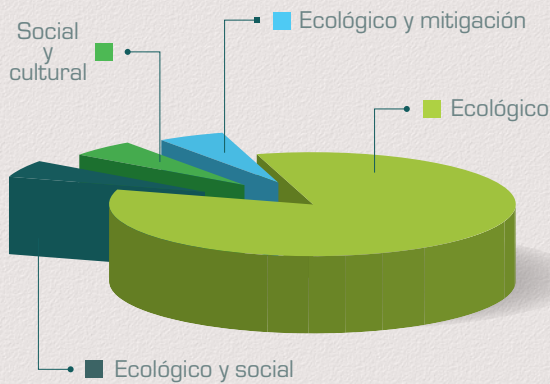
Impacto	Área [ha]
Carretera	406,0
AID	1.368,3
AII	6.289,0
AIIS	61.862,0

Tabla 6. Área de cada uno de los tipos de impacto de la carretera Salcedo-Tena en el PNLL.

4.1.2.1 Impacto en la Biodiversidad y Ecosistemas

La apertura y expansión de infraestructuras viales-carreteras en zonas de alta biodiversidad, áreas protegidas y territorios indígenas en ecosistemas tropicales, constituye uno de los principales factores de transformación ecológica a gran escala. En contextos como la Amazonía, los Andes o los bosques subtropicales, la apertura de carreteras no solo facilita el acceso a recursos naturales, sino que desencadena una serie de impactos acumulativos y sinérgicos que afectan la integridad ecológica, los modos de vida locales, la gobernanza ambiental y los servicios ecosistémicos (Bass et al., 2010; Arima et al., 2007; Ascensão et al., 2022).

Tipos de Impacto



Gráfica 4. Tipos de Impacto de la carretera dentro del PNLL

De esta manera, se realizó una revisión sistemática de literatura científica que explora los efectos de la infraestructura vial sobre la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas, con el objetivo de generar evidencia relevante para anticipar impactos relacionados con la futura carretera Salcedo - Tena.

La revisión bibliográfica realizada, se caracteriza por emplear metodologías robustas y variadas, como modelos especiales multivariados (MaxEnt, SIG), monitoreo de cámara trampa, encuestas de cruce de fauna, telemetría, análisis de atropellamiento, entrevistas y modelos de distribución de especies. La escala espacial de los estudios abarca sitios específicos en la Amazonia hasta análisis globales sobre especies amenazadas y corredores ecológicos. La diversidad metodológica refuerza la consistencia de los hallazgos, al confirmar que los efectos de las vías son sistemáticos, sin importar la región, siempre que se trate de hábitats diversos y continuos (Ahmed et al., 2021; Coelho et al., 2021; Lambert et al., 2021)

Para comprender la magnitud y diversidad de estos impactos, se ha sistematizado una matriz de análisis bibliográfico con 74 estudios sobre el tema. Este capítulo presenta un análisis de los tipos de impactos mayormente reportados en la literatura, así como los principales resultados empíricos asociados a la construcción y expansión de carreteras en áreas protegidas y ecosistemas sensibles.

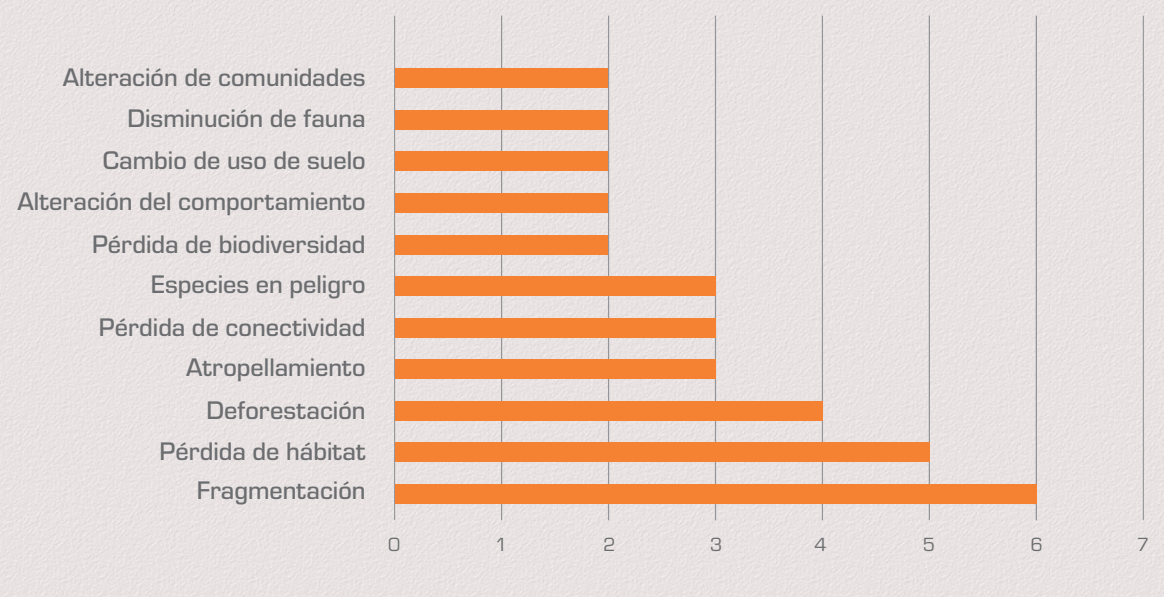
Del total de artículos analizados, los impactos ecológicos fueron los más frecuentemente documentados, apareciendo en más del 70% de los estudios, ya sea como único eje o en combinación con otros. Estos impactos incluyen la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica, el aumento de la mortalidad de fauna silvestre, la pérdida de cobertura forestal y la degradación funcional de ecosistemas. En un estudio en Ecuador, se reportó que las carreteras disminuyen en más del 50% la cobertura forestal en áreas adyacentes. Otro trabajo mostró que la densidad de jaguares era hasta 18 veces menor en zonas cercanas a caminos que en áreas remotas, destacando la pérdida de función ecológica de las áreas perturbadas.

4.1.2.2 Principales hallazgos e impactos identificados:

Estudios como los de Laurance et al. (2009), Ascensão et al. (2022) y Figueroa et al. (2016) demuestran que las aperturas de las vías rompen con la continuidad de los hábitats, limitando el flujo génico, los movimientos de la fauna y los ciclos de dispersión de plantas. En el caso de la vía Maxus, se documentó una fragmentación severa del paisaje y un colapso de conectividad funcional entre parches boscosos (Bass et al., 2010)



Impactos clave



► Gráfica 5 Impactos clave identificados mediante revisión bibliográfica.

Fuente: Fundación Ishpingo

La reducción de la biodiversidad y el cambio en la composición de las especies, también se considera un factor relevante. Se ha observado una disminución de especies endémicas o especializadas, sustituidas por especies generalistas que se adaptan a paisajes alterados (Thiollay, 1997; Clements et al., 2014). En la Amazonía Ecuatoriana, la densidad de jaguares es hasta 18 veces menor en zonas aledañas a caminos (Bass et al., 2010). Además, en los bosques de Marañón, solo el 7.4% del hábitat del oso andino se mantiene en condiciones funcionales debido a la fragmentación vial.

El aumento de la mortalidad de la fauna silvestre es otro punto clave, ya que, investigaciones como la de Medrano et al. (2021) evidencian el efecto directo de las vías sobre la mortalidad de vertebrados, con registros de atropellamiento frecuentes en especies de reptiles, mamíferos y anfibios. Estos efectos, al combinarse con la pérdida de hábitat, ponen en riesgo estas poblaciones. Así también, el estudio de León et al. (2009) en

Zamora muestra que el 70% de la deforestación se concentra en un radio de 10 km de caminos. También, Arima et al. (2007) modelaron que los precios de productos agrícolas incrementarán con la expansión de vías y los incendios forestales. Las carreteras funcionan como catalizadores de la tala ilegal, expansión agrícola.

Se identificaron impactos institucionales y de gobernanza, los cuales incluyen la incapacidad de las áreas protegidas para mitigar presiones externas, la falta de planificación integrada, y los conflictos generados por la superposición de intereses extractivos, viales y de conservación. Un modelo de clasificación de perturbaciones vía imágenes satelitales mostró que el 38% del bosque remanente en India se encuentra a menos de 1 km de alguna intrusión lineal, destacando la urgencia de medidas regulatorias.

Los impactos sociales y culturales también aparecen, aunque con menor frecuencia. Estos se relacionan con la pérdida de acceso a recursos tradicionales, aumento de la caza, desplazamientos, y en algunos casos, la transformación acelerada de sistemas productivos indígenas. En regiones como la Amazonía boliviana, estudios reportan que los impactos viales dividen comunidades, erosionan su cohesión social y alteran profundamente las dinámicas de gobernanza interna.

Otros tipos de impacto también incluyen los impactos hidrológicos, donde se observan cambios en la calidad del agua y en la conectividad de cuencas. Climáticos, al facilitar el cambio de uso de suelo, aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) atribuibles a la conversión de bosques en zonas accesibles por carretera. Las vías afectan la conectividad de cuencas, generan erosión, sedimentación y alteran los patrones hidrológicos (Goosem, 2002; Mohd et al., 2021).

La evidencia recopilada muestra que las carreteras actúan como ejes estructurales de transformación territorial, generando impactos que trascienden lo ecológico y abarcan dimensiones sociales, culturales e institucionales. La fragmentación del paisaje, la pérdida de biodiversidad, el debilitamiento de figuras de protección y la aparición de conflictos por el uso del suelo son consecuencias comunes.

4.1.2.3. Impactos de la carretera sobre los recursos hídricos del PN Llanganates

	
Reducción en la capacidad de almacenamiento de agua	La intervención de turberas y humedales altoandinos reduce la capacidad natural de retener agua y regular los caudales.
Alteración del ciclo hidrológico	El retiro de vegetación en zonas de cabecera puede afectar la recarga de acuíferos y generar descargas abruptas aguas abajo.
Incremento de la escorrentía y riesgo de inundaciones	Las pendientes intervenidas facilitan el arrastre de sedimentos y el colapso de cauces, aumentando la frecuencia de eventos extremos.
Contaminación y pérdida de calidad del agua	La construcción y apertura de trochas puede introducir sedimentos, aceites y otros contaminantes, afectando a ecosistemas y poblaciones.
Interferencia co infraestructura estratégica	El embalse de Pisayambo y otras obras del sistema hidroeléctrico nacional podrían verse afectadas por cambios en el flujo y calidad del agua.

Tabla 7. Principales impactos de la construcción de una carretera en los recursos hídricos del PNLL.

DISCUSIÓN:

La revisión sistemática de literatura sobre los impactos de la construcción de carreteras en zonas tropicales de alta biodiversidad proporciona un cuerpo robusto de evidencia empírica que debe ser considerado de forma prioritaria en la planificación de proyectos viales como la carretera Salcedo - Tena, propuesta para conectar la región Sierra y Amazonía atravesando el Parque Nacional Llanganates.

Los estudios revisados (Bass et al., 2010; Ascensão et al., 2022; Figueroa et al., 2016; Laurance et al., 2009) demuestran que los efectos de las carreteras no se limitan al espacio físico donde se construye la vía, sino que se extiende en el territorio como una red de impactos multiescalares, sinérgicos y acumulativos. Es decir, una carretera no sólo fragmenta un ecosistema de forma lineal, sino que habilita una serie de procesos colaterales, deforestación, caza, tráfico de fauna, actividades extractivistas ilegales, apropiación de tierras, que degradan el sistema ecológico y social de manera exponencial.

Esto es particularmente relevante en el caso del Parque Nacional Llanganates, una de las regiones más biodiversas y menos intervenidas del Ecuador, donde convergen pisos altitudinales desde páramos hasta bosque húmedo tropical. Esta zona alberga una alta concentración de endemismos y especies en peligro crítico de extinción. Además, actúa como corredor ecológico entre la vertiente oriental andina y la cuenca amazónica (Lambert et al., 2021; Ahmed et al., 2021).

La apertura de la carretera a través de este representa un punto de inflexión social y ecológico: No existe actualmente infraestructura vial interna, lo que ha permitido mantener la conectividad ecológica y baja presión antrópica.

La pendiente altitudinal y fragilidad del suelo implican una alta vulnerabilidad a erosión, remoción de masas y pérdida de cobertura boscosa.

Estudio como de León et al. (2009) en Zamora y Coelho et al. (2021) en áreas protegidas de Brasil muestran que la presencia de caminos aumenta exponencialmente la deforestación incluso sin vías asfaltadas, debido a la presión inducida por el acceso. Desde una perspectiva ecológica la carretera atraviesa uno de los últimos bastiones de la biodiversidad continua del Ecuador. De acuerdo con Ascensão et al. (2022), un 57% de los hotspots de mamíferos primates, como los ateles y cebus, coinciden con zonas prioritarias donde no hay caminos. La creación de vías en esta zona reduciría en más de 40%, comprometiendo su viabilidad ecológica. Esto se refuerza con los hallazgos de Chasar et al. (2009), que documentan la alteración del comportamiento y las rutas migratorias de aves nectarívoras tras la fragmentación forestal por caminos.

Además, se evidencia que las áreas protegidas por sí solas no ofrecen una barrera efectiva frente a la expansión vial si no existe gobernanza ambiental sólida y planificación participativa (Coelho et al., 2021; Lambert et al., 2021). El antecedente de la vía Maxus en el Parque Nacional Yasuní, en donde la apertura de camino por razones petroleras generó fragmentación severa, presencia militar, conflictos sociales e ingreso masivo de colonos, es una advertencia crítica sobre los riesgos en Llanganates (Bass et al., 2010).

No menos importante es el impacto sobre las comunidades locales e indígenas. Aunque la carretera puede presentarse como un eje de integración regional, la evidencia muestra que los beneficios para las comunidades son mínimos o incluso negativos cuando no existe

planificación territorial. En la Amazonía boliviana, la apertura de caminos ha producido división social, pérdida de autonomía comunitaria, y reconversión forzada de sistemas productivos (Taylor et al., 1993). En contextos como el de la comunidad de Salcedo-Tena, donde conviven intereses económicos, conservación y pueblos indígenas, estos efectos pueden generar tensiones severas sobre la gobernanza.

La planificación de carreteras en contextos sensibles debe pasar por una evaluación integral de impactos acumulativos y no limitarse a estudios de impacto ambiental convencionales. Se recomienda fortalecer el uso de herramientas geoespaciales, promover enfoques de conservación preventiva y garantizar la participación activa de las comunidades locales e indígenas en los procesos de toma de decisiones. El resumen de los impactos encontrados en la revisión bibliográfica se encuentran resumidos en el **Anexo 1**.

4.1.2.4 Diversidad de especies dentro de las áreas de impacto

4.1.2.5 Ecosistemas afectados

La carretera Salcedo-Tena atravesaría todo el PNLL en sentido oeste-este por lo cual impactará directamente 6 de los 10 ecosistemas que se pueden encontrar en esta área natural protegida (Gráfica 4). De estos ecosistemas los más afectados son el Herbazal de páramo y el Bosque piemontano del norte de la cordillera oriental de los andes que serían afectados en 325 y 301 hectáreas, respectivamente. El AID afecta un total de 1386 hectáreas siendo el herbazal de páramo y los bosques siempreverdes desde el piemontano hasta el montano alto los más afectados. Un caso especialmente preocupante es el herbazal de páramo que es un ecosistema especialmente delicado y de vital importancia en el

aprovisionamiento de servicios ecosistémicos como la disponibilidad de agua para ciudades y comunidades del lado oriental del valle interandino como Salcedo y Latacunga (Young et al, 2011 ; MAATE, 2025).

