



	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 22 de enero de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El (Los) suscrito(s):

Juan Sebastián Arana Rivera, con C.C. No. 1.075.274.376,

Dagoberto Gómez Méndez, con C.C. No. 12.128.688

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado: Evaluación del impacto y diseño de medidas de mitigación a la afectación de la fauna en la ruta 45 en el tramo Huila, presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de Magíster en Gerencia Integral de Proyectos

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

AUTOR/ESTUDIANTE: Juan Sebastián Arana Rivera

Firma:

AUTOR/ESTUDIANTE: Dageberto Gómez Méndez

Firma:



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Evaluación del impacto y diseño de medidas de mitigación a la afectación de la fauna en la ruta 45 en el tramo Huila

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Arana Rivera	Juan Sebastian
Gómez Méndez	Dagoberto

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Muñoz Velasco	Luis Alfredo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Gerencia Integral de Proyectos

FACULTAD: Economía y Administración

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Gerencia Integral de Proyectos

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 198

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas ☒ Fotografías ☒ Grabaciones en discos ☐ Ilustraciones en general ☐ Grabados ☐ Láminas ☐
Litografías ☐ Mapas ☒ Música impresa ☐ Planos ☒ Retratos ☐ Sin ilustraciones ☐ Tablas o Cuadros ☒

SOFTWARE: requiendo y/o especializado para la lectura del documento: PDF

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional: www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

1. Atropellamiento de fauna - Wildlife hit-and-run
2. Fragmentación de ecosistemas- Ecosystem fragmentation
3. Tasa de atropellamiento - Hit-and-run rate
4. Pasos de fauna - Wildlife passes

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La conjunción de dos grandes proyectos viales presentes en el Departamento del Huila que comprende el corredor vial ruta 45, son sujetos de evaluación, que tiene en la gestión de proyectos, en su etapa de inversión según el ciclo de proyectos y en particular sobre el diseño definitivo y en el monitoreo de la ejecución física, la ventana de oportunidad para considerar la evaluación de impacto que el diseño del corredor vial, la ausencia de señalización, la falta de accesibilidad y conectividad del hábitat y el comportamiento y patrones culturales de los conductores, causan en la fauna circundante de la Ruta 45. La investigación se centra en un enfoque mixto, permitiendo generalizar los resultados a partir del método inductivo. En efecto, el trabajo de campo se sustenta en el recorrido y observación de la vía en una extensión de 297 kilómetros desde el Municipio de Aipe al norte del Departamento hasta el Municipio de Pitalito al sur. llevados a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022. Durante este trayecto, se registraron 213 colisiones con animales, implicando a 46 especies diferentes. Igualmente y a nivel de resultados, se identificaron diecisiete puntos propensos a atropellamientos como áreas clave para implementar los diseños sugeridos. Por su parte, los patrones culturales de los conductores que transitan por la vía son en su mayoría positivos, lo que puede ser aprovechado para fortalecer las iniciativas de concienciación y colaboración en la protección de la fauna en la zona del proyecto vial.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The conjunction of two major road projects present in the Department of Huila that comprise the Route 45 road corridor, are subject to evaluation, which has in the project management, in its investment stage according to the project cycle and in particular on the final design and monitoring of the physical execution.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



the window of opportunity to consider the impact assessment that the design of the road corridor, the absence of signage, the lack of accessibility and connectivity of habitat and behavior and cultural patterns of drivers, cause in the surrounding fauna of Route 45.

The research focuses on a mixed approach, allowing generalizing the results from the inductive method. In fact, the field work is based on the travel and observation of the road in an extension of 297 kilometers from the Municipality of Aipe in the north of the Department to the Municipality of Pitalito in the south, carried out during the months of October, November and December 2022. During this journey, 213 animal collisions were recorded, involving 46 different species. Likewise, seventeen points prone to collisions were identified as key areas to implement the suggested designs. On the other hand, the cultural patterns of drivers traveling along the road are mostly positive, which can be used to strengthen awareness and collaboration initiatives for the protection of fauna in the area of the road project.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Jenny Arce

Nombre Jurado:

Firma:

Samuel Quintanilla B

Nombre Jurado:

Firma:

Fernando Jarama

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO Y DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A
LA AFECTACIÓN DE LA FAUNA EN LA RUTA 45 EN EL TRAMO HUILA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS**

JUAN SEBASTIÁN ARANA RIVERA

DAGOBERTO GÓMEZ MÉNDEZ

Autores

LUIS ALFREDO MUÑOZ VELASCO

Director de Tesis

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

MAGISTER EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

NEIVA, MAYO DE 2023

INTRODUCCIÓN

Los proyectos viales son de gran importancia para el desarrollo de una región y país, ya que permiten el intercambio de bienes y servicios que contribuyen al mejoramiento de la economía de un territorio. Por ende, son prioridad dentro de los planes de desarrollo de cada gobierno. Como es la intervención de la vía que atraviesa todo el departamento del Huila, denominada ruta 45 o Troncal del Magdalena, una vía de primer orden con una sola calzada, la cual fue construida a los mediados de los 60 y actualmente será intervenida por los proyectos 4G que la ampliaran a doble calzada.

En ese orden, todo proyecto dentro de su ciclo debe contemplar el componente ambiental, por lo que las vías no están exentas de ello, ya que dentro de su construcción y operación generan efectos directos e indirectos a los ecosistemas adyacentes y su biodiversidad, los cuales deben ser identificados, analizados para posteriormente mitigarlos, evitarlos y compensarlos.

El atropellamiento de la fauna es un impacto directo generado por todos los proyectos viales a nivel nacional y mundial, tanto así, que están reduciendo la población de especies generando una reacción en cadena como la alteración de las cadenas tróficas de los ecosistemas adyacentes a las vías, que pueden afectar las especies más vulnerables y en peligro de extinción.

En ese orden, la presente investigación tiene como propósito evaluar el impacto generado a la fauna por el proyecto vial denominado ruta 45 o Troncal del Magdalena, la cual atraviesa el departamento del Huila, iniciando en el sur en el Municipio de Pitalito y finalizando al norte en el Municipio de Aipe, dicha investigación se realizara a través de un muestreo en campo para identificar la tasa de atropellamiento de fauna que posteriormente será analizada con el uso de sistemas de información geográfica y la aplicación de estadísticas que permitan

identificar los puntos más propensos al atropellamiento e identificación de las especies más afectadas que contribuyan a los diseños de las medidas pertinentes para mitigar la problemática del proyecto vial mencionado.

De igual manera, se evaluará la fragmentación de los ecosistemas adyacentes al proyecto vial para determinar los impactos del proyecto y su vez generar información base que contribuirá en la toma de decisiones.