AID de la Carretera Salcedo - Tena sobre cada Ecosistema



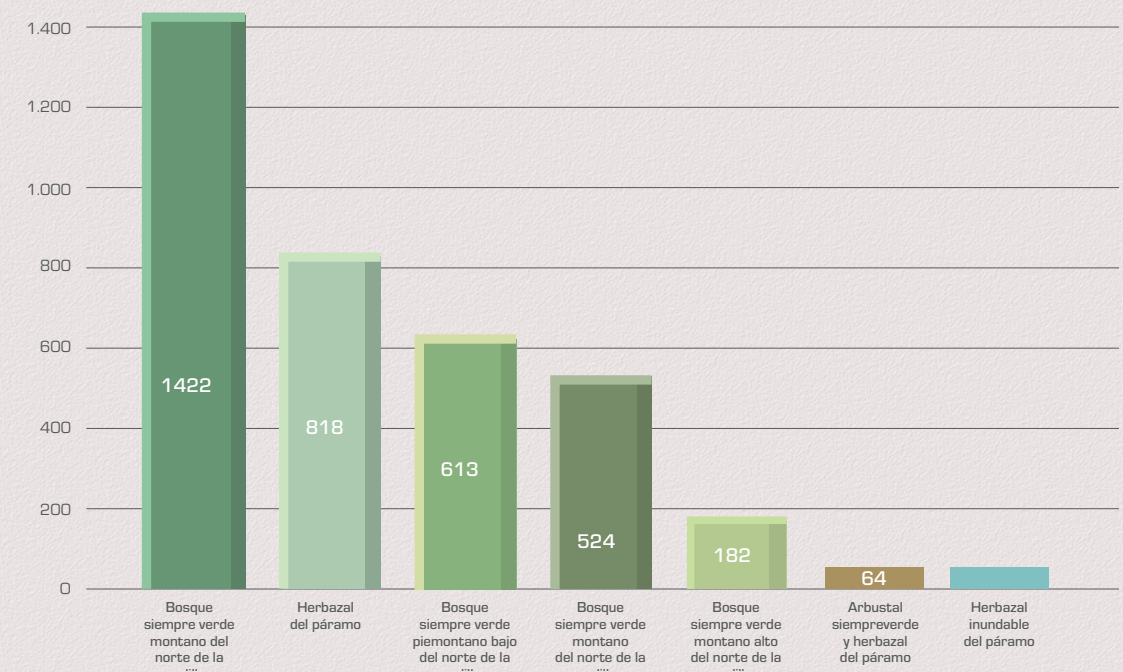
► Gráfica 6 Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Directo (AID).

La funcionalidad, resiliencia y salud de los ecosistemas están estrechamente relacionados a su conectividad y estado de conservación en el que se encuentren, por lo cual el impacto indirecto de la carretera es un factor importante para analizar. El Área de Impacto Indirecto (AII) alcanza 7 de los 10 ecosistemas del PNLL (Gráfica 5) mientras el Área de Impacto Indirecto Secundario (AIIS) alcanza a 8 de estos ecosistemas (Gráfica 6).

El herbazal de páramo es el segundo y el primer ecosistema con una mayor área afectada por el AII y el AIIS, respectivamente. Este dato junto al impacto sobre los herbazales inundables muestra el sensible impacto que puede tener la construcción de una carretera sobre estos ecosistemas cruciales para el aprovisionamiento hídrico de la población de los cantones de Salcedo y Latacunga (MAATE, 2025).

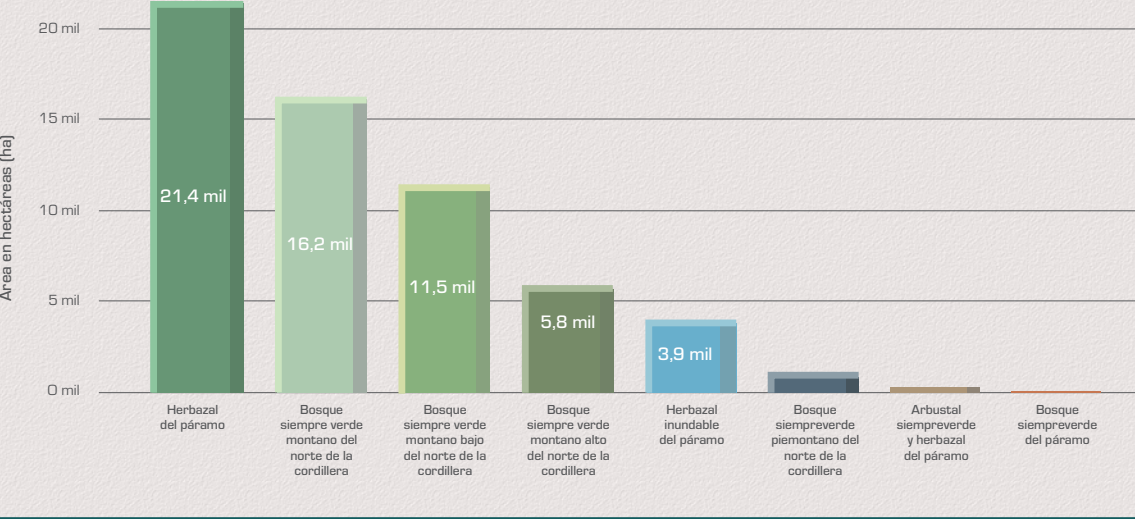
Además, estos ecosistemas al ubicarse en la zonas más altas mantienen la integridad ecológica de los bosques y coberturas naturales que se encuentran cuenca abajo. Es importante mencionar que dentro del PNLL se encuentra uno de los humedales de importancia e interés mundial denominado RAMSAR el cual sería atravesado por la carretera y está conformado por estos ecosistemas de páramo vitales para la regulación hídrica del PNLL (MAATE, 2025).

AII de la Carretera Salcedo - Tena sobre cada Ecosistema



► Gráfica 7 Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Indirecto Secundario (AIIS).

AISS de la Carretera Salcedo - Tena sobre cada Ecosistema



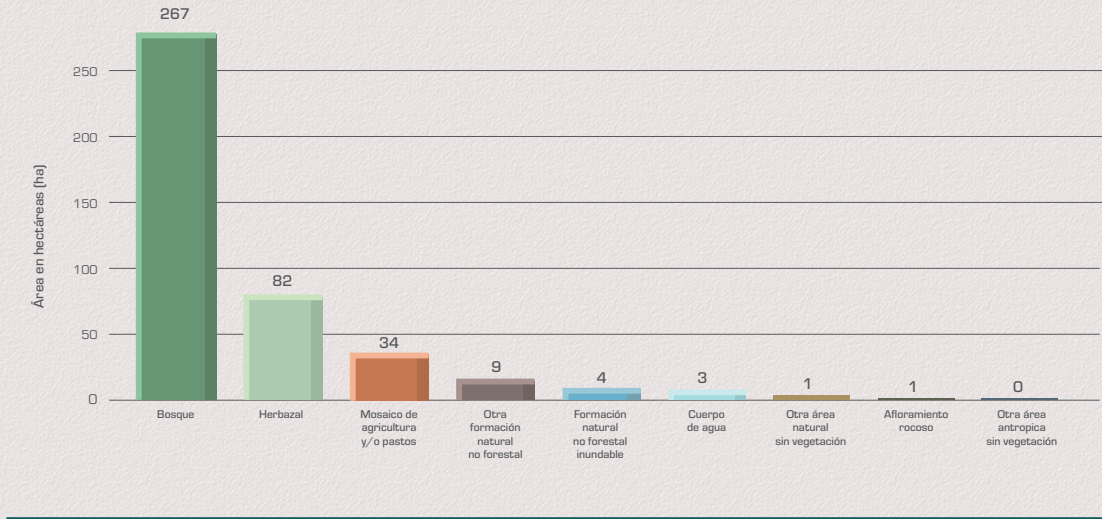
► Gráfica 8 Superficie de Ecosistemas afectados por el Área de Impacto Indirecto Secundario (AISS).

4.2. Impacto en la Ecología del paisaje

4.2.1. Análisis de cambio de Cobertura y Uso de Suelo (CUS)

La construcción de la carretera Salcedo-Tena dentro del PNLL implica la deforestación de por lo menos 353 hectáreas de ecosistemas terrestres, siendo los bosques y herbazales de páramos los más afectados como se observa en la Gráfica 7. Además, destruirá al menos 7 hectáreas de cuerpos de agua y ecosistemas acuáticos.

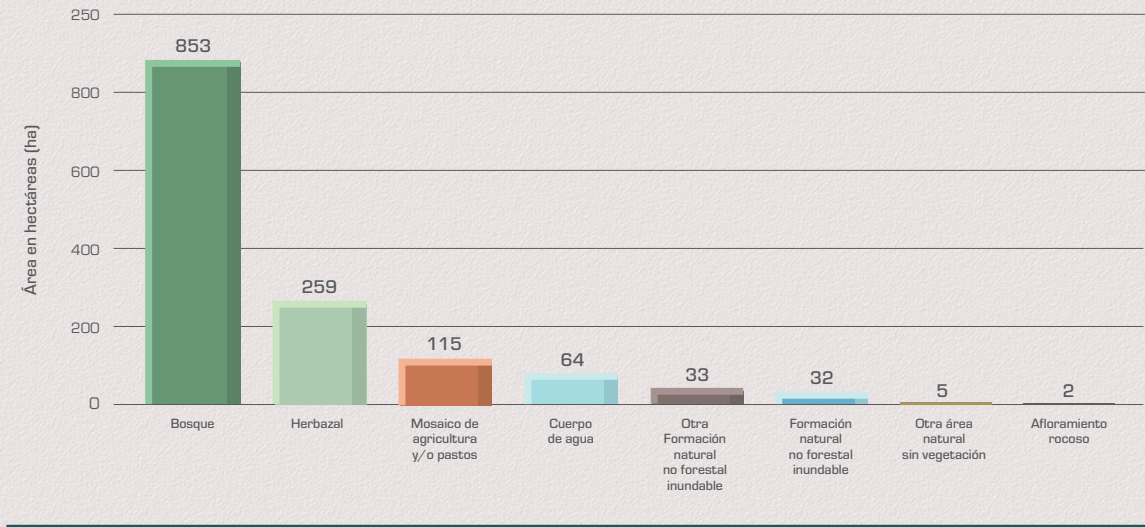
Cambio de Cobertura y Uso de Suelo (CUS) por la carretera Salcedo-Tena



► Gráfica 9 Cambio de uso de suelo que se produciría en el PNLL por la construcción de la Carretera Salcedo-Tena.

El AID es la primera sufrir procesos de deforestación y contaminación lo cual pondrá en riesgo de cambios de CUS por lo menos 1145 hectáreas de ecosistemas terrestres y 96 hectáreas de ecosistemas acuáticos como se observa en la Gráfica 8.

Impacto directo de la Carretera Salcedo-Tena a la Cobertura y Uso de Suelo (CUS)



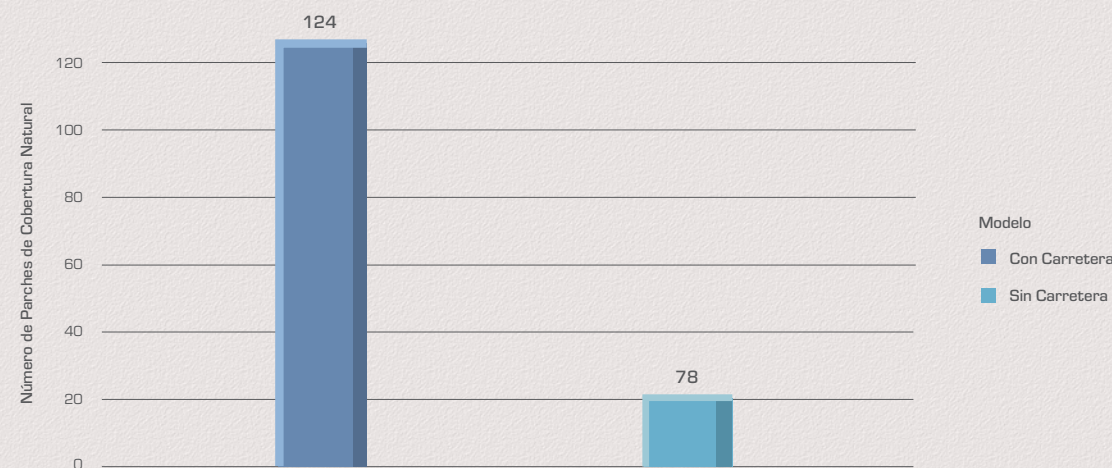
► Gráfica 10 Impacto directo de la carretera Salcedo-Tena sobre las Coberturas y Usos de Suelo del PNLL

4.2.1.1 Modelo de Fragmentación de los ecosistemas

4.2.2.2. Análisis Cuantitativo

La fragmentación es un proceso donde grandes extensiones continuas de bosques, páramos y otras coberturas naturales se dividen en fragmentos más pequeños llamados parches debido a las actividades humanas (Carreteras, agricultura, minería, etc) o a factores naturales (Ríos, Quebradas, Zonas rocosas) (GOFC-GOLD,2017) . En ecología del paisaje se utilizan softwares de análisis de patrones espaciales para cuantificar diversas características de conformación y composición de los parches en un paisaje. En este informe se calcularon 3 métricas del paisaje fáciles de interpretar para analizar cómo la carretera Salcedo-Tena impactaría la ecología del paisaje del PNLL (Wang et al, 2014). La primera métrica fue el número de parches que representa en cuántos fragmentos se encuentran divididos los ecosistemas del PNLL. En la gráfica 9 se observa como la construcción de la carretera implicaría un aumento del 59% en el número parches y por lo tanto ecosistemas más fragmentados.

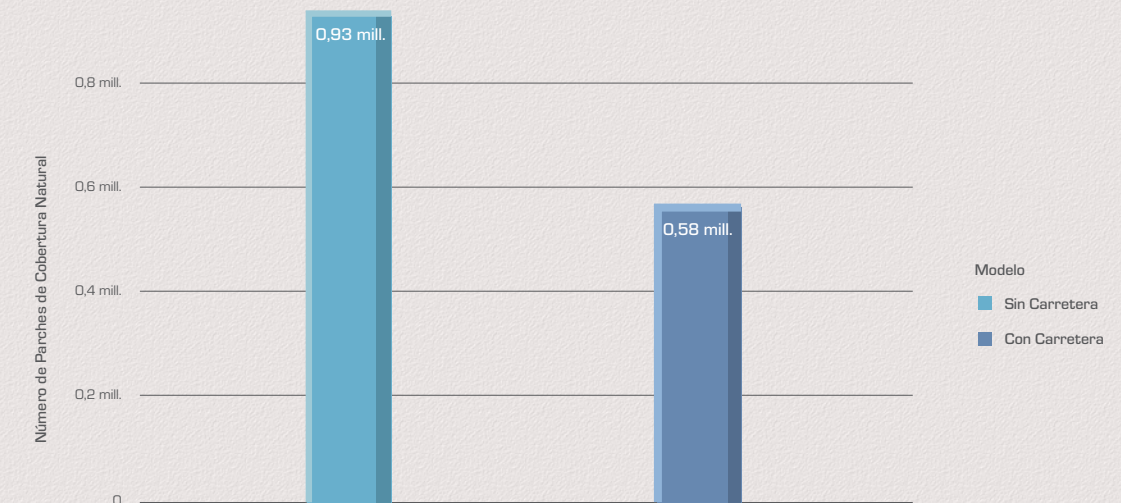
Número de Parches



► Gráfica 11 Cambio del número de Parches de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo-Tena.