TABLA DE CONTENIDO

1.DISEÑO TEÓRICO	1
1.1. TÍTULO DEL TRABAJO	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1 PREGUNTA PRINCIPAL	4
1.3.2 PREGUNTAS ORIENTADORAS	5
1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA	5
1.5 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.7 OBJETIVOS.....	13
1.7.1 <i>Objetivo general</i>	13
1.7.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.8 HIPÓTESIS.....	13
1.8.1. <i>Hipótesis del trabajo</i>	13
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: MARCO DE REFERENCIA BASES	
TEÓRICA Y LEGAL.....	17
2.1. MARCO LEGAL.	17
2.2. MARCO GEOGRÁFICO	19
2.3 MARCO TEÓRICO	20
3. DISEÑO METODOLÓGICO	22
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	22

3.2.	POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	22
3.3.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.3.1.	<i>Asignación de rutas</i>	25
3.3.2.	<i>Recorridos</i>	25
3.3.3.	<i>Colecta de información de la vía:</i>	25
3.3.4.	<i>Colecta de información del animal</i>	26
3.3.4.	<i>Ordenamiento de la Información</i>	26
3.3.5.	<i>Análisis de los Resultados</i>	26
3.3.6.	<i>Conclusiones.....</i>	27
3.4.	INSTRUMENTOS	27
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	27
4.1.	PARÁMETROS EN EL DISEÑO DE VÍAS DE ALTO FLUJO VEHICULAR PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA ANIMAL.	30
4.1.1.	<i>Parámetros Técnicos Internacionales y casos documentados</i>	30
4.1.2.	<i>Parámetros Técnicos Nacionales y Casos Documentados</i>	42
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS PROPENSOS DE ATROPELLAMIENTO Y LA MEDICIÓN DE ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD.	62
4.2.1.	<i>Áreas Protegidas dentro del Área de Influencia Directa Puntual</i>	70
4.2.2.	<i>Usos de Suelos dentro y fuera del Área de Influencia Directa Puntual.....</i>	87
4.2.3.	<i>Fuentes Hídricas dentro del área de influencia directa puntual</i>	88
4.2.4.	<i>Frecuencia de recorridos</i>	89
4.2.5.	<i>Medidas de Mitigación Sugeridas</i>	121
4.2.6.	<i>Adaptaciones a estructuras de Drenaje para Paso Seguro.....</i>	123

4.2.7. Ubicación de los pasos seguros y modificaciones a estructuras actuales	124
4.2.8. Evaluación del impacto ambiental del proyecto vial a través de la matriz causa y efecto.....	135
4.3. PATRONES CULTURALES DE USUARIOS DE LA VÍA RUTA 45 FRENTE AL TRÁNSITO DE LA FAUNA.	144
4.3.1. Información general	145
4.3.2. Información específica sobre el ejercicio de conducción	146
4.3.3. Análisis del ejercicio de conducción	151
4.3.4. Información de fauna en la vía.....	152
4.3.5. A manera de síntesis.....	160
4. CONCLUSIONES	165
5. RECOMENDACIONES	167
6. BIBLIOGRAFÍA	169
7. ANEXOS	180
ANEXO 1: RESPUESTA DE LA CONCESIONARIA RUTA AL SUR.	180
ANEXO 2: RESPUESTA DE LA CONCESIONARIA AUTOVÍAS.....	182
ANEXO 3: FRECUENCIA DE RECORRIDOS DEL MUESTREO	184
ANEXO 4: DISEÑOS SUGERIDOS POR EL EQUIPO INVESTIGADOR	185
ANEXO 5 DISEÑO DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS CONDUCTORES DE LA RUTA 45	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>ruta 45 o Troncal del Magdalena en Colombia.</i>	3
Figura 2: <i>ruta o Troncal del Magdalena en el departamento del Huila.</i>	3
Figura 3: <i>Atropellamiento de un ejemplar de la especie Cerdoyon thous en la ruta 45.</i>	3
Figura 4: <i>Atropellamiento de un ejemplar de la especie Tamandua mexicana en la ruta 45.</i>	3
Figura 5: <i>Mapa de Vulnerabilidad Faunística.</i>	11
Figura 6: <i>Zona de influencia de la propuesta de investigación con las áreas protegidas del departamento del Huila.</i>	20
Figura 7 : <i>Unidad de análisis ruta 45 en el departamento del Huila.</i>	24
Figura 8: <i>Gerencia y ciclo de proyectos.</i>	28
Figura 9: <i>ciclo de un proyecto</i>	29
Figura 10: <i>Ecoducto paso superior de fauna.</i>	32
Figura 11: <i>Paso superior Especifico</i>	33
Figura 12: <i>Paso entre árboles</i>	33
Figura 13: <i>Viaducto Adaptado</i>	34
Figura 14: <i>Paso inferior específico para grandes mamíferos</i>	34
Figura 15: <i>Drenaje Adaptado para animales.</i>	35
Figura 16: <i>Vallado perimetral</i>	35
Figura 17: <i>Alcantarilla de paso seguro de fauna.</i>	37
Figura 18: <i>Evidencia de la efectividad de los pasos de fauna.</i>	38
Figura 19: <i>Eco-ducto construido para el paso de fauna.</i>	38
Figura 20: <i>Primer eco-ducto construido en America Latina.</i>	39
Figura 21: <i>Construcción de pasos seguros para la fauna en México</i>	40

Figura 22: <i>Construcción de pasos seguros para la fauna en el proyecto Tren Maya</i>	40
Figura 23: Señal de tránsito presencia de animales en la vía	43
Figura 24: Señal de tránsito cruce de animales en la vía.....	43
Figura 25: Zanjas abiertas o alcantarillas para paso de fauna	45
Figura 26: Pasos de fauna acuática.....	46
Figura 27: Formula de índice de Apertura en puentes	47
Figura 28: Formula de índice de apertura en redes de drenaje.....	47
Figura 29: Cálculos del Índice de Apertura	47
Figura 30: <i>Paso entre árboles</i>	51
Figura 31: <i>Instalación del paso seguro.</i>	51
Figura 32: <i>ruta 45 y su clasificación según su administrador- color rojo: AUTOVIAS S.A.S., color blanco: ruta al sur S.A.S.</i>	52
Figura 33: <i>Mapa del proyecto AUTOVIAS S.A.S.</i>	52
Figura 34: <i>Señales preventivas instaladas sobre la presencia de fauna en la vía.</i>	53
Figura 35: <i>Señales informativas instaladas al Norte de la ruta 45.</i>	53
Figura 36: <i>Registro de un ave atropellada sobre un puente</i>	54
Figura 37: <i>Registro de un mamífero atropellado sobre un puente</i>	54
Figura 38: <i>Registro de huellas de mamíferos circundante</i>	55
Figura 39: <i>Registros de huellas de aves circundantes</i>	55
Figura 40: Puentes instalados en la ruta 45	56
Figura 41: Puentes instalados en la ruta 45	56
Figura 42: Nivel del Cauce evita el paso seguro	57
Figura 43: cerca de alambre evita el cruce de fauna.	58
Figura 44: Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto	58