La segunda métrica (Gráfica 10) calculada fue el tamaño promedio de parche que tendría una reducción del 37% si se construye la carretera. Esto implica que las especies tendrían que adaptarse a hábitats más pequeños dentro del PNLL poniendo en riesgo a grandes animales que requieren amplios territorios para su subsistencia como el Jaguar, Puma, Tapir y Oso de anteojos.

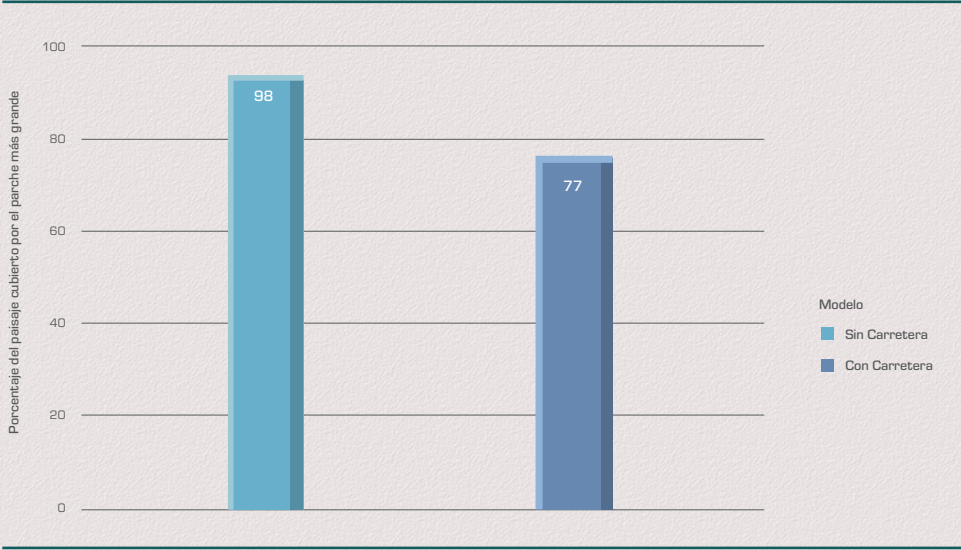
Tamaño promedio de parche de cobertura natural



► Gráfica 12 Cambio del Tamaño promedio de los Parches de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo - Tena

La última métrica llamada Índice del parche más grande representa el porcentaje del paisaje que cubre el fragmento más grande de cobertura natural. La Gráfica 11 muestra cómo esta métrica se reduce 22 puntos porcentuales lo que indica que la carretera separaría al gran parche continuo de ecosistemas naturales que hoy en día se conservan en el PNLL. Esta disgregación de algunos de los ecosistemas mejor conservados del país impactaría directamente en la biodiversidad que ahí se conserva y que utiliza estas grandes extensiones como hábitat y corredor seguro para su subsistencia.

Índice del Parche más Grande



► Gráfica 13 Cambio del Índice de Parche más grande de cobertura natural en el PNLL por la carretera Salcedo - Tena

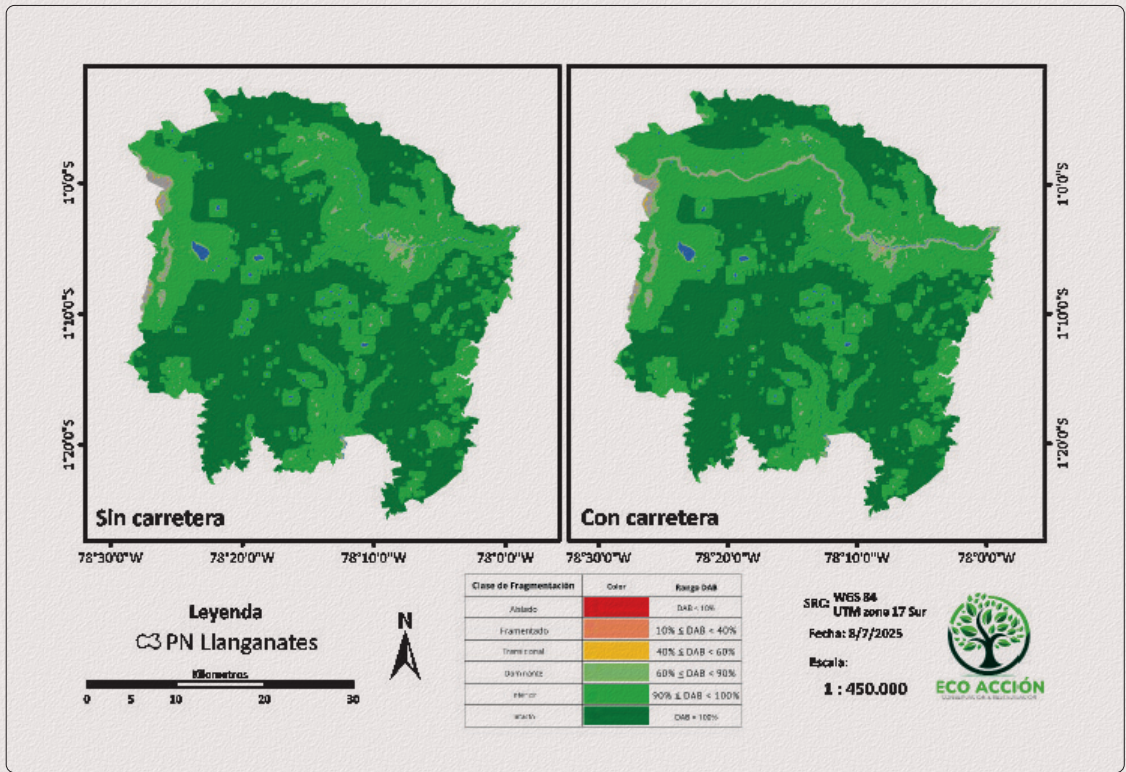
4.2.2.3 Análisis espacial

El Mapa 13 sintetiza los resultados del análisis de fragmentación espacial realizado con Guidos Toolbox (GTB), donde, cada pixel del PNLL se clasificó en seis categorías de fragmentación en base al cálculo de la métrica Densidad de Área de Bosque (DAB, o FAD por sus siglas en inglés). A través de estos resultados podemos identificar que actualmente la mayor parte del PNLL se encuentra en un estado de fragmentación intacto (DAB=100%). También a la derecha se aprecia como la carretera fragmentaria los ecosistemas ubicados al norte del PNLL aumentando el área de ecosistemas fragmentados (DAB<100%).

El corredor vial propuesto atraviesa el área núcleo del PNLL donde nacen algunos de los afluentes más importantes de la cuenca amazónica y el valle interandino. El modelo indica que ~6 300 ha de bosque se fragmentaron significativamente (DAB<90%) (AII) mientras ~62000 ha de bosque sufrirían al menos un mínimo efecto de fragmentación (100%>DAB>90%) (AIIS), lo cual implica que al menos un 30% del PNLL

perderá par de su conectividad estructural . Los cuellos de botella más críticos se ubican en las microcuencas de los ríos Mulatos, tramo esenciales para especies de gran área de acción como el oso andino (Tremarctos ornatus) y el jaguarundi (Herpailurus yagouaroundi). El mapa muestra visualmente cómo el trazado propuesto fragmenta la “columna vertebral” ecológica del parque.

■ Modelo de fragmentación espacial de la carretera Salcedo - Tena



Mapa 13. Modelo de fragmentación espacial de la carretera Salcedo-Tena.

4.3 Impacto sobre los servicios ecosistémicos

Existen numerosos servicios ecosistémicos que pueden brindar un área protegida desde servicios de aprovisionamiento como el caso del agua de consumo o riego hasta servicios de regulación climática como el almacenamiento del carbono.

En este informe se analizarán específicamente en estos dos servicios debido a la importancia para la poblaciones locales como para los objetivos climáticos y de desarrollo sostenible a nivel local, nacional y mundial.

4.3.1 Humedal RAMSAR y Recursos hídricos

La convención de humedales adoptada en la ciudad Irani de Ramsar es un tratado internacional a través del cual se realizó un proceso de declaración de humedales de importancia internacional o "RAMSAR". En el Ecuador existe 19 de estos humedales RAMSAR de los cuales en el **Mapa 14** se observa el Complejo de Humedales Llanganati (Sitio RAMSAR N.º 1780), un mosaico de más de 300 lagunas, turberas y bofedales alto-andinos que cubren ≈ 30.355 ha entre los 2.960 y 4.571 m.s.n.m. Estos humedales almacenan cantidades excepcionales de carbono ($> 1.000 \text{ tCha}^{-1}$), regulan caudales estables para las subcuencas de los ríos Llacullín, Mulatos, Langoa, Topo y Negro y sostienen el sistema hidroeléctrico Pisayambo-Agoyán-San Francisco (Secretaría de la convención RAMSAR, 2007).

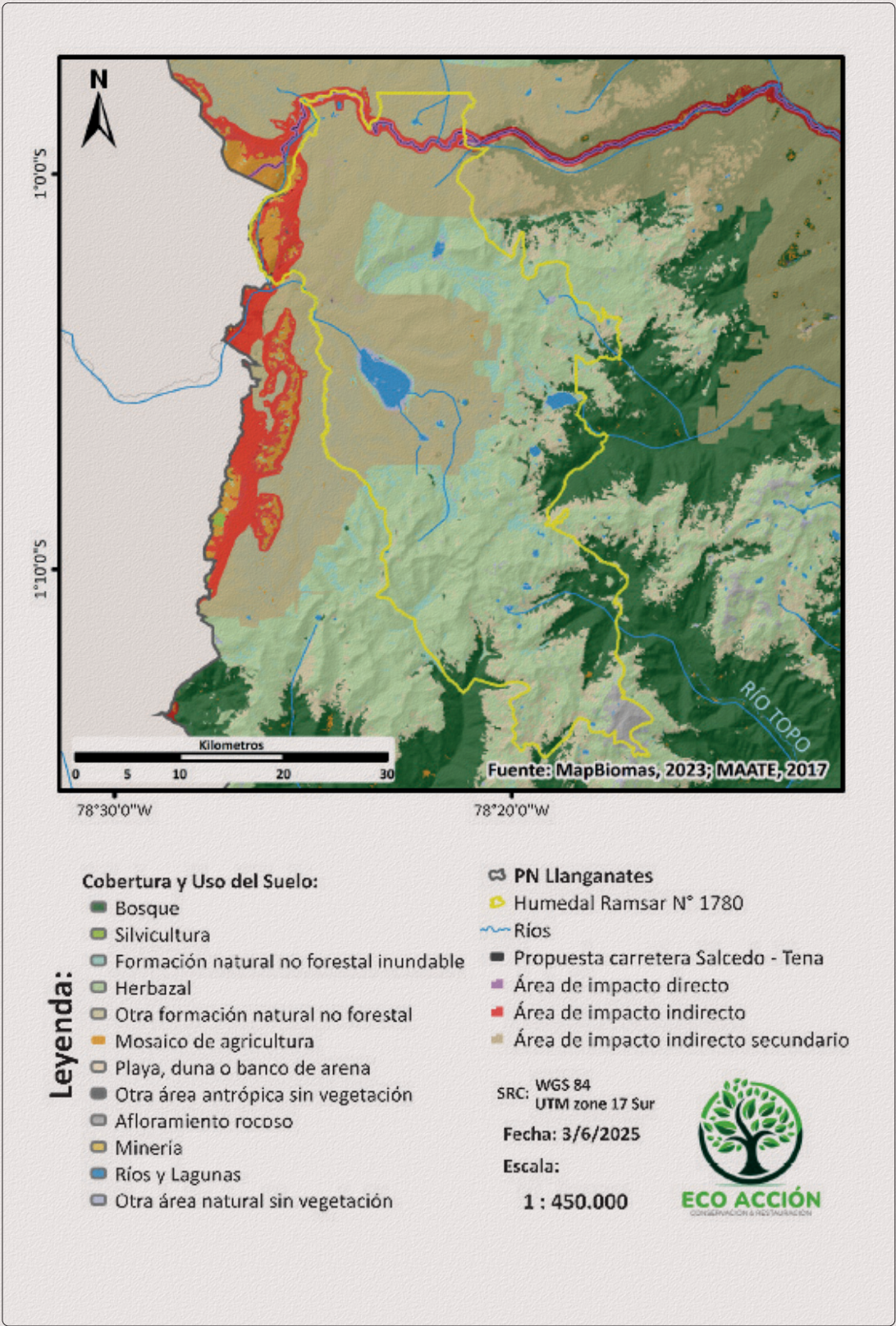
El trazado vial propuesto intercepta el borde occidental del sitio, atravesando turberas sensibles: remover $> 10\%$ de la capa orgánica puede duplicar la escorrentía superficial y aumentar la carga de sedimentos hacia la vertiente amazónica. Además, la franja vial coincide con zonas de anidación de más de 20.000 aves acuáticas y con rutas de desplazamiento del tapir andino (*Tapirus pinchaque*) (Tirira, 2007).

El **Mapa 14** evidencia la proximidad crítica entre el eje vial y el núcleo del humedal, subrayando la importancia de salvaguardar su integridad para cumplir los compromisos de Ecuador bajo la Convención RAMSAR y mantener la seguridad hídrica regional.

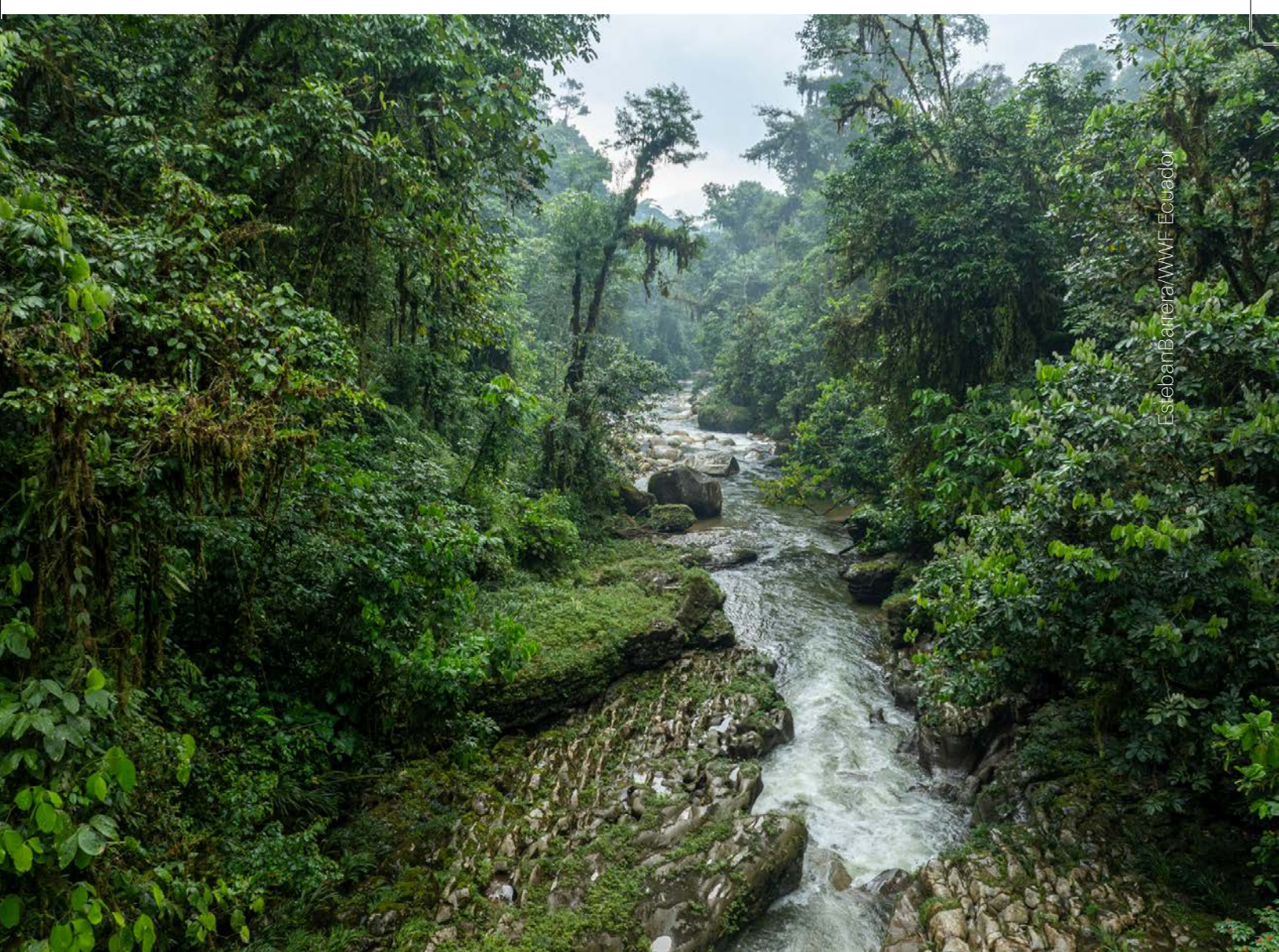
El análisis de cambio de CUS mostró que la carretera destruirá directamente 4 hectáreas de humedales y 3 hectáreas de cuerpos de agua, además de impactar directamente al menos 64 hectáreas de cuerpos de agua y 32 hectáreas de humedales.

La calidad del agua puede verse seriamente comprometida con la construcción y uso de la carretera ya que la liberación de contaminantes como hidrocarburos y otros agentes como el cemento o el aceite pueden extenderse rápidamente en ecosistemas acuáticos (Trombulak & Frissell, 2000).

■ Impacto sobre el Humedal Ramsar del PNLL



Mapa 14. Modelo de impacto sobre el humedal Ramsar del PNLL.



EssebanBateria/WWF Ecuador

4.3.2. Almacenamiento de Carbono y Regulación climática

En el contexto mundial de cambio climático la conservación de bosques y coberturas naturales que almacenan grandes cantidades de carbono en su biomasa y suelos es una de las principales estrategias de mitigación. Esta estrategia de mitigación ha sido parte central de la negociaciones climáticas y fue ratificada con el artículo 2.1 y 9 del Acuerdo de París donde se establecieron los mecanismos de valorización económica de la conservación y almacenamiento de estos reservorios de carbono (UNFCCC, 2023).

Impacto	Carbono aéreo (ton CO2e)	Carbono en suelo (ton CO2e)	Carbono total (ton CO2e)	Valorización Económica [\$]*
Área de Impacto Directo (AID)	125.803,1	92.643,8	218.446,9	\$ 10.922.346,96
Área de Impacto Indirecto (Ali)	367.487,8	530.443,7	897.931,5	\$ 44.896.572,88
Área de Impacto Indirecto Secundario (AIIIS)	4.988.869,1	4.861.304,0	9.850.173,1	\$ 492.508.655,97
* Calculado a partir de los valores previstos para los programas de REDD+ para el 2030 (UN-REDD, 2023)				

Tabla 8. Estimación del almacenamiento de carbono y su valor económico para cada área de impacto.

Los procesos de deforestación y fragmentación tienen impactos negativos en mantener el almacenamiento de carbono tanto en la biomasa aérea como en el suelo (Hou et al, 2024). Para comprender el posible impacto en este servicio ecosistémico debido a la carretera se calculó las toneladas de carbono aéreo y en el suelo (MAATE, 2018; MAG et al, 2021; UNEP, 2023).

Estos datos se encuentran tabulados y valorados económicamente en la tabla 7.

5

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

El trazado Salcedo-Tena atravesaría 80 km de bosques primarios y paramos, en su construcción destruiría al menos 400 hectáreas y permitirá la deforestación de al menos 1300 incluyendo parte del humedal Ramsar Llanganati. A nivel de paisaje fragmentaría considerablemente al menos 6 300 ha y ligeramente al menos 60 mil hectáreas. Más del 60 % del trazado se ubica en laderas > 25° y varios tramos superan 55°. Esto exige muros de contención, drenajes y rellenos que encarecen el proyecto, aumentan el impacto ecológico y elevan la probabilidad de derrumbes y bloqueos viales permanentes.

La vía interfiere con cinco subcuencas que abastecen a los ríos Pastaza, Anzu y Napo y con el sistema hidroeléctrico Pisayambo-Agoyán. Generando una mayor liberación de sedimentos, menor retención de agua y deslizamientos que podrían comprometer el suministro para más de 70 000 habitantes y la generación eléctrica de la Sierra centro-norte. El PNLL provee al estado y su población de una amplia gama de servicios ecosistémicos como aprovisionamiento de agua, regulación climática y control de inundaciones. Solamente en regulación climática por almacenamiento de carbono dentro del AIIIS se estima que existen ~10 millones de toneladas de carbono almacenadas que equivaldría a ~\$400 millones según los valores de los programas de REDD+ para el 2030. Arriesgar estos servicios no solo reduciría posibles recursos provenientes de cooperación internacional sino que trasladaría costos ocultos al Estado y a las comunidades locales, mientras los ingresos directos por transporte seguirán siendo marginales. El PNLL es sitio Ramsar, parte del SNAP y un pilar de las metas climáticas del país.

Experiencias en Yasuní, Manu y TIPNIS muestran que nuevas carreteras atraen invasiones de tierras, caza furtiva y conflictos comunitarios. Sin ordenamiento previo y consulta efectiva, los beneficios para las comunidades indígenas y campesinas son mínimos o negativos. En síntesis, la carretera Salcedo-Tena, representa un riesgo elevado, costoso e irreversible para los valores naturales y sociales del Parque Nacional Llanganates. Se recomienda detener la ejecución de este proyecto vial ya que los posibles impactos ambientales superan los beneficios socio-económicos relacionados a la carretera, y enfocar los esfuerzos estatales en mejorar el control, investigación y protección de esta área natural invaluable para proteger el bienestar presente y futuro de la región.

6

BIBLIOGRAFÍA

Esteban Barrera/WWF Ecuador

MAATE, 2017c. Código Orgánico del Ambiente. Ecuador.

MAATE, 2025. PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL LLANGANATES-2025

Instituto Geográfico Militar, 2013a. Vías 1:50.000. Instituto Geográfico Militar, 2013b. Poblados 1:50.000.

Arima, E. Y., Walker, R. T., Perz, S. G., & Caldas, M. M. (2007). Fire in the Brazilian Amazon: A spatially explicit model for policy impact analysis. *Journal of Regional Science*, 47(4), 685–705. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2007.00519.x>

Ascensão, F., Fahrig, L., Cleverger, A. P., et al. (2022). No Planet for Apes? Assessing Global Priority Areas and Species Affected by Linear Infrastructures. *International Journal of Primatology*, 43, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10764-021-00207-5>

BirdLife International & Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE). (2024). Evaluación de Servicios Ecosistémicos Terrestres (TESSA) – Parque Nacional Llanganates, Ecuador. Quito, Ecuador: BirdLife International & MAATE.

Borja, M., Holguín, W., Aguilar, C., Terán, K., Rodríguez, A., Josse, C., 2023. Documento de Bases Teóricas de Algoritmo (ATBD) RAISG - MapBiomias Ecuador Colección 1.0 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo de Ecuador.

Bélisle, M., & St. Clair, C. C. (2001). Forest fragmentation and winter mammal abundance. *Conservation Biology*, 15(4), 1174–1183. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.0150041174.x>

Caliskan, E. (2013). Environmental impacts of forest road construction on mountainous terrain. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-10-23>

Craighead, M. (2018). A comparison of highway construction costs in the Midwest and nationally. *Midwest Economic Policy Institute*. <https://midwestepi.org/wp-content/uploads/2017/05/cost-per-lane-mile-nationally-and-in-the-midwest-updated-final.pdf>

Cuesta, F., Peralvo, M., & Wilson, M. (2023). Anthropogenic activities in the páramo trigger ecological shifts in Tropical Andean lakes. *Quaternary Research*, 109, 48–61. <https://doi.org/10.1017/qua.2023.9>

Cullen, L., Jr., Bodmer, R. E., & Valladares-Pádua, C. (2001). Ecological consequences of roads in the Amazon: Jaguars and humans. *Oryx*, 35(2), 148–152. <https://doi.org/10.1017/S0030605300031742>

Cleverger, A. P., Chruszcz, B., & Gunson, K. E. (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1340–1349. <https://doi.org/10.1046/j.0021-8901.2001.00678.x>

Cleverger, A. P., & Huijser, M. P. (2011). Wildlife crossing structure handbook: Design and evaluation in North America. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. https://www.fhwa.dot.gov/environment/wildlife_protection/wildlife_crossings/

Giljum, S., & Jungmeier, G. (2016). Life cycle assessment of the construction of an unpaved road in an undisturbed tropical rainforest area in the vicinity of Manu National Park, Peru. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(12), 1684–1697. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1221-7>

Fannin, R. J., & Lorbach, J. (2007). Guide to forest road engineering in mountainous terrain (FAO Forestry Harvesting and Engineering Working Paper 2). FAO. <https://www.fao.org/4/a1241e/a1241e00.pdf>

Fabricant, N., & Postero, N. G. (2015). Indigenous peoples and the TIPNIS road: Mobilizing against infrastructure in Bolivia. *Latin American Perspectives*, 42(5), 176–190. <https://doi.org/10.1177/0094582X15593559>

Farhadinia, M. S., et al. (2019). Road expansion threatens the Asiatic cheetah in Iran. *Cat News*, 69, 22–24. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.CATNEWS.69.22.en>

Figueroa, R., Stucchi, M., & Rodríguez, D. (2016). Modeling of Andean bear (*Tremarctos ornatus*) distribution in the dry forest of Marañón (Peru). *Therya*, 7(1), 21–35. <https://doi.org/10.12933/therya-16-304>

Freitas, S. R., Silva, D. J., & Brito, D. (2015). Roadkill of vertebrate species in the Brazilian Amazon: A spatial analysis using kernel density estimation. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 611–618. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.15213>

GOFC-GOLD (2017). A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring Essential Biodiversity Variables in Tropical Forests with Remote Sensing, Report UNCBD COP-13. ed, null. OFC-GOLD Land CoverProject Office, Wageningen University. <https://doi.org/null>

González-Ávila, S., Ortega, E., Martín, B. (2023). Multiscale fragmentation of forest types in Spain. *For Ecol Manage* 546, 121317. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121317>

Hargis, C.D., Bissonette, J.A., David, J.L., 1998. The Behavior of Landscape Metrics Commonly Used in the Study of Habitat Fragmentation. *LandscEcol* <https://doi.org/10.1023/a:1007965018633>

Hou, Y., Wang, L., Li, Z., Ouyang, X., Xiao, T., Wang, H., & Nie, X. (2024). Landscape fragmentation and regularity lead to decreased carbon stocks in basins: Evidence from century-scale research. *Journal of Environmental Management*, 367, 121937.

Instituto Nacional de Biodiversidad; Fundación Ecominga; Sumak Kawsay In Situ; Waska Amazonía (2023). Anfíbios y Reptiles del Corredor Ecológico Llanganates-Sangay. Serie de Publicaciones INABIO, Publicación Miscelánea N.o 17. WWF, Quito, Ecuador. ISBN 978-9942-620-06-04.

Laurance, W. F., Goosem, M., & Laurance, S. G. W. (2009). Controlling access to oil roads protects forest cover, not wildlife. *Ecological Applications*, 19(6), 1368–1379. <https://doi.org/10.1890/08-1457.1>

Malekian, M., et al. (2019). Road infrastructure and gazelle habitat loss in western Iran. *Ecological Indicators*, 106, 105456. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105456>

MAG, MAATE, FAO, GSP, Andes Resilientes, Embajada de Suiza en Ecuador, HELVETAS, Fundación Avina, 2021. Mapeo digital de Carbono Orgánico en los Suelos del Ecuador, 2da edición. Quito, Ecuador. Obtenido de: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>

McGarigal, Kevin, Cushman, S., 2012. FRAGSTATS v4: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. University of Massachusetts, Amherst.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural. Available: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSIS-TEMAS-ECUADOR_2.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. SubSistema Patrimonio de Áreas Naturales del Estado. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2018). Carbono por estrato de bosque. Quito, Ecuador. Obtenido de: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2022). Ficha técnica del Parque Nacional Llanganates. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2025). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Quito, Ecuador.

Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation*, 6(4), 567–581. <https://doi.org/10.1023/A:1018385312752>

Reyes-Puig, J. P.; Ríos-Alvear, G.; Bentley, A. G. (2024). Mamíferos grandes y medianos del Corredor de Conectividad Llanganates-Sangay. Serie de Publicaciones INABIO, Publicación Miscelánea N.º 20. Instituto Nacional de Biodiversidad, Fundación Ecominga, Fundación Óscar Efrén Reyes, Waska Amazonía & WWF, Quito, Ecuador. ISBN 978-9942-620-11-8.

Sadeghi, Y., Pourmanafi, S., & Arzani, H. (2021). A new analysis approach for long-term variations of forest loss, fragmentation, and degradation resulting from road-network expansion using Landsat time-series and object-based image analysis. *Land Degradation & Development*, 32(3), 1335–1346. <https://doi.org/10.1002/ldr.3530>

Santos, J. L., et al. (2020). Habitat use and activity of mammals in fragmented landscapes.