Figura 45: Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto	59
Figura 46: Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto	59
Figura 47: Viaducto en la ruta 45.	60
Figura 48: Uso de suelo adyacente a la unidad de análisis.....	64
Figura 49: Categorías de fragmentación según la metodología Guidos Toolbox	66
Figura 50: <i>Medición de la fragmentación de los ecosistemas del área de influencia directa puntual del proyecto vial 1 parte</i>	67
Figura 51: Medición de la fragmentación de ecosistemas del área de influencia directa puntual del proyecto vial 2 parte.	68
Figura 52: Promedio de fragmentación	69
Figura 53: Áreas y porcentaje de fragmentación.....	69
Figura 54: Fauna Afectada por Atropellamiento en la ruta 45	90
Figura 55: Diseño del paso seguro por parte del equipo investigador	123
Figura 56: Probabilidad de atropellamiento nivel Nacional	126
Figura 57: Puntos a intervenir con la construcción y modificación de pasos seguros para la fauna	131
Figura 58: Edad de los encuestados.	145
Figura 59: Nivel de educación de los encuestados	145
Figura 60: Estadísticas del comportamiento al conducir por la ruta 45	148
Figura 61: Tipo de vehículos encuestados en la ruta 45.	149
Figura 62: Análisis de la presencia de vallas informativas sobre fauna en la ruta 45.....	150
Figura 63: Observación de fauna atropellada por los conductores.....	154
Figura 64: Fauna atropellada según los conductores.....	157
Figura 65: Nivel de importancia de las estrategias de mitigación planteadas.	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Normatividad vigente	17
Tabla 2: Parámetros internaciones para estructuras enfocadas a pasos seguros para la fauna.	32
Tabla 3: Estructuras documentadas internacionalmente	37
Tabla 4: Señales de tránsito informativas para el paso de fauna silvestre en Colombia.	43
Tabla 5: Parámetros estructuras enfocadas a pasos seguros para la fauna nativa de Colombia	45
Tabla 6: valores a considerar para pasos inferiores.....	49
Tabla 7: Número de pasos a instalar según el porcentaje de conectividad fragmentada. ...	49
Tabla 8: construidas actualmente en la ruta 45	56
Tabla 9: Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI - La Tatacoa	71
Tabla 10: Distrito Regional de Manejo Integrado-DRMI - Serranías de Peñas Blancas	74
Tabla 11: Corredor Biológico Guacharos Puracé.....	76
Tabla 12: Registro de la fauna afectada en la ruta 45.....	92
Tabla 13: Grupos taxonómicos afectados.....	117
Tabla 14: Puntos y medidas pertinentes para la conectividad y disminución de índices de mortalidad de la fauna.	127
Tabla 15: Comparación de la fauna atropellada por tramos.....	133
Tabla 16: Tasa de atropellamiento por tramo y año	133
Tabla 17: Matriz causa y efecto.....	136

1.DISEÑO TEÓRICO

1.1.Título del trabajo

Evaluación del impacto y diseño de medidas de mitigación a la afectación de la fauna en la ruta 45 en el departamento del Huila, Colombia

1.2. Problema de Investigación

Una aproximación a las estadísticas internacionales que sustentan en buena medida el comportamiento humano frente a la preservación de la vida animal cuyo habitat ha sido fragmentado, nos señala la importancia de tener una política coherente y consistente con el desarrollo de infraestructura vial y la preservación de la especie animal. Según Cardona (2018) en España, cada año se registran aproximadamente 30 millones de incidentes de atropello de animales vertebrados. En Estados Unidos, la cifra asciende a un millón de casos diarios, lo que equivale a un total de 365 millones al año. Por su parte, Brasil informa de 475 millones de atropellos anuales (pág. 1).

En Colombia los reportes de atropellamiento en todas las vías no están siendo medidos y combinados con exactitud, por lo tanto, no se cuenta con una cifra puntual para esta problemática a nivel nacional, pero en el “Oriente Antioqueño en un tramo de 154 Km se han registrado el atropellamiento de 575.284 vertebrados al año” (Instituto Nacional de Vías, 2022, pág. 1)

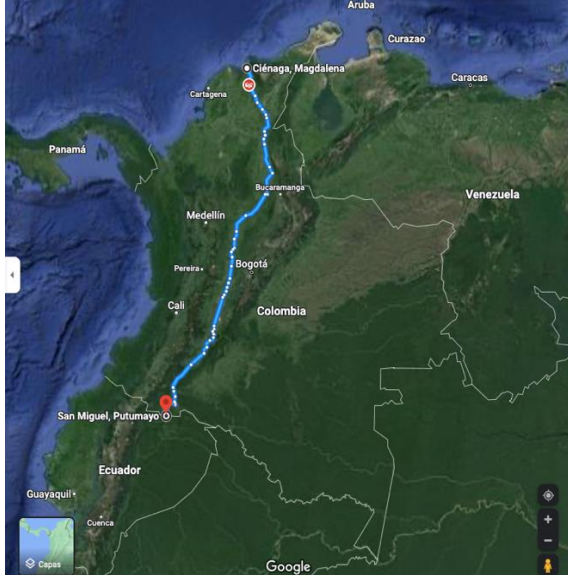
Según, Arana, Gutierrez, & Álvarez, (2022) en un tramo del Huila con una observación en un periodo de tres meses y una longitud de 54,22 Km, se registraron un total de 102 ejemplares muertos, predominando los mamíferos (51,96%), seguida de los reptiles (33, 33%), las aves fueron el tercer grupo más afectado (11, 76%) y los anfibios fueron el

grupo menos afectado (2,94%). (pág. 65), dichos resultados, reflejan los impactos generados a la fauna en un tramo (18,2%) de la ruta 45 comparado con 297 Km que es la totalidad de su longitud vial en el departamento del Huila, medida tomada por el grupo investigador a en campo.

Lo anterior permite indicar, la siniestralidad vial que “afectan las poblaciones de las especies involucradas, más que todo en aquellas especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes” (Arroyave et al., 2006, pág.50). En ese orden, la ruta 45 también conocida como la troncal del Magdalena, “Tiene una longitud aproximada de 1.750 km, iniciando en el puente San Miguel en la frontera con Ecuador y termina la Costa Atlántica, cruzando por las ciudades de Mocoa, Neiva, San Alberto, Santa Marta” (CONPES, 1994, pág. 5) la cual se puede apreciar en la figura 1.

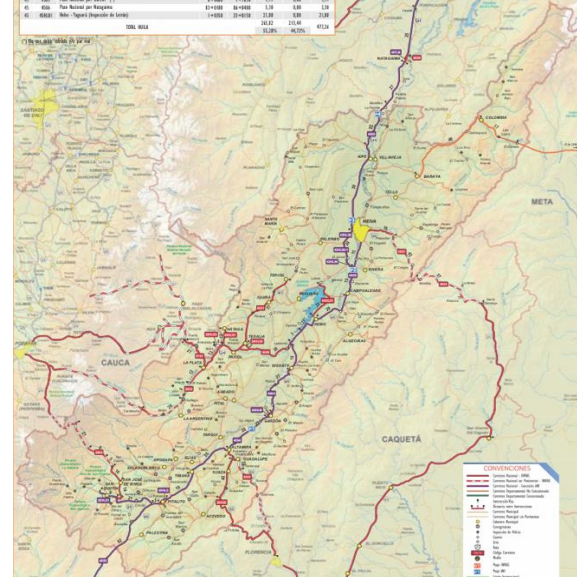
La troncal cruza por el departamento del Huila iniciando en los límites del departamento del Cauca y finalizando con los límites del departamento de Tolima (figura 2), la cual no esta exenta a esta problemática, la razón fundamental es la baja señalización informativa e inadecuados diseños de la ruta 45 para la presencia y movilidad de la fauna en la vía, generando afectaciones directas a la fauna como se logra evidenciar en las figuras 3 y 4.

Figura 1: ruta 45 o Troncal del Magdalena en Colombia.



Nota: Elaborado por el grupo investigador, a través de google maps, 2022.

Figura 2: ruta o Troncal del Magdalena en el departamento del Huila.



Nota: Adaptado del Mapa de Carreteras de Colombia, Realizado por INVIAS, 2022, <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/13380-mapa-de-carreteras-colombia-2022/file>.

Figura 3: Atropellamiento de un ejemplar de la especie *Cerdocyon thous* en la ruta 45.



Nota: Registro fotografico del equipo investigador en el centro del departamento del Huila, 2022.

Figura 4: Atropellamiento de un ejemplar de la especie *Tamandua mexicana* en la ruta 45.



Nota: Registro fotografico del equipo investigador al sur del departamento del Huila, 2022.