Biological Conservation, 242, 108405. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108405>

Salimova, B. D., Hudaykulov, R. M., Mahmudova, D. A., Abdullaev, K. D., & Xayitov, X. X. (2024). Methods of stabilization of mountain slopes near highways against landslides. En *E3S Web of Conferences*, 525, 01004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452501004>

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2007). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Complejo Llanganati (Sitio Ramsar N.º 1780). Ramsar Sites Information Service. <https://rsis.ramsar.org/ris/1780?language=es>

Southworth, J., Nagendra, H., Tucker, C.M., 2002. Fragmentation of a Landscape: incorporating landscape metrics into satellite analyses of land-cover change. *Landsc Res.* <https://doi.org/10.1080/01426390220149511>

Teixeira, F. Z., Coelho, A. V. P., Esperandio, I. B., & Kindel, A. (2013). Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. *Biological Conservation*, 157, 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.006>

Thiollay, J. M. (1997). Responses of an avian community to rainforest degradation. *Conservation Biology*, 11(2), 447–459. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96007.x>

United Nations Environment Programme (UNEP) (2023). Pricing Forest Carbon. Nairobi. ISBN No: 978-92-807-4013-4

Uuemaa, E., Antrop, M., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., Mander, Ü., 2009. Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research. *Living Reviews in Landscape Research*. <https://doi.org/10.12942/lrlr-2009-1>

Vergara, D.G., Lasco, R., Walker, R., ..., 2021. Fragmentation Trajectories as a Review of Existing and Proposed Single-valued Fragmentation Indices. *Journal of ...*

Wang, X., Blanchet, F.G., Koper, N., 2014. Measuring habitat fragmentation: Anevaluationoflandscapepatternmetrics. *Methods Ecol Evol*. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12198>

Lamine, S., Petropoulos, G.P., Singh, S.K., Szabó, S., Bachari, N.E.I., Srivastava, P.K., Suman, S., 2018. Quantifying land use/land cover spatio-temporal landscape pattern dynamics from Hyperion using SVMs classifier and FRAGSTATS®. *Geocarto Int*. <https://doi.org/10.1080/10106049.2017.1307460>

Li, H., Wu, J., 2004. Use and misuse of landscape indices. *Landsc Ecol* 19, 389–399. <https://doi.org/10.1023/B:LAND.0000030441.15628.d6>

Tirira D. 2007. Guía de Campo de Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.

Trombulak, S. C., & Frissell, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, 14(1), 18-30.

UNFCCC, 2023. Sharm el-Sheikh dialogue on the scope of Article 2, paragraph 1(c), of the Paris Agreement and its complementarity with Article 9 of the Paris Agreement. FCCC/PA/CMA/2023/7/Rev.1

Vogt Peter, 2016. User Guide of GuidosToolbox.

Vogt, P.M., Riitters, K.H., 2017. GuidosToolbox: universal digital image object analysis. *Eur J Remote Sens*. <https://doi.org/10.1080/22797254.2017.1330650>

Weerakoon, D. K., & Gunawardene, N. R. (2008). An assessment of road impacts on wildlife populations in U.S. national parks. *Environmental Management*, 42(3), 478–490. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9112-8>

Young, B., Young, K. R., & Josse, C. (2011). Vulnerability of tropical Andean ecosystems to climate change. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. SCOPE, IAI, 170-181.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Censo Nacional de Población y Vivienda 2022: Resultados definitivos. Quito Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda-2022/>.

Lessmann, J. F. (2016). Large expansion of oil industry in the Ecuadorian Amazon: biodiversity vulnerability and conservation alternatives. *Ecology and Evolution*, 6(14), 4997-5012.

Muratorio, Blanca. 1987. Rucuyaya Alonso y La Historia Social y Económica Del Alto Napo, 1850 - 1950. 1.ed. Abya-Yala.

PDOT GAD Salcedo. 2024. Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Salcedo 2024 – 2027. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salcedo. Administración 2023-2027.

Rivera, F. (1999). Cambios en las estrategias campesinas de vida: el caso de Salcedo-Ecuador. CLACSO-CODESRIA (Comp.). Estrategias de supervivencia y seguridad alimentaria en América Latina y en África, 28-55.

Sierra, R. C. (2021). Informe sobre el estado de conservación de los bosques del Ecuador 1990-2021. Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador y Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Vandegrift, R. D. (2018). The extent of recent mining concessions in Ecuador. Rainforest Information Center.

Uzendoski, M. (2005). The Napo Runa of Amazonian Ecuador. Urbana & Chicago: University of Illinois Press.



Anexo 1. Resumen de la revisión bibliográfica de los impactos de la construcción de una carretera en una áreas protegidas y bosques tropicales

Título	Tipo de Impacto	Resultado clave	Cita
Evaluación del ciclo de vida de la construcción de una carretera sin pavimentar en un área de bosque tropical lluvioso no perturbado en las cercanías del Parque Nacional del Manu, Perú	Ecológico – pérdida de hábitat y conectividad	La apertura de carreteras en selvas primarias genera hasta 3,3 veces más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que una vía urbana promedio. El 90% de estas emisiones provienen del cambio de uso del suelo, no de la construcción per se, revelando su rol como motor silencioso de transformación ambiental.	Giljum, S., & Jungmeier, G. (2016)
Un nuevo enfoque de análisis para las variaciones en la cobertura vegetal por efecto de la infraestructura vial	Ecológico – fragmentación del hábitat y declive de especies	Las carreteras en zonas áridas provocan una reducción de más del 50% en la cobertura vegetal, incrementa la fragmentación del paisaje y aceleran procesos de desertificación. Se evidenció un deterioro funcional del ecosistema, afectando la resiliencia a largo plazo.	Sadeghi, Y., Pourmanafi, S., & Arzani, H. (2021)
Evaluación del alcance y los impactos de la infraestructura lineal sobre áreas protegidas en Sri Lanka	Ecológico y social – debilitamiento de áreas protegidas	El 50% de las áreas protegidas evaluadas están afectadas por infraestructura vial. Las carreteras erosionan la efectividad ecológica de estas áreas, provocando pérdida de biodiversidad, fragmentación y reducción de la gobernanza territorial.	Weerakoon, D. K., & Gunawardene, N. R. (2008).
Concentración de las perturbaciones antropogénicas inducidas por caminos en ecosistemas boreales de Canadá	Ecológico – pérdida de resiliencia, acumulación de presiones humanas	Las vías generan una acumulación de impactos que disminuyen la capacidad de recuperación de los ecosistemas boreales. Se documenta pérdida significativa de hábitats y cambios en la dinámica natural de fauna como alces, zorros y aves migratorias.	Cuesta, F., Peralvo, M., & Wilson, M. (2023)

Título	Tipo de Impacto	Resultado clave	Cita
Las alcantarillas de drenaje como vínculos de conectividad en paisajes fragmentados por carreteras	Ecológico – conectividad limitada, mitigación parcial	Las alcantarillas pueden facilitar el cruce de especies pequeñas, pero no restauran la conectividad funcional del paisaje. Su efectividad depende del tamaño, forma y ubicación, siendo insuficientes como única estrategia de mitigación.	Clevenger, A. P., Chruszcz, B., & Gunson, K. E. (2001).
Patrones de ocupación del hábitat y tasa de actividad de mamíferos en paisajes fragmentados	Ecológico – alteración de comportamiento y reducción de diversidad funcional	Las carreteras reducen la diversidad funcional de los mamíferos al modificar sus patrones de actividad y ocupación. Se observan disminuciones significativas en la presencia de especies sensibles, como armadillos y coatis, en zonas con alta densidad vial.	Santos, J. L., et al. (2020)
Influencia de la fragmentación forestal en la abundancia invernal de mamíferos	Ecológico – pérdida de especies sensibles	En áreas cercanas a carreteras, se detectó una reducción en la abundancia invernal de al menos cinco especies de mamíferos, incluyendo zorros, ciervos y comadrejas. Esto evidencia la sensibilidad de estas poblaciones a la fragmentación vial.	Bélisle, M., & St. Clair, C. C. (2001).
Impactos a escala del paisaje de la infraestructura vial sobre ungulados vulnerables	Ecológico – pérdida de hábitat y modificación n del uso espacial	La infraestructura vial ha reducido en un 14% el hábitat funcional de especies como la gacela (Gazella subgutturosa), provocando cambios en sus patrones de desplazamiento y uso del paisaje. Se identifican efectos indirectos acumulativos.	Malekian, M., et al. (2019).
Índices de desempeño para estructuras de cruce de fauna	Ecológico – mitigación parcial de atropellamientos	Las estructuras de cruce con mayor ancho y altura son significativamente más utilizadas por grandes mamíferos como venados y tapires. El diseño estructural es determinante para la eficacia ecológica de estos pasos.	Clevenger, A. P., & Huijser, M. P. (2011).

Título	Tipo de Impacto	Resultado clave	Cita
Respuestas de evitación de carreteras detectadas con monitoreo regional	Ecológico – pérdida funcional de hábitat por evitación	La fauna silvestre evita las zonas cercanas a carreteras, incluso si el hábitat parece adecuado. Esto reduce drásticamente el uso efectivo del territorio y genera una pérdida funcional de grandes extensiones.	Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997).
Incendios en la Amazonía brasileña: un modelo espacialmente explícito para el análisis del impacto de las políticas	Ecológico – deforestación inducida, incendios forestales	La expansión vial promueve incendios forestales al facilitar el acceso humano. El modelo muestra que caminos no asfaltados incrementan la deforestación indirecta, especialmente donde se superponen intereses agrícolas, provocando la pérdida acelerada del bosque amazónico.	Arima, E. Y., Walker, R. T., Perz, S. G., & Caldas, M. M. (2007).
¿No hay planeta para los simios? Áreas y especies prioritarias globales afectadas por infraestructuras lineales	Ecológico – fragmentación de hábitat de primates	El 57% de los hotspots de primates del mundo (como Ateles y Cebus) coinciden con áreas aún sin carreteras. Su apertura podría reducir hasta un 40% del hábitat viable, comprometiendo la conservación de estas especies.	Ascensão, F., Fahrig, L., Cleverger, A. P., et al. (2022).
Atropellamientos de especies de vertebrados en carreteras del Bosque Atlántico	Ecológico – mortalidad directa por atropellamientos	La tasa de atropellamientos de vertebrados en la Mata Atlántica supera los 100 individuos/km/año. Entre las especies afectadas se encuentran tamandúas, zorros y reptiles, subrayando la necesidad urgente de medidas de mitigación.	Teixeira, F. Z., Coelho, A. V. P., Esperandio, I. B., & Kindel, A. (2013).
Con la aparición de carreteras, la población de jaguares disminuye	Ecológico – pérdida de especies clave	La densidad de jaguares (Panthera onca) es hasta 18 veces menor en áreas cercanas a carreteras. El acceso vehicular favorece la caza furtiva, la fragmentación y el colapso funcional de su hábitat.	Cullen, L., Jr., Bodmer, R. E., & Valladares-Pádua, C. (2001).

Título	Tipo de Impacto	Resultado clave	Cita
Características del paisaje y las carreteras vinculadas a la mortalidad de la fauna silvestre en la Amazonía	Ecológico – aumento de atropellamientos por diseño vial	Las zonas abiertas y de alta velocidad muestran mayor incidencia de atropellamientos. El estudio recomienda adaptar el diseño de las carreteras y establecer limitaciones de velocidad para reducir la mortalidad de fauna.	Freitas, S. R., Silva, D. J., & Brito, D. (2015).
Modelación de la distribución del oso andino en el bosque seco del Marañón	Ecológico – pérdida de conectividad para especies en peligro	El modelo espacial mostró que sólo el 7.4% del hábitat del oso andino (Tremarctos ornatus) en el bosque seco del Marañón permanece funcional debido a la fragmentación vial. Las carreteras comprometen su movilidad y supervivencia a largo plazo.	Figuerola, R., Stucchi, M., & Rodríguez, D. (2016).
Controlar el acceso a las carreteras petroleras protege la cobertura forestal, no la fauna silvestre	Ecológico – alteración de comunidades faunísticas	Aunque el control del acceso reduce la deforestación, las comunidades de fauna se ven alteradas. La sola presencia de caminos genera presión sobre mamíferos medianos y grandes, incluso sin asentamientos humanos permanentes.	Laurance, W. F., Goosem, M., & Laurance, S. G. W. (2009).

8

Análisis demográfico,
socio-económico
y cultural en el
área de influencia
de la carretera
Salcedo-Tena

David Suárez y José Egas

Fundación Pumamaqui.

Definición del Área de Influencia e Impacto Social

El área de influencia del proyecto vial Salcedo-Tena se ha delimitado distinguiendo un área de impacto directo y un área de impacto indirecto. En términos sociales, el impacto directo comprende a las poblaciones, parroquias y comunidades asentadas a lo largo del trazado propuesto y zonas de interconexión, incluyendo aquellas próximas al Parque Nacional Llanganates que verían alteradas sus dinámicas socio-económicas y culturales por la construcción de la carretera. Por su parte, el área de influencia indirecta abarca las ciudades y poblaciones de la microrregión Sierra Centro y del piedemonte amazónico en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua (Sierra) y Napo, Pastaza (Amazonía).

Este análisis se centra en caracterizar el área de impacto directo, dividida analíticamente en dos zonas principales: la Zona Alta o interandina, correspondiente al cantón Salcedo (parroquias rurales Mulliquindil Santa Ana y la parroquia urbana San Miguel, en la provincia de Cotopaxi), y la Zona Baja o de piedemonte amazónico, correspondiente a la parroquia Tala del cantón Tena (provincia de Napo). A continuación, se sintetizan los principales rasgos demográficos, económicos, sociales y culturales de ambas zonas, destacando el papel estratégico del Parque Nacional Llanganates, para finalmente analizar los impactos socio-económicos y culturales potenciales de la carretera en el área de influencia directa.

1 Zona Alta: Cantón Salcedo (Región Interandina). Una caracterización indispensable

Localización y contexto geográfico. El cantón Salcedo se ubica en el centro-norte de la Sierra ecuatoriana, ocupando parte del valle interandino y las estribaciones orientales y occidentales de la cordillera andina. Comprende una cabecera cantonal (parroquia urbana San Miguel) y cuatro parroquias rurales (Mulalillo, Cusubamba, Panzaleo, Mulliquindil) distribuidas entre el valle intermedio y los flancos montañosos. Esta ubicación estratégica, en la hoya interandina entre Latacunga y Ambato, con suelos fértiles, convirtió históricamente a Salcedo en un núcleo agrícola abastecedor de pueblos vecinos y en un espacio clave dentro de las dinámicas económicas de Cotopaxi (Ramon 2007).