Ahora bien, la fauna circundante en parques naturales, áreas protegidas o ecosistemas adyacentes a la vía, sin las acciones pertinentes que contribuyan a mitigar dicho impacto, están expuestas al incremento del riesgo de accidentabilidad y, por ende, al aumento de la tasa de atropellamiento, a la pérdida de poblaciones de especies y posible extinción local.

La pérdida de fauna en un ecosistema ocasiona desequilibrios, para que un ecosistema funcione adecuadamente, es esencial llevar a cabo funciones clave como polinización, procesamiento de materia orgánica, dispersión de semillas y regulación de poblaciones a través de la depredación. Algunos organismos. En ese contexto, cualquier alteración en los ecosistemas afecta la dinámica de las poblaciones y puede propiciar el surgimiento o resurgimiento de enfermedades zoonóticas, conocidas como Enfermedades Emergentes (EE) y Enfermedades Reemergentes (ER) (Raad, 2019, p.7).

Uno de los efectos directos de los proyectos viales es la afectación a la biodiversidad, entre ellos la mortalidad de la fauna por atropellamiento vehicular, un impacto que podemos observar a simple vista. En este sentido, la propuesta investigativa intitulada “*Evaluación del impacto y diseño de medidas de mitigación a la afectación de la fauna en la ruta 45 en el departamento del Huila, Colombia*” busca ofrecer una batería de herramientas útiles frente a la problemática descrita y cuya causa principal se centra en el atropellamiento de la fauna de la región, para ello, formulamos la siguiente pregunta de investigación.

1.3 Preguntas de investigación

1.3.1 Pregunta principal

¿Cuál es el impacto del diseño, estado y ausencia de señalización de la vía ruta 45 en la presencia y movilidad de la fauna en el departamento del Huila?

1.3.2 Preguntas orientadoras

- ¿Cuál es el diseño, estado y características de la red vial ruta 45 en el departamento del Huila?
- ¿Cómo afecta la falta de accesibilidad y conectividad de la red vial ruta 45 el hábitat y movilidad de la fauna?
- ¿Cuáles son los patrones culturales y de accesibilidad que permiten considerar potencialidades y ventajas comparativas en términos de protección eficiente de la fauna en la vía ruta 45 en el departamento del Huila?

1.4 Descripción del Área Problemática

En Colombia, las carreteras se dividen en categorías según su propósito. Las carreteras primarias son las principales y comprenden las arterias troncales, las carreteras transversales y las rutas que proporcionan acceso a las capitales de los departamentos. Las carreteras secundarias son aquellas que conectan las cabeceras municipales entre sí o que se originan en una cabecera municipal y se enlazan con una carretera Primaria. Por último, las carreteras Terciarias son aquellas que sirven como vías de acceso para unir las cabeceras municipales con sus respectivas veredas o para conectar diferentes veredas entre sí. (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2016, pág. 1)

Según CONPES 3857 (2016), “el país cuenta con una red de carreteras de 204.855 Km los cuales están distribuidos de la siguiente manera, la red Primaria con un total de 16.966 Km, Secundaria con 45.137 km y Terciaria con 142.284 Km” (p. 19). Para el departamento del Huila la “red vial está conformada por 8.245,33 Km, la cual está distribuida en, red Primaria 857,63 Km, Secundaria 2.066,7 Km y Terciaria 5.321 Km” (Gobernación del Huila, 2017, pág. 1)

Las redes viales (primer, segundo y tercer orden) están vinculadas a efectos negativos directos en la biodiversidad, tales como la división de los ecosistemas, la mortalidad de la fauna debido a accidentes de tráfico y la pérdida de bosques. Además, se generan impactos indirectos que se derivan tanto de la presencia de las carreteras como de la intensidad con la que se utilizan, como la contaminación ambiental causada por productos químicos y el ruido. (Ossa, J. D et al., 2015, p.110).

La ruta Nacional 45 es una vía de primer orden que atraviesa el país de Sur a Norte y es una de las principales arterias terrestres de Colombia. “En la década de los años 60 del siglo XX inició la construcción más que todo para conectar Bogotá con la ciudad de Neiva al igual que conectar la ciudad de Santa Marta con el interior del país” (Course Hero, 2022, pág. 1)

La troncal en el departamento del Huila, inicia en el Municipio de Pitalito y finaliza en el Municipio de Aipe con una longitud aproximada de 297 km, atravesando toda la región permitiendo la intercomunicación y prestación de servicios de los municipios del Huila. Parte de la vía actualmente se encuentra en un mal estado, ya que se presentan huecos en el asfalto, no se realizan corte de césped, falta de señalización, no se prestan servicios de emergencia por parte de una concesionaria vial encargado, lo que ha llevado a que la comunidad tome acciones de hecho.

Dichas acciones se han desarrollado al sur del departamento, donde se presentan falencias por parte de la concesionaria encargada, algunos medios de comunicación han registrado los sucesos mencionados en medios de comunicación escrita como el periódico La Nación (2021), que señala “Desafortunada situación para el Huila; El sueño de convertirnos en un polo de desarrollo regional y un atractivo turístico se ha visto afectado por los múltiples cierres y el mal estado de la vía” (pág. 1), en otro medio de circulación local como lo es el Diario del Huila, (2021) señala “habitantes del municipio de Timaná y Elías, se dieron cita

sobre la ruta 45, para impedir el paso de vehículos, la comunidad exige una intervención rápida sobre el puente La Palma, ya que la estructura se encuentra en mal estado” (pág. 1). De igual forma, la comunidad del sur del Huila llevó a cabo una protesta no violenta en la que expresó su solicitud de una acción inmediata para mejorar la condición de la carretera 45. Esta vía es crucial para conectar la región del sur del país. Si no se obtiene una respuesta y compromisos concretos, advirtieron que podrían realizar bloqueos intermitentes (Peña, 2020, p. 1).

Actualmente la ruta 45 se le aprobaron los recursos por parte del Gobierno Nacional para ser transformadas en vías 4G y así mejorar la movilidad del país, el proyecto denominado Santana – Mocoa – Neiva tiene como propósito es construir una carretera de alta calidad con el objetivo de asegurar la conexión entre el sur y el norte de la Troncal Central de Colombia. Esta carretera enlazará los departamentos del sur del país, como Putumayo, Cauca y Huila, con el norte del país. La elección estratégica de la ciudad de Neiva es fundamental, ya que esta ciudad servirá como punto de conexión con otras concesiones viales importantes y carreteras de relevancia a nivel nacional (Agencia Nacional de Vías ANI, 2015, p 1)

1.5 Antecedentes investigativos

En Colombia la investigación de la problemática de atropellamiento de la fauna en los proyectos viales ha sido escasa y dispersa, solo algunas personas han levantado información en ciertos tramos de vías y analizado los resultados para evaluar la problemática.

En este contexto, es posible hacer referencia a algunos trabajos como ~~en~~ el realizado en los Departamentos de Santander, por Meza et al., (2019), quienes analizaron la mortalidad vial de los mamíferos en tres rutas de un paisaje fracturado en el valle medio del Magdalena y en

una extensión de 75 km, donde registraron un total de 152 ejemplares de mamíferos atropellados y concluyeron que los puntos críticos se cruzan con paisajes con menor conectividad, por lo que se sugiere que las especies se ven obligadas a abandonar los hábitats adecuados en respuesta a la fragmentación del hábitat. (p. 575); en el entendido que un paisaje con menor conectividad se define como efecto barrera.