Síntesis histórica. Durante la Colonia, Salcedo (entonces San Felipe) fue reconocido por su productividad en trigo, cebada, maíz y legumbres, articulado a haciendas y obrajes locales. Entre los siglos XVII–XVIII la población estuvo marcada por una mayoría indígena (75–80%) organizada en comunidades bajo cacicazgos locales. El control de la tierra y la mano de obra indígena por parte de élites criollas e indígenas de linaje (familias Sancho Hacho, Hati, Cando, Chicaiza, según Ramón (2007) definió una estructura socio-económica basada en haciendas y parcialidades. Tras la crisis de los obrajes textiles en el siglo XVII, muchas manufacturas fueron absorbidas por haciendas, consolidando un modelo agro-exportador (obraje–hacienda) con relaciones de servidumbre (huasipungo). En el siglo XIX las haciendas de Salcedo orientaron su producción hacia la ganadería y especialmente la lechería, aprovechando pastizales abundantes y la llegada del ferrocarril Quito–Guayaquil (1908) que facilitó colocar leche, quesos y ganado en mercados de la Sierra y Costa. Sin embargo, estos beneficios se concentraron en las haciendas con mejor infraestructura y tierras, mientras la mayoría campesina indígena permaneció en minifundios de subsistencia. Esta continuidad histórica —tierra y recursos concentrados en élites, población rural indígena sustentando la producción agropecuaria— explica problemas actuales como la minifundización, presión sobre recursos naturales y la centralidad persistente de la agricultura familiar en la economía local.

Dinámica demográfica y socio-económica. Salcedo contaba con 67.493 habitantes según el censo 2022, de los cuales un 75,2% residen en zonas rurales y 24,8% en la cabecera urbana San Miguel. Si bien la población cantonal sigue siendo mayoritariamente rural, se ha observado un marcado crecimiento urbano en San Miguel, cuya participación pasó de ~19% a 24,8% del total poblacional entre 2001 y 2022.



Esta urbanización responde a la expansión de servicios públicos, educación, salud, vialidad y comercio en la cabecera cantonal, consolidando su rol como nodo de intercambio y de provisión de servicios para las comunidades rurales circundantes. La población es predominantemente joven: cerca del 49% tiene menos de 30 años, mientras solo un 14% supera los 60 años. Esto sugiere una amplia base de población activa, aunque plantea retos en atención a la población adulta mayor.

En el ámbito económico, Salcedo sigue siendo un cantón eminentemente agropecuario. Más de la mitad (55,9%) de su territorio es superficie agrícola cultivada; de esta, casi dos tercios son pastos dedicados a ganadería bovina, reflejando la importancia de la producción lechera como eje de la economía rural local. Se estima una producción lechera de ~175.931 litros diarios (PDOT GAD Salcedo 2024), habiendo sido la ganadería una estrategia de refugio económico en las últimas décadas frente a la volatilidad de precios de cultivos tradicionales. Los principales cultivos transicionales incluyen papa, maíz suave, habas y cebada, aunque en porcentajes mucho menores que los pastos, evidenciando la especialización ganadera. La Población Económicamente Activa (PEA) del cantón (44.165 personas en 2022) muestra una distribución diversificada: 20,4% en servicios, 17,5% en agricultura y 8,5% en comercio, quedando la manufactura en apenas 5,1%. No obstante, entre 2010 y 2022 se registró un importante descenso (-33,9%) en la participación de la PEA agrícola, reflejo de la simplificación de las estrategias de vida rurales: muchos pequeños productores han abandonado cultivos poco rentables (papa, maíz, fréjol) en favor de la ganadería lechera o emigrado hacia empleos de servicios en el área urbana.



El empleo en servicios ha crecido en torno a la consolidación de San Miguel como ciudad intermedia; de hecho, más del 56% de la PEA cantonal se concentra en la parroquia urbana San Miguel. En contraste, la parroquia rural de Mulliquindil Santa Ana –parte del área de influencia directa del proyecto– mantiene una economía marcadamente agraria (42% de su fuerza laboral ocupada en agricultura y 27,6% en la construcción), con escasa presencia de comercio o industria local, lo que evidencia su dependencia de actividades primarias.

Estructura agraria y medio ambiente. La organización agroecológica de Salcedo presenta una heterogeneidad interna. De acuerdo a lo postulado por Rivera, (Rivera, 1999) se distinguen tres sub-zonas productivas: (a) la zona central de valle interandino, de minifundios familiares orientados al autoconsumo con alta migración temporal; (b) la zona occidental, de suelos húmedos con limitaciones de riego, dedicada a papa y cebada con parcelas pequeñas (2-4 ha) y presencia de algunas haciendas ganaderas y florícolas que generan empleo rural; (c) la zona oriental, provista de riego, donde las fincas familiares son algo mayores (4-8 ha) y combinan cultivos comerciales (papa, ajo) con ganadería lechera, tendiendo hacia una especialización pecuaria conforme la agricultura pierde rentabilidad. En las parroquias del área de influencia directa de la carretera (Mulliquindil y parte de Cusubamba) predominan pequeños productores minifundistas en laderas de suelos frágiles, que cultivan para el mercado interno a la par que mantienen pastizales en zonas altas. Un proceso notable ha sido la expansión de la frontera agrícola hacia los páramos de la zona de amortiguamiento del Parque Llanganates, fenómeno reportado ya en los años 2000 por conflictos socio-ambientales incipientes. Datos de riego evidencian que entre 2015 y 2018 la superficie bajo riego en Cusubamba–Mulliquindil aumentó de

~2.747 ha a ~4.467 ha (PDOT Salcedo., 2024) reflejando la continua conversión de pajonales de páramo en tierras agrícolas. Este avance agropecuario sobre ecosistemas frágiles plantea riesgos de erosión, pérdida de biodiversidad y compromete la regulación hídrica regional.

Por otro lado, Salcedo se integra en los circuitos de mercado regionales de la Sierra central. El principal mercado de acopio está en la cabecera cantonal San Miguel, articulado por la vía E35 (Panamericana) con Latacunga, Ambato y Quito, e incluso con salidas hacia la Costa y la Amazonía. Cooperativas de transporte conectan las comunidades rurales con este mercado central, mientras pequeños mercados parroquiales cumplen un rol secundario para abastecimiento local. En las últimas dos décadas San Miguel ha experimentado un intenso crecimiento urbano (de ~26.900 a ~39.100 habitantes) y densificación alrededor de la carretera Panamericana. Esto se atribuye a su cercanía a Latacunga (15 minutos) y a la disponibilidad de oportunidades laborales en el dinámico corredor agroindustrial Latacunga-Lasso (floricultura, lácteos, cárnicos), además de un clima benigno y menor costo de vida relativo. Consecuentemente, San Miguel se ha consolidado como un polo de servicios urbanos (educación, salud, banca) y de pequeñas industrias (lácteos, artesanías alimenticias, como los tradicionales helados de Salcedo), brindando soporte a la economía rural circundante.

Cadenas de valor y emprendimientos locales. La matriz productiva de Salcedo combina tradiciones agrarias con agroindustrias emergentes. Entre las cadenas tradicionales destacan la lechera – Salcedo forma parte de la cuenca lechera de la Sierra centro, con numerosos pequeños y medianos productores que proveen a queserías locales y plantas pasteurizadoras regionales– y la fruticultura interandina (mora, taxo, tomate de árbol, babaco), cuyos cultivos se integran a

circuitos provinciales. Coexisten también emprendimientos familiares e industrias locales que diversifican la economía: fábricas de helados y lácteos artesanales, agroindustrias de brócoli y flores de exportación en la periferia cantonal, y talleres de cerámica y tejido a pequeña escala. Esta diversificación, aunque limitada en escala, ha permitido agregar valor localmente a la producción primaria. Sin embargo, el cantón aún enfrenta desafíos para industrializar su producción rural a mayor escala y para retener la mano de obra joven, que a menudo migra en busca de oportunidades en ciudades mayores.

8.2 Importancia Estratégica del Parque Nacional Llanganates en Cotopaxi

El Parque Nacional Llanganates (PNL), localizado en la zona montañosa oriental de Cotopaxi (límite con Tungurahua, Napo y Pastaza), es un componente fundamental del territorio analizado. Su conservación tiene una importancia estratégica multifacética para la configuración socio-económica y cultural de la Zona Alta (cantón Salcedo) y áreas aledañas.

En primer lugar, Llanganates provee seguridad hídrica al regular las cuencas: sus extensos páramos y lagunas de alta montaña actúan como esponjas que almacenan agua en épocas húmedas y liberan caudales gradualmente en épocas secas. Esto controla crecidas y asegura flujos constantes, cruciales para la agricultura y agroindustria de Salcedo que dependen de estabilidad hídrica. De hecho, más de 60 lagunas del PNL alimentan diez ramales de riego que abastecen a las parroquias San Miguel y Mulliquindil, constituyendo una infraestructura natural de riego indispensable para la microregión. La conservación del parque funciona, así como un “seguro ecológico-productivo” para Salcedo, protegiendo la base hídrica de su economía agraria.

En segundo lugar, Llanganates resguarda una alta biodiversidad y contribuye a la resiliencia climática. Es hábitat de especies emblemáticas y amenazadas como el oso andino y el tapir de montaña, y forma parte del Corredor de Conectividad Llanganates-Sangay, que permite el flujo génico de fauna y la adaptación de ecosistemas frente al cambio climático. Mantener esta conectividad es vital para la resiliencia de los sistemas naturales que sostienen las actividades humanas locales.



Tercero, el PNL reduce los riesgos de desastres naturales. Sus páramos y bosques andinos ayudan a estabilizar laderas, reducir la erosión y amortiguar la esorrentía de lluvias. Estos servicios ecosistémicos disminuyen la incidencia de deslizamientos, inundaciones y daños a infraestructura aguas abajo, evitando costos sociales y económicos significativos en la región. La conservación del parque actúa, en este sentido, como una política natural de prevención ante amenazas geoclimáticas.



Cuarto, Llanganates constituye un capital natural para el desarrollo territorial. Los servicios hídricos ya mencionados, la captura de carbono en sus bosques y el potencial turístico de sus paisajes únicos son activos económicos de largo plazo. La pérdida o deterioro de estos activos implicaría una disminución de la competitividad territorial y mayores costos financieros para reemplazar sus funciones (por ejemplo, construcción de represas o sistemas de tratamiento de agua). En contraste, mantener intacto este capital natural sustenta actividades productivas (riego agrícola, provisión de agua potable), abre oportunidades de ecoturismo y evita inversiones costosas en infraestructura de compensación.

Finalmente, desde la perspectiva institucional, Llanganates ofrece una plataforma de gobernanza y ordenamiento territorial. Su estatus como Parque Nacional y sitio Ramsar (humedal de importancia internacional) provee un marco jurídico robusto para la gestión del territorio. Esto permite al cantón Salcedo alinear su planificación de desarrollo (Plan De Ordenamiento Territorial) con criterios de conservación, acceder a recursos de cooperación internacional y financiamiento climático, y fortalecer la participación local en la protección de su patrimonio natural. En suma, la conservación de Llanganates no es solo un tema ambiental, sino un eje transversal de sostenibilidad socio-económica: garantiza agua, clima estable, biodiversidad, suelo fértil, atractivos turísticos e identidad cultural (pues el paisaje andino y los valores naturales del parque están imbricados en la memoria e imaginario locales).

9. Zona Baja: Alto Napo y Parroquia Tala (Piedemonte Amazónico)

Localización y entorno ambiental. La parroquia Tala se sitúa en el Alto Napo, en la región amazónica del Ecuador. La provincia de Napo, donde se ubica, abarca 12.504 km² desde las tierras bajas tropicales hasta las altas cumbres andinas (~400 a 5.700 m s.n.m.), presentando una extraordinaria gradiente altitudinal y ecosistémica. Esta variedad de pisos climáticos representa una gran biodiversidad por lo que Napo forma parte de los "hotspots" megadiversos del planeta. A diferencia de regiones serranas y costeras fuertemente transformadas, Napo conserva aún la mayor parte de su cobertura natural: hacia 2018 alrededor del 91% de su superficie mantenía bosques nativos, y hasta 2021 alrededor del 85% de la región amazónica ecuatoriana permanecía bajo cobertura natural (Sierra, 2021). Gran parte de este territorio está bajo regímenes de conservación: aproximadamente el 71% de la provincia de Napo está incluido en áreas protegidas del Sistema Nacional (SNAP) (Parques Nacionales como Llanganates –que cubre una porción sur-occidental de Napo–, Sumaco Napo-Galeras, Antisana, etc.), en bosques protectores y en la Reserva de Biósfera Sumaco. La parroquia Tala colinda al oeste con el Parque Llanganates y forma parte de su zona de amortiguamiento, mientras hacia el este se extienden bosques comunitarios y territorios indígenas. Este contexto confiere a Tala un entorno de alta integridad ecológica, pero a su vez vulnerable ante la apertura de vías de acceso que puedan facilitar la colonización o actividades extractivas.

Reseña histórico-cultural. Tala y el Alto Napo en general se enmarcan en el territorio ancestral de los Napo Runa, pueblo kichwa amazónico que ha experimentado siglos de interacción y resistencia frente a la colonización. Desde la época colonial, las poblaciones de

Tena y Archidona fueron incorporadas a encomiendas y misiones, sufriendo drásticas reducciones demográficas y pérdida de autonomía. Durante el siglo XIX y primera mitad del XX, la economía regional se enlazó con sucesivas olas extractivas (fiebre del oro, caucherías, y más tarde explotación petrolera), lo que implicó la subordinación de la mano de obra indígena en sistemas de concertaje y peonazgo por deudas. Documentos históricos muestran cómo los Napo Runa fueron atrapados en relaciones de trabajo forzado; en Tala, la figura del carguero y del peón cauchero pervive en la memoria como símbolos de esa subordinación colonial y republicana temprana (Muratorio 1987).

Sin embargo, la respuesta indígena no fue de simple asimilación. Las comunidades naporuna desplegaron estrategias de resistencia y adaptación: algunas físicas (huidas a zonas remotas, sabotaje a explotaciones), otras simbólicas y culturales. Como señala Muratorio (1987), lo que se resistía no eran solamente las relaciones económicas, sino también los ataques a la identidad social y a la dignidad étnica. En Tala y sus alrededores, la oralidad, los rituales y el chamanismo reconfiguraron mitos y memorias colectivas para contrarrestar el poder colonial, preservando valores y narrativas propias. Hasta hoy, las comunidades de la parroquia Tala mantienen una fuerte cohesión basada en vínculos de parentesco, reciprocidad (randi randi) y prácticas culturales compartidas. Según Uzendoski (2016), para los Napo Runa el valor principal es de naturaleza social antes que económica, anclado en la reciprocidad y la fuerza vital comunitaria (samai). Tálag se reconoce como un espacio de linajes históricos (Andi, Cerda, Shiguango, entre otros) ligados a migraciones antiguas desde Archidona y Tena en busca de nuevas chacras, caza y pesca. Estas redes familiares estructuran alianzas y relaciones locales que han dado continuidad a la identidad

runa pese a las presiones externas. La memoria colectiva recuerda a ancestros cargueros y shamanes que respondieron con dignidad y astucia a la dominación. En la actualidad, las comunidades Kichwas de Tálag enfrentan el desafío de articular su economía híbrida —basada en chacras agroforestales, caza, pesca, pequeñas plantaciones de café y cacao, y migración laboral temporal hacia ciudades— con la necesidad de preservar sus prácticas culturales y el idioma Kichwa. La continuidad de la memoria histórica y el fortalecimiento organizativo (cabildos, asociaciones comunitarias) son recursos cruciales para sostener su identidad en un contexto de crecientes influencias externas.