Otro estudio de esta naturaleza se ubica en el departamento de Quindío, donde Quinterio, Angel et al., (2012), registraron un total de 117 animales afectados por el atropellamiento en un tramo de carretera en los Andes Centrales en una extensión de 6.4 km, identificando que el grupo taxonómico de reptiles fue el más colisionado con 105 serpientes. (p. 99).

Según De la Ossa & Galván (2015), en el departamento de Sucre registraron 431 animales atropellados en una carretera que atraviesa un bosque seco tropical, sábanas antrópicas y un manglar en una extensión aproximada de 27.2 km, siendo el grupo de los mamíferos el más, afectados por el atropellamiento. (p. 67).

De acuerdo con Monroy, M. C et al., (2015), en el departamento de Bolívar, se evaluaron la tasa de atropellamiento en la temporada de invierno y sequía en la vía que rodea el noroccidente del Monte de María en una extensión de 49 km, llegando a la conclusión que no existe una diferencia significativa entre estaciones del año, sin embargo advierte el estudio, que al comparar los resultados de atropellamientos en la zona de estudio y según condición climática, que el grupo integrado por anfibios el que registra el mayor número de casos con 773 animales colisionados sin importar si estamos en temporada de invierno o verano; seguido por el grupo taxonómico integrado por reptiles, que presenta un total de 110 casos, y principalmente en la estación de verano, mientras que en el periodo de invierno, solo se registraron 70 casos (p. 91).

En el departamento del Cauca, el trabajo elaborado por Castillo, A. P. et al., (2015), registra 894 animales colisionados en el periodo comprendido entre agosto y diciembre de 2012, en un tramo aproximado de 92 km, siendo el grupo de los mamíferos los más afectados con 362 registros. (p. 207).

Señala Adágara. & Gutierrez (2019), que en el departamento del Magdalena, se registraron 208 atropellamientos de animales en dos vías diferentes, una en el Parque Natural Nacional Isla Salamanca y la otra, en el Parque Natural Nacional Tayrona que conectan a Barranquilla con Santa Marta, siendo el grupo de reptiles los más atropellados en las dos vías. (p. 1).

Refiere Bedoya, V. et al (2018), que en el departamento de Antioquia en dos meses por año 2016 y 2017, se registraron 283 animales afectados, siendo las más afectas las aves, y el sector de mayor atropellamiento, el valle de Aburrá. (p. 339).

En el departamento del Meta y según estudio de Astwood et al., (2018) evidenciaron que entre las especies más afectadas se encuentran los reptiles con una mortalidad aproximada de 204 animales en el tramo 79.4 km caracterizado entre otras, por la presencia de bosques, matorrales y humedales (p.321).

En el departamento del Huila Arana, Gutiérrez, & Álvarez (2022), registraron en el periodo comprendido entre octubre y diciembre un total de 102 animales afectados por el tráfico vehicular en un tramo de 54.22 km en la ruta 45 a la altura de Neiva hasta Campoalegre. La población de animales que más colisiones recibió lo integra el grupo de los mamíferos siendo la especie *Didelphis marsupialis* nombre común chucha, la más afectada (p. 60).

El análisis documental en este campo de investigación advierte la deficiencia de estudios, pero, también, de herramientas para procesar el resultado o reporte de hallazgos. Por ende, es importante resaltar los esfuerzos que viene haciendo la Institución Universitaria de Medellín ITM en el diseño de una aplicación denominada Red Colombiana de Seguimiento

de Fauna Atropellada RECOFSA con el objetivo de recopilar y examinar información con el fin de desarrollar estrategias destinadas a reducir el problema. También pretendemos fomentar que las personas se familiaricen con la red vial y participen en una iniciativa de ciencia ciudadana que les permita informar sobre atropellos a través de sus dispositivos móviles. Esta participación les brindará una mayor comprensión y conciencia acerca del impacto de las carreteras en la vida silvestre (RECOFSA, 2022). Sin embargo, la app aún no ha sido socializada en todo el país, por ende, su disponibilidad y utilidad para los potenciales usuarios no ha sido reconocida.

Es de resaltar la preocupación de los distintos investigadores por documentar y crear mecanismos para atender una problemática que existe y que en el país no se le ha dado la importancia suficiente, por ello, es importante resaltar aquí, el esfuerzo del Gobierno Nacional por comprender las afectaciones generadas por los proyectos viales a la biodiversidad, y el desarrollo de herramientas enfocadas a mitigar el impacto, como es, la formulación de una Guía de Atropellamiento de Fauna Silvestre en Colombia, sobre la Ecología de Carreteras y dar orientaciones para el análisis y la toma de datos de atropellamiento de fauna, y para evitar y mitigar los impactos generados por las infraestructuras viales, como lo refiere Jaramillo et al., (2021). Esta guía se constituye en el protocolo a aplicar para la colecta de información en los diferentes proyectos viales y la herramienta para hacer análisis comparativo en el marco de los procesos de evaluación del diseño y afectación de las vías a las especies como consecuencia de su fragmentación del hábitat.

Luego en ese propósito de dotar de políticas, protocolos y herramientas para el diagnóstico y evaluación de la problemática derivada del desarrollo vial en el campo específico de las

especies vulnerables al atropellamiento, es importante reseñar que el Gobierno Nacional diseñó el Mapa de Vulnerabilidad Faunística al Atropellamiento en todas las vías de primer orden del país, con el objetivo “establecer cuáles son las zonas donde con mayor probabilidad se acumularían puntos de atropellamiento de fauna silvestre” (Mintransporte, 2022, pág. 1), dicha herramienta establece los puntos propensos según información de ecosistemas adyacentes a la vía, ríos, bosques riparios, registros de atropellamiento, corredores biológicos, pero carece de información respecto a las especies afectadas en dichos puntos, se puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5: *Mapa de Vulnerabilidad Faunística.*



Nota: Adaptado de Mapa de Vulnerabilidad Faunística, por instituto de vías INVIAS, 2022. <https://hermes.invias.gov.co/VulnerabilidadFaunistica/>

1.6 Justificación

El actual proyecto de investigación es de gran interés para la comunidad académica, porque los resultados constituirán la línea base para conocer y analizar los comportamientos de

movilidad de la fauna silvestre en esta parte del territorio, al igual contribuirá con el registro de ubicación y distribución de las especies y con ello diferentes investigadores podrán evaluar la dinámica poblacional de las especies.

Otros actores interesados, son las autoridades ambientales, como la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA quienes podrán recomendar o exigir al concesionario de la vía la implementación de los resultados generados de la investigación; la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, que como autoridad regional podrán hacer seguimiento a los resultados obtenidos e incluirlos en recomendaciones para otros proyectos viales. También, es del interés de los movimientos y ONG ambientales para promocionar y presionar ante las autoridades responsables en la búsqueda de soluciones y el diseño e implementación de medidas que contribuyan en la conservación de la biodiversidad en el departamento.

La utilidad se configura a partir de la línea base como una herramienta para la toma de decisiones sobre proyectos viales o proyectos cuya ejecución significa la fragmentación del hábitat de la fauna, para que, en el marco de políticas públicas, se anticipe a las externalidades negativas y, en consecuencia, reducir o mitigar el impacto sobre el medio ambiente. En el caso de las concesionarias viales encontraran en este estudio una herramienta útil para su gestión del proyecto concesionado con altos protocolos en favor de la vida animal, y con ello, sus proyectos viales, acorde con el objetivo de desarrollo sostenible número 15.