Características demográficas. El cantón Tena (capital provincial) tiene una población de ~80.816 habitantes, mientras la parroquia rural Tálag alberga apenas 3.528 habitantes, equivalentes a ~4,3% de la población cantonal (INEC, 2023). La distribución por sexo en Tálag es perfectamente equilibrada (1.764 hombres y 1.764 mujeres). Tálag destaca por su composición étnica predominantemente indígena: el 97,8% de sus habitantes se autoidentifican como indígenas (nacionalidad Kichwa Napo Runa), con solo minorías ínfimas de mestizos (57 personas), afrodescendientes (6 personas) u otros grupos. En comparación, en el conjunto del cantón Tena cerca del 67% de la población se identifica como indígena y ~30% como mestiza, reflejando que la identidad kichwa sigue siendo mayoritaria en la zona, aunque con mayor diversidad étnica en la ciudad de Tena. La población de Tálag es joven en estructura, de forma similar al patrón cantonal: se observa una alta proporción de niños y adolescentes, mientras los adultos mayores representan un porcentaje reducido (apenas unas pocas decenas de personas superan los 75 años).

Esto sugiere una dinámica demográfica de alta natalidad y migración limitada, pero también implica la necesidad de servicios básicos acordes a una población mayoritariamente infantil y juvenil.

En cuanto a educación, los datos censales recientes muestran que en Tálag unos 1.571 habitantes (~45% de su población total) asistían a alguna modalidad educativa formal, concentrados sobre todo en la educación básica (881 personas) y bachillerato (296 personas), mientras solo 56 personas cursaban educación técnica o tecnológica y apenas 2 habían alcanzado posgrados. Esto contrasta con el cantón Tena en conjunto, donde existe una mayor proporción de población con estudios superiores. La brecha educativa sugiere desafíos para el acceso a la educación terciaria entre la juventud de Tálag, probablemente vinculados a barreras económicas, geográficas o de pertinencia cultural de la oferta educativa.

Estructura productiva local. La economía de Tálag está fuertemente entrelazada con la del cantón Tena, aunque con particularidades. Tena en su conjunto presenta una vocación agroforestal y turística de base comunitaria Kichwa. Los planes de desarrollo (PDOT) tanto cantonales como parroquiales convergen en priorizar actividades de bioeconomía: producción de cacao fino de aroma y café bajo sombra, cultivo de frutales amazónicos (guayusa, naranjilla, arazá, chonta), piscicultura a pequeña escala, aprovechamiento sostenible de madera y productos no maderables, y turismo de naturaleza y cultural (ej. rutas eco-turísticas en Misahuallí, río Jatunyacu, cavernas de Jumandy).

Estas actividades se basan en gran medida en el sistema tradicional *chakra* (agroforestería diversificada Kichwa), que integra cacao, guayusa, frutales y cultivos de subsistencia bajo el bosque, combinando conservación y producción. Iniciativas como la Asociación Kallari (que agrupa ~850 familias productoras) y la Ruta Agroproductiva de la Guayusa buscan articular la producción comunitaria con la transformación local, el comercio justo y el agroturismo, agregando valor en origen. Se trata de impulsar una economía circular donde los activos naturales, la identidad cultural y la generación de ingresos se refuercen mutuamente. Por ejemplo, la calidad del agua y la estabilidad climática vinculadas a bosques como Llanganates inciden directamente en los rendimientos del cacao y del guayusa (afectando la fermentación, secado y calidad del producto final), así como en el atractivo escénico que sustenta las experiencias de turismo comunitario.

Tálag, como parroquia, aporta a esta visión con su propia planificación local: el PDOT parroquial (2023–2027) plantea metas concretas como aumentar en 20% la producción de cacao fino certificado y duplicar los emprendimientos de turismo comunitario hacia 2027. Asimismo, busca conservar al menos 80% de su cobertura forestal y establecer áreas comunitarias de conservación, en línea con la cosmovisión kichwa de respeto a la selva. Estas metas locales se articulan con el PDOT cantonal de Tena que promueve la diversificación económica (ecoturismo, agroindustria de cacao-café, piscicultura, servicios) y la consolidación de corredores ecológicos para reducir la deforestación. En síntesis, el modelo de desarrollo en Tálag/Tena se orienta hacia una bioeconomía sustentable: fortalecer cadenas agroforestales (cacao, café, guayusa, frutales) con valor agregado local, expandir el turismo comunitario e inclusivo, y proteger los bosques y cuencas hídricas como garantía de

largo plazo. Esto refleja un alineamiento entre las aspiraciones de la comunidad de Tálag y las políticas cantonales, especialmente relevante ante la eventual apertura de una carretera interregional que podría modificar drásticamente las dinámicas ambientales, económicas y sociales de la zona.

9.1 Importancia Estratégica de la Conservación de Llanganates para la estructura socio-económica y cultural en Napo

Biodiversidad y agua. El Parque Nacional Llanganates (PNL) es un macro-reservorio andino-amazónico con ecosistemas altoandinos, turberas y bosques montanos de altísimo endemismo. Está reconocido como IBA (Área Importante para Aves) y su zona altoandina es Sitio Ramsar desde 2008; provee regulación hídrica y calidad de agua para miles de personas río abajo en la cuenca del Napo, donde se inserta Tena.

Conectividad ecológica regional. Llanganates es pieza del Corredor de Conectividad Llanganates–Sangay (CELS) declarado por el MAATE en 2023, que busca mantener flujos de fauna, resiliencia climática y alternativas económicas positivas (bioemprendimientos, turismo de naturaleza). La pérdida de conectividad elevaría riesgo de extinción local y degradación de servicios ecosistémicos.

Riesgos por nuevas carreteras. Diversas organizaciones socioambientales advirtieron en 2024–2025 que abrir un corredor vial Salcedo–Tena dentro/adyacente al PNL amenaza biodiversidad, conectividad y provisión de agua. Esto no solo es un problema ambiental; altera costos logísticos, uso del suelo y la base productiva de Tena si no se aplican salvaguardas robustas.

Servicios ecosistémicos que sostienen la economía local. a.) Agua segura y caudales estables para consumo humano, agro y turismo (rafting/ kayak en Jatunyacu–Napo), gracias a la regulación hídrica de páramos/ bosques del PNL, b.) Atractivos naturales (paisajes, ríos, biodiversidad) que alimentan el turismo de naturaleza y cultura Kichwa de Tena/Misahuallí, c.) Base genética y polinización para sistemas agroforestales “chakra” (cacao, guayusa, frutales), núcleo de la bioeconomía local

Servicio del PNL Llanganates	Sectores en Tena que dependen	Indicadores a vigilar
Regulación hídrica / calidad de agua	Hogares urbanos/rurales; agro; turismo de río	Caudales, turbidez, continuidad de servicio, siniestralidad fluvial
Conservación de hábitats/ conectividad	Turismo de naturaleza, aviturismo	Visitación, gasto por turista, presencia de especies clave
Paisaje y patrimonio natural/cultural	Turismo comunitario Kichwa	#CTC activos, ingresos comunitarios, empleo juvenil/mujeres

Tabla 9. . Enlace conservación economía local

Cultura y tejido social. El turismo comunitario kichwa en el eje Tena– Misahuallí (CTC Sichi Warmi, Shiripuno, Ayllu Awarina, Unión Muyuna) integra gastronomía, danza, artesanías y saberes; depende de ríos y bosques sanos. La conservación del PNL sostiene el relato territorial y la atraktividad de estas experiencias.

Sistemas “chakra”. La cosmovisión y manejo agroforestal kichwa (multiestrato cacao–guayusa–frutales) conecta conservación con ingreso. Cacao fino de aroma y guayusa.

Asociaciones como Kallari y la Ruta Agroproductiva de la Guayusa integran producción, transformación, comercio justo y agroturismo. La calidad del agua y la estabilidad climática asociadas a Llanganates influyen en rendimientos, fermentación/secado y experiencia turística.

Activo bioeconómico	Dependencia del PNL	Riesgo si se degrada
Chakra (cacao–guayusa–frutales)	Microclima, polinización, agua	Caída de rendimientos, más plagas, pérdida de certificaciones “bio”
Agroturismo (fincas/ CTC)	Paisaje, caudal estable, biodiversidad	Menor visitación y ticket medio; pérdida de identidad de producto
Turismo de aventura (ríos)	Caudales regulados, calidad de agua	Cierres/accidentes; reputación negativa del destino

Tabla 10. . Bioeconomía local: qué aporta la conservación

Derechos indígenas y gobernanza. Marco de derechos. La Constitución de 2008 reconoce a las nacionalidades y pueblos indígenas, su territorio, identidad y el derecho a la consulta previa, libre e informada (CPLI) cuando proyectos puedan afectar sus territorios o formas de vida (art. 57). Estos estándares se articulan con normas internacionales (OIT 169). Su vigencia es central dado el impacto potencial de nuevas vías. Cualquier tramo o decisión que afecte territorios, aguas o medios de vida indígenas debería pasar por procesos de CPLI efectivos y de ordenamiento territorial compatibles con el Corredor Llanganates– Sangay. Las cartas públicas de 2024–2025 subrayan estos riesgos y la necesidad de evaluación rigurosa.

10. Impactos de la Carretera Tena-Salcedo en la Estructura Socio-económica y Cultural del Área de Influencia

El proyecto de construir una carretera interregional que conecte Salcedo (Sierra) con Tena (Amazonía) a través del área de influencia directa descrita, generaría una serie de impactos potenciales de gran alcance en las dimensiones ambiental, económica, social y cultural de las zonas afectadas. A continuación, se analizan estos impactos diferenciando entre la Zona Alta (cantón Salcedo) y la Zona Baja (Talag-Alto Napo), de acuerdo con los hallazgos del informe.

10.1 Impactos en la Zona Alta (Salcedo - Región Interandina)

Impacto ambiental con costos económicos ocultos: El trazado propuesto de la carretera atravesaría el borde del Parque Nacional Llanganates, un área de altísima biodiversidad que brinda servicios ecosistémicos críticos (agua, regulación climática, paisaje) a las comunidades de Mulliquindil y San Miguel. La intervención en este entorno supondría no solo daño ambiental, sino también pérdidas económicas a largo plazo: la destrucción de vegetación y suelos en la zona alta podría disminuir la infiltración de agua y la recarga hídrica, deteriorando fuentes de agua esenciales para riego agrícola y consumo humano; además, aumentaría la erosión y reduciría la fertilidad de los suelos, encareciendo la producción agropecuaria local. Asimismo, al afectar la integridad escénica y natural de Llanganates, se estaría limitando el potencial de un turismo ecológico sostenible que podría ser fuente de ingresos futuros. En suma, muchos de los “costos” ambientales de la carretera se traducirían en costos económicos ocultos para las comunidades locales: menor

disponibilidad de agua, necesidad de invertir en infraestructura de riego o protección de taludes, pérdida de oportunidades ecoturísticas, etc.

Escaso efecto multiplicador en la economía local: Las carreteras de gran escala suelen favorecer principalmente a polos urbanos mayores o a flujos de tránsito de largo recorrido, pero tienden a dejar pocos beneficios en las comunidades intermedias. En este caso, es previsible que los mayores beneficiarios del corredor vial sean las ciudades como Latacunga, Ambato o la propia Tena como destinos finales, mientras que parroquias rurales como Mulliquindil o San Miguel recibirían beneficios marginales. Sin infraestructura complementaria (centros de acopio, rutas secundarias bien mantenidas, enlaces con cadenas de valor agroindustriales), los productores locales difícilmente podrán aprovechar la nueva vía para insertar sus productos en mercados más amplios. Además, debe considerarse que Salcedo actualmente **no tiene a la Amazonía como mercado natural:** sus principales destinos comerciales son los centros urbanos de la Sierra (Latacunga, Ambato, Quito) donde coloca lácteos, flores, hortalizas, helados y artesanías, mientras que Tena y la región amazónica no demandan significativamente estos productos. El intercambio interregional Salcedo-Napo es reducido y no compensaría la gran inversión ni los impactos ambientales de una carretera de este tipo. En la práctica, la vía funcionaría más como corredor de paso hacia la Amazonía que como motor de la economía local de las parroquias del cantón Salcedo. Por lo tanto, el efecto multiplicador sobre la economía rural sería muy limitado, pudiendo incluso agravar las disparidades al facilitar la competencia de productos externos en la zona sin fortalecer la competitividad local.

Riesgo de desestructuración territorial: La apertura de la carretera podría inducir procesos de expansión urbana desordenada y especulación de tierras en la Zona Alta. Al mejorar el acceso, terrenos rurales hoy dedicados a agricultura podrían verse sujetos a loteos informales para vivienda, proliferación de chacras de fin de semana o proyectos inmobiliarios no regulados. Esto conllevaría la fragmentación de áreas productivas en Mulliquindil y San Miguel, erosionando la base agropecuaria que el PDOT cantonal busca consolidar como motor económico local.

La pérdida de suelos agrícolas por urbanización dispersa implicaría menos superficie disponible para cultivos y ganadería, amenazando la seguridad alimentaria local y el sustento de muchas familias campesinas. Además, la expansión urbana conlleva demandas de servicios básicos (agua potable, saneamiento, electricidad, vialidad interna) que los municipios rurales a menudo no están en capacidad de proveer adecuadamente, generando costos fiscales adicionales.

En ausencia de una planificación territorial estricta, la carretera podría debilitar el ordenamiento vigente, incentivando usos del suelo incompatibles con la vocación agrícola y ambiental de la zona. En lugar de desarrollo sostenible, se correría el riesgo de fomentar un crecimiento caótico con pérdida de productividad rural y mayor vulnerabilidad social (asentamientos precarios en zonas de riesgo).

Turismo no planificado, amenaza más que oportunidad: Un argumento esgrimido en favor del proyecto es el impulso al turismo, pues la carretera facilitaría el acceso desde la Sierra al Parque Llanganates y la Amazonía. Sin embargo, si el desarrollo turístico no se planifica cuidadosamente, podría convertirse en una amenaza ambiental y sociocultural. Un aumento brusco de

visitantes motorizados, sin controles de capacidad de carga ni participación comunitaria, generaría basura, perturbación de la fauna, erosión de senderos y presión sobre la flora sensible. Además, los beneficios económicos podrían no quedarse en las comunidades locales: el turismo carretero tiende a ser de paso, con visitantes que atraviesan rápidamente el territorio sin utilizar servicios locales.

Mulliquindil y San Miguel podrían experimentar mayor tráfico y alteración de su tranquilidad rural, pero sin mayores ingresos si los turistas no pernoctan ni consumen en la zona. Por el contrario, el modelo turístico que efectivamente dinamiza economías rurales es el turismo comunitario de naturaleza, donde las comunidades gestionan alojamientos, guías, gastronomía y actividades culturales, integrando al visitante en la experiencia local.

Este tipo de turismo requiere organización y capacitación, y difícilmente emerge espontáneamente con la apertura de una vía. Por ello, de no mediar programas paralelos de fomento al turismo comunitario, la carretera podría incluso socavar iniciativas existentes (por ejemplo, desviando turistas hacia destinos más accesibles y comercializados, en desmedro de emprendimientos comunitarios locales). En síntesis, sin planificación ni control, el turismo facilitado por la nueva vía podría generar más impactos negativos que beneficios, sobrecargando el ambiente y la cultura local.