La novedad de esta investigación se halla, en que es único sobre el particular en el departamento del Huila, y por qué busca a partir de la línea base, crear las condiciones para aminorar el impacto de la gestión de proyectos viales sobre la vida animal y de los ecosistemas que atraviesa la ruta 45 desde su ingreso por el municipio de Pitalito viniendo del Cauca y saliendo por el municipio de Aipe, rumbo hacia la Costa Caribe en el departamento del Magdalena.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar el impacto del diseño, estado y señalización de la vía ruta 45 en la presencia y movilidad de la fauna en el departamento del Huila.

1.7.2 Objetivos específicos

- Analizar en el marco de parámetros internacionales y nacionales el diseño, estado y características de la vía ruta 45 en el departamento del Huila y su relación para la conservación de la vida animal y los ecosistemas circundantes.
- Identificar las especies y los puntos de mayor afectación al hábitat y movilidad de la fauna presente en los ecosistemas de la vía ruta 45 en el departamento del Huila, que lleven a la creación y diseño de un modelo de mitigación de la externalidad.
- Identificar patrones culturales y de accesibilidad que permitan considerar potencialidades y ventajas comparativas en términos de protección eficiente de la fauna en la vía ruta 45 en el departamento del Huila

1.8 Hipótesis

1.8.1. Hipótesis del trabajo

Al realizar este trabajo de tesis de la evaluación del impacto del diseño de la ruta 45 en el departamento del Huila se identificará las afectaciones a la fauna, es posible que el impacto sea mínimo o de gran magnitud, por lo que es necesario conocer los resultados cuantitativos para generar el material de medidas mitigación si se requieren. En ese orden, a continuación, se formulan las hipótesis de trabajo en el marco que orientan la investigación, así:

1.8.1.1. Hipótesis 1. Entre la construcción, operación de la ruta 45 y la afectación a la fauna del departamento del Huila.

H1. La construcción y operación de la ruta 45 generan grandes impactos en siniestralidad de la fauna del departamento del Huila afectando su movilidad, número de población y comportamientos y la vida de los ecosistemas adyacentes al proyecto.

Explicación referencial de la hipótesis uno.

Las teorías que respaldan la idea de que las vías generan impactos en la fauna han sido investigaciones a lo largo del tiempo, según Fayad et al., (2019), los efectos negativos de las carreteras, como la fragmentación de hábitats, el aislamiento de poblaciones y modificaciones en el comportamiento de la fauna, han sido documentados desde los años 70, con tasas de mortalidad por atropellamiento (p. 37), Sorprende la falta de una regulación extensa y aplicable para reducir su incidencia desde entonces. A pesar de ello, se han realizado intentos para abordar estas deficiencias, y se emitió la metodología establecida en la Guía de Atropellamiento de Fauna Silvestre en Colombia por el Gobierno Nacional.

1.8.1.2. Hipótesis 2. Identificación de los puntos propensos al atropellamiento de fauna silvestre y especies afectadas en la ruta 45 del departamento del Huila.

H2: En el trayecto que atraviesa en el departamento del Huila la ruta 45, a la fecha, no se ha identificado por ninguna organización los puntos específicos que puedan ser definidos como propensos al atropellamiento de fauna silvestre y especies afectadas, dada la calidad en el diseño y estado de la vía.

Explicación referencial de la hipótesis dos.

Es de gran importancia lograr medir la accesibilidad y conectividad de la biodiversidad en los ecosistemas adyacentes al proyecto vial, por lo tanto, se implementará la metodología de

evaluación de la fragmentación y conectividad ecológica (Sinchi, pág. 2018) que permitirá la identificación de áreas afectadas por procesos de fragmentación producto de la construcción y operación de la ruta 45, al igual que contribuirá en información clave para el mantenimiento o recuperación de la conectividad ecológica del departamento.

En ese orden, se logrará generar información base para la implementación de pasos de fauna en los diseños de las vías que contribuirán en la mitigación del impacto por atropellamiento de fauna silvestre, y que según Rincón, (2022) *“la construcción de estructuras de cruce de vida silvestre ha llegado a convertirse en una práctica estándar para ayudar a restaurar el movimiento de la vida silvestre a través de las carreteras y contribuir a la conservación de la biodiversidad”* (p 24), hechos que son de obligatorio observación y de ubicación en el recorrido por el Huila y para esta investigación.

Por otro lado, las medidas estructurales implementadas en los diseños de la vía pueden influir en una gran proporción, los pasos de fauna silvestre son una opción que contribuye a la movilidad segura de la fauna en los proyectos viales. Según Correa (2020) Las obstrucciones físicas contribuyen a disminuir los choques entre vehículos y animales silvestres, logrando un mayor impacto cuando se complementan con pasos de fauna que están bien planificados y situados estratégicamente (p. 15).

En ese orden, el trabajo de campo y de observación directa según estándares nacionales e internacionales y la Guía de Atropellamiento de Fauna Silvestre en Colombia, permitirá aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

1.8.1.3. Hipótesis 3. Identificación de patrones culturales y accesibilidad en beneficio de la fauna presente en la ruta 45.

H3: El proyecto vial ruta 45 fue construido en la década de los sesenta generando una fragmentación de los ecosistemas adyacentes, no obstante, la biodiversidad presente tuvo que adaptarse a los cambios generados por el proyecto, y así mismo superar la problemática.

Por lo tanto, la resiliencia de la fauna presente en los ecosistemas adyacentes al proyecto pudo haber generado una nueva conectividad entre los ecosistemas fragmentados, usando como medio los actuales diseños de la vía, ya sea como los puentes, box culvert, sistemas de drenaje, etc.

Explicación referencial de la hipótesis tres

La resiliencia es una capacidad de adaptarse a los cambios generados en el ambiente y así superar las adversidades, por lo tanto, la fauna y bosques están vinculados para lograrlo entre sí, según Thompson (2011) “la resiliencia forestal está vinculada con la biodiversidad propia del ecosistema” (pág. 25), es decir, todas las especies presentes en un ecosistema cumplen un papel muy importante para llevar a cabo la resiliencia. Por lo anterior, toda la fauna presente en los ecosistemas adyacentes al proyecto vial ruta 45 aporta significativamente para que todos los ecosistemas superen los cambios de fragmentación generados por la construcción y operación de la vía.

De igual forma, la fauna ha tenido que adaptarse a los cambios generados por el proyecto, utilizando pasos de conectividad como puentes, box culvert, sistemas de drenaje y así poder cumplir el rol en los ecosistemas adyacentes. Según Clevenger et al., (2001), quienes evaluaron en Canadá el uso de las estructuras de drenaje de aguas lluvias de las carreteras como pasos de conectividad por la fauna presente en los ecosistemas, y obtuvieron que dichas

estructuras si son utilizadas por la fauna presente, pero teniendo en cuenta otros factores, como diámetro, pendiente de la red e impacto del ruido por los vehículos.

En ese orden, se puede afirmar, que en la ruta 45 la fauna estaría utilizando algunas estructuras para lograr un paso seguro, las cuales deben ser identificadas y evaluar su efectividad.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: MARCO DE REFERENCIA BASES TEÓRICA Y LEGAL

2.1. Marco Legal.

De acuerdo con la legislación ambiental colombiana en la siguiente Tabla (1) se presenta un resumen de la normatividad vigente a la fecha que aplicarían a la propuesta investigativa:

Tabla 1 *Normatividad vigente*

Norma	Tema	Contenido
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 70	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá evitar y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Constitución Política de Colombia 1991.	Artículo 95. Numeral 8	Son deberes de la persona y el ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente	Regula el aprovechamiento de los recursos naturales renovables como (Atmosfera, agua, tierra, flora, fauna).
Ley 99 de 1993	por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Entidades que regula la explotación de los recursos naturales del país y realiza el seguimiento a las medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación de impactos.
Resolución 1517 de 2012	Por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad.	adoptar el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad
La Resolución 0256 de 2018	Por la cual se adopta la actualización del Manual de compensaciones ambientales del componente	Actualizar el manual de compensaciones ambientales del componente biótico en los diferentes proyectos que puedan afectar el componente

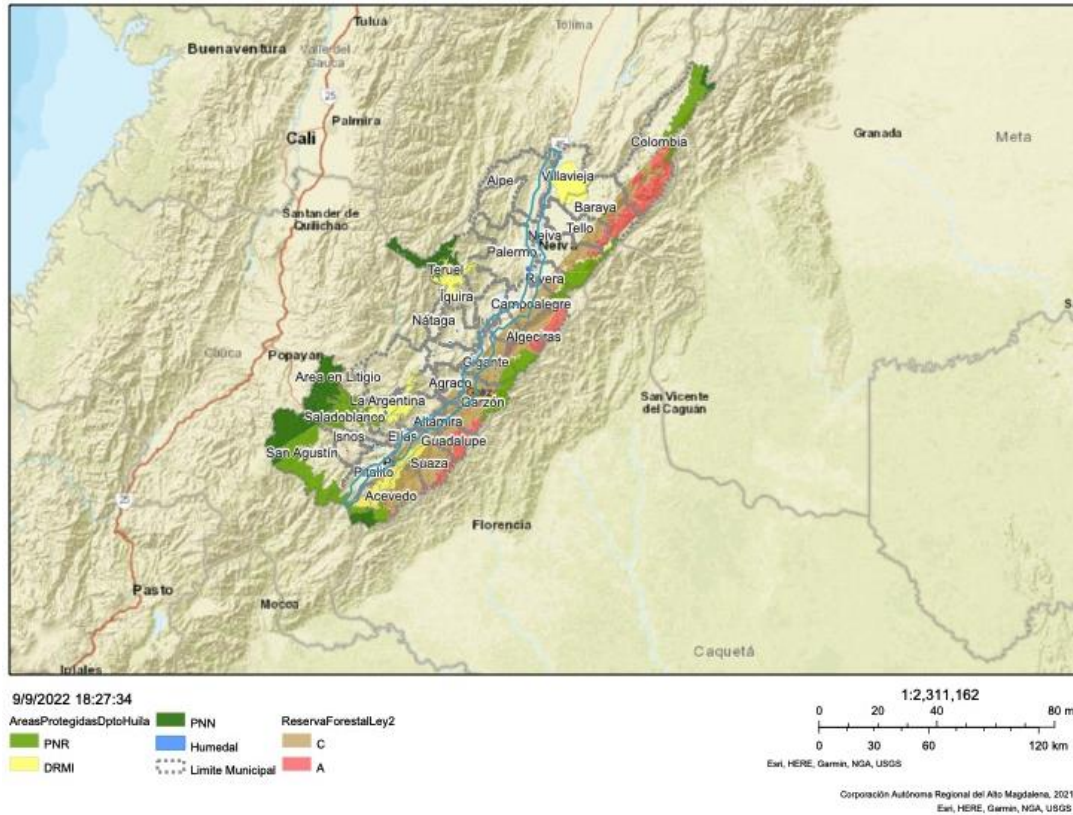
	biótico y se toman otras determinaciones.	
Decreto 1076 de 2015,	Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición.	La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA- es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País
Ley 1774 de 2016	por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones.	Los animales como seres sintientes no son cosas, recibirán especial protección contra el sufrimiento y el dolor, en especial, el causado directa o indirectamente por los humanos, por lo cual en la presente ley se tipifican como punibles algunas conductas relacionadas con el maltrato a los animales, y se establece un procedimiento sancionatorio de carácter policivo y judicial.

2.2. Marco Geográfico

La actual propuesta de investigación tiene como referencia la siguiente ubicación geográfica, donde se evaluará los impactos generados a la fauna por la operación de la ruta 45, la cual se tendrán en cuenta la evaluación de parques naturales, regionales, áreas protegidas y ecosistemas estratégicos adyacentes a la vía mencionada, dichas áreas se pueden apreciar en la Figura 6.

Por ende, la unidad de análisis es el tramo de 297 km que atraviesa el departamento del Huila, entrando por el sur en el Municipio de Pitalito y saliendo al norte en el Municipio de Aipe.

Figura 6: Zona de influencia de la propuesta de investigación con las áreas protegidas del departamento del Huila.



Nota: Adaptado del Mapa de Áreas Protejidas del departamento del Huila, CAM, 2022.
https://utility.arcgisonline.com/arcgis/rest/directories/arcgisoutput/Utilities/PrintingTools_GPServer/x____xcre16JYbetKafgLCeLIWLA..x____x_ags_fbfa9689-3096-11ed-9fea-12ddcd18f797.pdf

2.3 Marco Teórico

Como se mencionaba anteriormente en los antecedentes investigativos, existen diferentes autores a lo largo del tiempo que han desarrollado investigaciones para determinar la Tasa de Atropellamiento de la fauna en los diferentes proyectos viales a nivel Nacional. No obstante, las investigaciones aplicadas en Colombia han sido trabajos replicados de otros países, como lo es, Anthony P., Bryan, & Kari E. (2003) quienes evaluaron un tramo de 100 km en Canada y registraron 677 animales atropellados, posteriormente implementaron

análisis estadísticos para analizar la distribución espacial de los puntos propensos a accidentabilidad.

La actual propuesta de investigación basará sus procedimientos de muestreo y análisis bajo la Guía de Atropellamiento de Fauna silvestre en Colombia, la cual busca dar orientaciones básicas para el entendimiento y diagnóstico del atropellamiento de fauna silvestre en el país. Recoge las experiencias adquiridas por la Institución Universitaria de Medellín ITM en conjunto con los ministerios de Ambiente y Transporte.

En ese orden, la actual investigación añadirá a su proceso investigativo la metodología implementada en el trabajo realizado por (Arana-Rivera et al., 2022), quienes evaluaron un pequeño tramo de la ruta 45, con ello se buscara analizar y comparar los resultados entre las dos investigaciones y así comprender la evolución de la problemática de atropellamiento en el proyecto vial ruta 45.

De igual forma, se basará en los trabajos de Payan et al., (2013), (Seijas, 2013) donde implementan la metodología para obtener e identificar la tasa de atropellamiento generado por los proyectos viales, con base a dichos trabajos, se logrará identificar la TA del proyecto vial ruta 45, donde se conocerá cuántos animales mueren por kilómetro recorrido en todo el trayecto vial analizado.

De igual forma la propuesta se tendrá como guía en el análisis de los datos colectados en campo con el trabajo realizado por, Igor Pfeifer et al., (2008) quienes al coleccionar la información en campo, analizaron con el uso de estadísticas la información para determinar el impacto generado por la vía.