Mayor vulnerabilidad frente a riesgos naturales: La Zona Alta del proyecto se caracteriza por una topografía accidentada con pendientes pronunciadas, quebradas y suelos susceptibles a deslizamientos. La construcción y operación de una carretera de alto tránsito en estas condiciones aumenta la exposición a desastres naturales. Las cortaduras de taludes para el camino, sumadas a las vibraciones y escorrentías concentradas, pueden desestabilizar laderas, elevando la frecuencia de derrumbes. Asimismo, un mayor flujo vehicular implica mayor riesgo de accidentes por deslaves o inundaciones súbitas en tramos vulnerables.

El mantenimiento de una vía en estas condiciones geológicas sería costoso: para garantizar la seguridad se requerirían obras permanentes de estabilización, drenaje y monitoreo, implicando un pasivo financiero para las autoridades locales y nacionales. Si tales medidas no se implementan a cabalidad, las comunidades aledañas (Mulliquindil, San Miguel) verían comprometida su seguridad física. Incluso con mitigaciones, la carretera representaría un factor de riesgo permanente, pudiendo ocurrir cortes de vía frecuentes que aislen temporalmente a las poblaciones. Todo ello arroja dudas sobre la sustentabilidad técnica y económica del proyecto, más allá de los impactos ambientales directos.

Conclusión de impactos para la zona alta: De acuerdo con el análisis integral, la construcción de la carretera en la Zona Alta no garantiza un desarrollo socio-económico sostenible para las comunidades locales, e incluso podría resultar contraproducente.

En resumen, (i) debilitaría la base agroproductiva al fragmentar tierras cultivables y generar presión sobre el agua de riego; (ii) desfavorecería a los pequeños productores rurales, que carecen de mecanismos para integrarse competitivamente al corredor interregional, quedando

expuestos a mercados adversos; (iii) introduciría riesgos ambientales y sociales que acarrearán costos elevados (desastres naturales, deterioro ecológico, conflictos por uso de la tierra); y (iv) no asegura beneficios en turismo para la población local, pues sin gestión comunitaria el flujo de visitantes sería meramente extractivo (de paso) y no distributivo. En lugar de depender de un corredor interregional que podría “vaciar” el territorio, la verdadera oportunidad de desarrollo para Mulliquindil y San Miguel radica en fortalecer sus propias ventajas comparativas: potenciar la producción agroecológica de altura (papa, leche, cultivos andinos especiales), impulsar circuitos de turismo comunitario de pequeña escala vinculados a Llanganates, y sobre todo mejorar la conectividad vial secundaria (caminos vecinales) y la infraestructura productiva local. Es decir, un paquete de inversiones locales escalonadas y sostenibles generaría beneficios más directos y equitativos con menores impactos, en contraste con una mega-carretera concebida principalmente para tránsito de largo alcance.

Estudios comparativos sugieren que una inversión local bien dirigida –en caminos rurales, riego tecnificado, centros de acopio, turismo comunitario– resultaría más compatible con la conservación ambiental y la vocación agrícola de Salcedo, evitando los daños al Parque Llanganates y creando valor agregado en origen.

Impactos en la Zona Baja (Tálag – Alto Napo)

En la zona amazónica de Tálag y el Alto Napo, la posible construcción de la carretera Salcedo–Tena suscita preocupaciones particulares, enmarcadas en la fragilidad ecológica de la Amazonía y en los derechos de los pueblos indígenas que habitan el territorio.

Deforestación y cambios de uso de suelo: La Amazonía ecuatoriana ha sido históricamente la región natural mejor conservada del país, pero enfrenta tendencias recientes alarmantes de deforestación. A nivel nacional, la cobertura boscosa nativa se redujo del 68% del territorio (1990) a apenas 56% en 2018. Si bien la mayor pérdida ocurrió en los años 1990, en décadas posteriores la deforestación continuó a ritmo sostenido (~4% por década en los 2000 y 2010).

Desde 2016 la Amazonía representa la porción principal de la deforestación nacional: alrededor del 47% de la pérdida de bosques en Ecuador ocurre ahora en la región amazónica, proporción creciente respecto a décadas previas. Se proyecta que de mantenerse estas tendencias, para 2030 la deforestación acumulada superaría los 1,5 millones de ha en la Amazonía ecuatoriana.

La causa abrumadora de la deforestación es la expansión agropecuaria: se estima que el 99% de los bosques talados entre 1990 y 2018 fueron convertidos a áreas agrícolas, pastos, acuicultura o plantaciones forestales, ya sea directamente o tras ciclos sucesivos de uso del suelo. Solo cerca del 1% de la deforestación se atribuye a infraestructura y expansión urbana, aunque este porcentaje, aun pequeño, ha crecido aceleradamente (el área deforestada para infraestructura/urbanización aumentó en 320% en las últimas cuatro décadas). Es decir, la penetración de vías de comunicación y asentamientos humanos, aunque históricamente menor en impacto que la agricultura, se ha convertido en un factor emergente significativo de pérdida forestal en años recientes.

En este contexto, la apertura de una carretera que atravesara ecosistemas aún bien conservados del Alto Napo podría actuar como catalizador de nuevos procesos de deforestación y colonización. Experiencias pasadas en la Amazonía ecuatoriana muestran un patrón claro: las vías de acceso facilitan la entrada de actividades extractivas (petróleo, minería, madereras) y de colonos que desmontan bosque para agricultura migratoria. Aunque la carretera Salcedo-Tena se plantea principalmente para interconectar regiones, sus efectos indirectos podrían incluir la lotización/fragmentación espontánea de tierras a lo largo de su ruta, mayor extracción de madera, cacería, e invasión de áreas protegidas contiguas.

El Parque Nacional Llanganates, que actualmente constituye una barrera natural contra la expansión agrícola desde la Sierra y un corredor ecológico clave, podría ver comprometida la integridad de su zona núcleo y de amortiguamiento por el incremento de accesibilidad.

Presiones extractivas (petróleo y minería): La Amazonía ecuatoriana ha sido objeto de intensas actividades extractivas, con impactos documentados en el medio ambiente y las sociedades locales. El sector petrolero –principal rubro de exportación del país– opera mayoritariamente en la región amazónica (57 de los 60 bloques petroleros nacionales están en la Amazonía, cubriendo ~68.172 km²).

Aunque las áreas protegidas deberían estar exentas, la legislación ha permitido excepciones: cerca del 32% de las áreas naturales protegidas de Ecuador tienen traslape con al menos un bloque petrolero, y varias operaciones se sitúan en sus inmediaciones. Cinco décadas de explotación petrolera intensiva han dejado un legado de deforestación, contaminación y transformación territorial en el Napo y provincias vecinas.

Estudios indican que la industria petrolera convirtió al norte de la Amazonía en una de las mayores fronteras de colonización, a través de la apertura de una densa red de carreteras secundarias, la llegada de oleadas migratorias y la fragmentación de bosques nativos (Lessmann, et al 2016). A su vez, se han generado cambios socioculturales acelerados en las comunidades indígenas por la monetización de sus economías y las políticas de compensación de las compañías, que alteraron patrones de uso de recursos locales (p.ej., mayor cacería de fauna para venta).

De modo similar, la minería a gran escala ha emergido en la última década como prioridad estatal y foco de conflictos socio-ambientales. Hacia 2016 se habían concesionado alrededor del 13% del territorio nacional a proyectos mineros (Vandegrift, 2018) incluyendo concesiones dentro o colindantes a bosques primarios y zonas protegidas. Actualmente (2025) existen dos grandes minas en producción (Fruta del Norte y Mirador, al sur del país) y varios proyectos en exploración avanzada, con un crecimiento exponencial de inversiones: los ingresos por exportaciones mineras pasaron de \$282 millones en 2018 a \$2.200 millones en 2022 (7 veces más). Sin embargo, estos beneficios económicos conllevan costos ambientales y sociales severos.

La expansión minera ha presionado la disponibilidad y calidad de agua, ha transformado radicalmente los medios de vida locales y ha estimulado un aumento de conflictos socioambientales en la última década.

Un estudio reciente señala que 74 de 173 áreas protegidas nacionales (~43%) presentan concesiones mineras en su interior o zonas adyacentes; en total, un 19,7% de la superficie de las áreas protegidas del país está afectada por concesiones mineras. Además, alrededor del

8% de los territorios indígenas y ~9% de los remanentes de vegetación nativa del Ecuador se traslapan con concesiones, indicando la amplitud del potencial impacto.

En paralelo con la minería legal, la minería ilegal (particularmente aurífera) ha proliferado en los últimos años, incluyendo en la provincia de Napo. Entre 2015 y 2021 se detectaron unas 5.616 ha de nueva minería ilegal en el país, elevando a ~7.495 ha el área total afectada por esta práctica. En la provincia de Napo, el área minera ilegal creció 316% en ese periodo, principalmente en zonas boscosas remotas. Solo en 2021 la minería artesanal destruyó ~889 ha de bosque en la Amazonía, un 46% más que el año anterior, lo que la consolida ya como una de las principales causas directas de deforestación en la región.

Esta realidad complejiza el escenario: incluso si la nueva carretera no estuviera destinada a facilitar actividades mineras, su existencia podría facilitar el acceso de mineros ilegales a áreas antes aisladas, al reducir tiempos de transporte de maquinaria y materiales, y al posibilitar rutas de salida para el oro extraído. Esto plantearía serios riesgos de degradación ambiental fuera del control del Estado.

Áreas protegidas e indígenas como barreras de contención:

Afortunadamente, la presencia de áreas protegidas y territorios indígenas en Napo ha actuado hasta ahora como un amortiguador contra la deforestación generalizada.

Entre 2000 y 2020, la tasa de pérdida de bosque dentro de las áreas protegidas amazónicas fue apenas 0,31%, significativamente menor que fuera de ellas. De igual modo, los territorios indígenas amazónicos (que ocupan ~62% de la cuenca amazónica ecuatoriana) conservaron ~71,5% de sus bosques intactos, sufriendo una deforestación neta de solo 1,66%

en 36 años. En contraste, los bosques amazónicos sin ningún estatus de protección ni titulación indígena (aprox. 21% del área) concentraron el 54% de toda la deforestación reciente en la Amazonía ecuatoriana. Estos datos reflejan que la combinación de protección legal y manejo comunitario indígena es eficaz para frenar la pérdida forestal.

No obstante, la creación de vías de acceso constituye precisamente uno de los mayores factores de desarticulación de esos esquemas de protección. Una carretera podría fragmentar la continuidad ecológica entre Llanganates y otras áreas protegidas, debilitar el control territorial de las comunidades (al atravesar sus tierras o acercar colonos) y abrir enclaves hasta ahora conservados.

Alteraciones socioculturales y derechos indígenas: La parroquia Tálag, de población mayoritariamente Kichwa, goza de derechos colectivos reconocidos en la Constitución ecuatoriana (art. 57) y convenios internacionales como el Convenio 169 de la OIT. Entre ellos destaca el derecho a la Consulta Previa, Libre e Informada (CPLI) ante proyectos que puedan afectar sus territorios, recursos o formas de vida.

Cualquier iniciativa de trazo de la carretera en la zona baja debería someterse a procesos de consulta efectiva con la comunidad de Tálag y pueblos Kichwa circundantes, garantizando que sus preocupaciones sean consideradas y que se obtenga su consentimiento informado. Ignorar este paso no solo violaría derechos, sino que podría generar fuertes conflictos sociales.

Organizaciones indígenas y socioambientales ya han expresado públicamente en 2024-2025 su alarma por los riesgos de abrir este corredor vial atravesando Llanganates, enfatizando la necesidad de estudios rigurosos de impacto y de respetar los mecanismos de participación ciudadana.

El proyecto debe también alinearse con los esfuerzos de conservación como el Corredor Ecológico Llanganates-Sangay, evitando interferir con ellos. Desde la perspectiva cultural, la carretera podría acelerar procesos de cambio en Tálag: mayor exposición a influencias externas, monetarización e individualización de la economía local, y potencial pérdida de prácticas tradicionales si no se gestionan adecuadamente los impactos. La experiencia en otras comunidades amazónicas muestra que la llegada súbita de infraestructura y migrantes puede debilitar las instituciones comunitarias y la transmisión intergeneracional de conocimientos, a menos que se tomen medidas de fortalecimiento cultural.

Un ejemplo reciente sobre el tema vial es el conflicto en torno a la carretera proyectada hacia Toñampare, en territorio waorani de la provincia de Pastaza. La obra, planteada como una vía de integración regional, avanzó parcialmente sin haber contado con un proceso de consulta previa legítimo, lo que provocó oposición de comunidades locales, denuncias de la Organización Waorani de Pastaza (OWAP) y la paralización del proyecto en 2023.

Este caso ilustra cómo la ausencia de CPLI puede generar fracturas internas en las comunidades, conflictos con el Estado y riesgos ambientales significativos al abrir corredores de deforestación en áreas de bosque primario y zonas culturales sensibles.

Las lecciones del caso Toñampare resultan fundamentales para proyectos como la carretera Salcedo-Tena, cuyo trazado afectaría territorios indígenas y áreas protegidas como el Parque Nacional Llanganates. La CPLI y los derechos colectivos indígenas no deben entenderse como un obstáculo al desarrollo, sino como mecanismos de garantía para evitar impactos irreversibles y asegurar que las obras respondan a un modelo de desarrollo con identidad, interculturalidad y sostenibilidad.

Integrar estos derechos de manera efectiva no solo fortalece la legitimidad de los proyectos, sino que permite articular la planificación vial con la conservación ambiental y la reproducción cultural de las comunidades.

Conclusión de impactos para la zona baja: La construcción de la vía Tena-Salcedo en la Amazonía implicaría ingresar una perturbación significativa en un entorno ecológico y culturalmente sensible. Los principales peligros identificados son el aumento de la deforestación, la facilitación de actividades extractivas (legales o ilegales) en áreas hasta ahora bien conservadas, y la afectación a los territorios y modos de vida indígenas.

Dado que la economía local de Tálag apuesta por la bioeconomía y el turismo sostenible, dichos impactos pondrían en riesgo los mismos fundamentos de su desarrollo.

Es imperativo que antes de considerar la ejecución del proyecto se realicen evaluaciones ambientales y sociales exhaustivas, incluyendo escenarios de no intervención (mantener y mejorar la actual vía alternativa existente) y de alternativas de inversión local.

En todo caso, la toma de decisiones deberá respetar los derechos colectivos de la población Kichwa, y cualquier trazado debe excluir las zonas núcleo de Llanganates y minimizar la intrusión en bosques primarios. De lo contrario, la carretera Tena-Salcedo podría transformarse en un factor de degradación ambiental irreversible y de reconfiguración socio-cultural no deseada en el Alto Napo, con beneficios locales muy inciertos frente a los altos costos socio-ecológicos que conllevaría.



Organizado por:



Fundación
Ecosistemas
en Acción



WWF



FUNDACIÓN
Pumamaqui



ishpingo



FUNDACIÓN
ECOMINGA
Red de Protección de Bosques Amenazados