Adicionalmente, se implementará la metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica del paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local,

que aportará los pasos para la colecta de información pertinente para medir la fragmentación del proyecto vial ruta 45 y brinde información base para la toma de decisiones de conectividad.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

La propuesta de investigación responde a un estudio mixto, ya que según Hamui-Sutton (2013), Las características distintivas de los enfoques mixtos (MM) radica en la integración de las perspectivas cuantitativa (cuanti) y cualitativa (cuali) dentro de un mismo estudio. (pág. 212). Por ende, la actual investigación concuerda lo mencionado anteriormente, ya que tiene un componente cuantitativo, producto de un trabajo de campo donde se registrara los sucesos que afecten a la fauna presente en la unidad de análisis de esta investigación que se registrara mediante la toma de fotografías, coordenadas, características morfológicas, y cualitativo donde se utilizara una herramienta de encuestas a la población residente en el área adyacente en la unidad de análisis, a los usuarios de la vía como conductores de empresas privadas y particulares, al igual que profesionales de las empresas encargadas de la concesión de la vía.

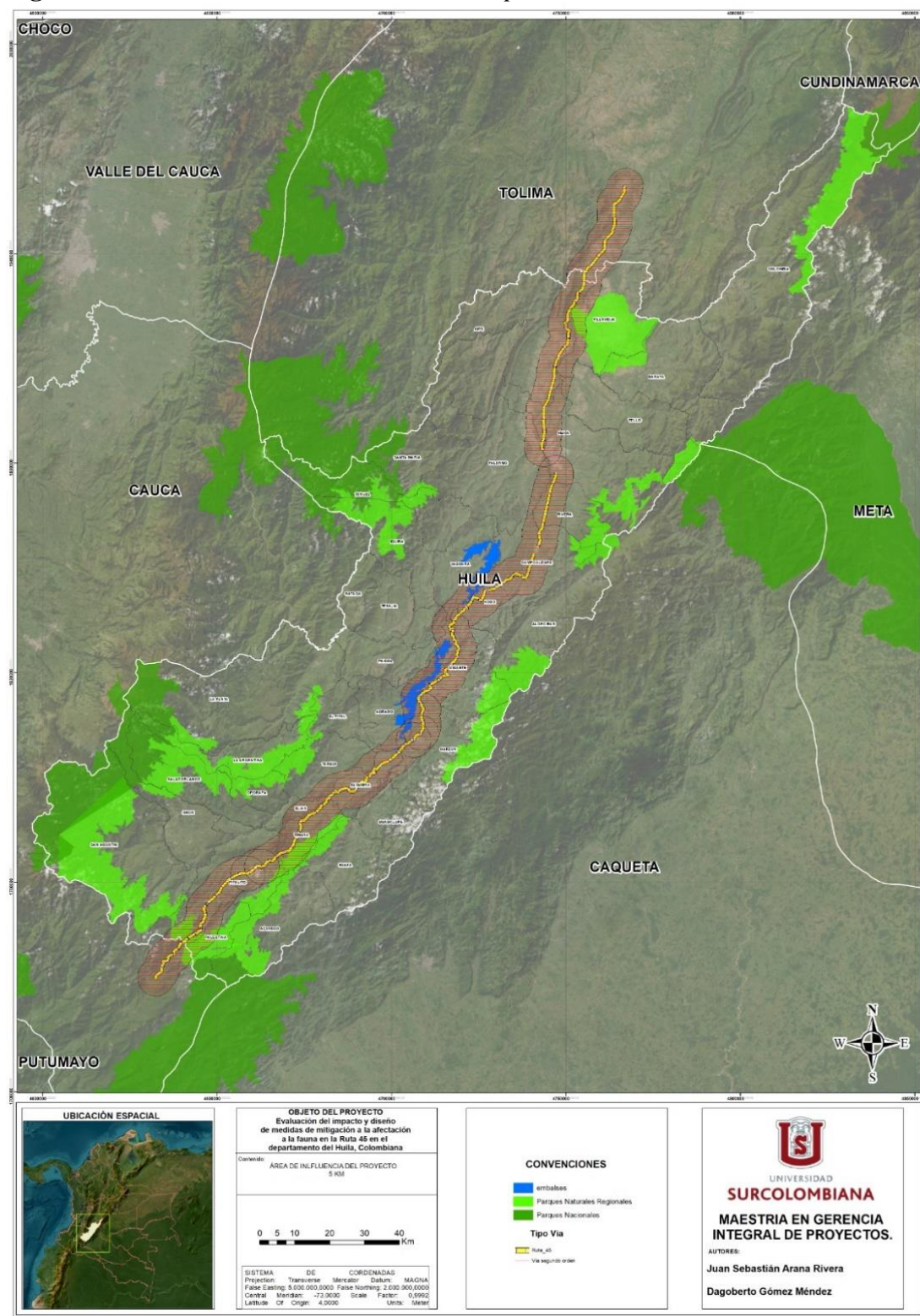
3.2. Población y Tamaño de la Muestra

En la parte cualitativa se trabajará con herramientas de entrevistas semiestructuradas bajo la escala de Likert, basándose en los trabajos realizados por (Castro Molinares, 2017), (Uribe Bedoya, 2018) y fundamentos propios, dirigidas a la población residente en el área adyacente al proyecto, personal vinculado a las concesionarias viales, conductores particulares y de empresas de transporte privado, se estaría implementando una muestra de treinta (30) encuestas a población vinculada y beneficiada del proyecto vial. Por lo anterior, se utilizará

la metodología del proceso analítico jerárquico que ayuda en la toma de decisiones, donde se deberá determinar los criterios de posibles soluciones a la problemática y serán comparados entre la población entrevistadas, que con la ayuda de ponderación se determinará la posible solución pertinente acorde con toda la población involucrada.

Unidad de análisis será el polígono conformado por perímetro de 5 km que van desde la berma a ambos costados de la vía, de norte a sur del tramo que atraviesa el departamento del Huila comprendido de 297 km, la cual se puede apreciar en la figura 7.

Figura 7 : Unidad de análisis ruta 45 en el departamento del Huila.



Nota: Elaborado por el grupo investigador a través de ArcGIS, 2022.

3.3.Procedimiento de la Investigación

Aprobado el proyecto se procederá a dar cumplimiento al cronograma establecido, el cual consiste en recorrer la ruta 45 desde el Municipio de Aipe hasta el Municipio de Pitalito con una frecuencia de una (1) vez por semana, registrando las afectaciones a la fauna por atropellamiento a través del uso de base de datos, fotografías, coordenadas, describiendo el entorno donde se levanta la información, identificando las especies afectadas.

3.3.1. **Asignación de rutas:** La ruta 45 al tener una extensión muy larga en el departamento se procederá a asignar tramos a los integrantes del equipo para distribuir el trabajo en campo.

3.3.2. **Recorridos:** Cada profesional realizará el recorrido por la vía asignada por un tiempo de tres (3) meses con una frecuencia de una (1) vez por semana.

3.3.3. **Colecta de información de la vía:** Al encontrar un animal atropellado, deberá identificar las variables físicas y técnicas de la vía, como:

1. Hora y fecha del momento en el que se encontró el atropellamiento.
2. Kilómetro o abscisa
3. Nombre de la vía (o municipio)
4. Número de carriles
5. Paisaje y / o Vegetación adyacente
6. Pendiente, si existe curva vertical (grados)
7. Peralte (porcentaje)
8. Tipo de curvatura (radio pequeño, radio grande, no posee)
9. Velocidad máxima permitida
10. Como se encuentra alineada la vía con respecto a la zona adyacente

3.3.4. *Colecta de información del animal*

Encontrado el animal atropellado se procederá a levantar la siguiente información:

1. Coordenadas geográficas del registro
2. Fecha (día-mes-año)
3. Identificación de las características del animal (Estado de desarrollo biológico juvenil o adulto; sexo; variables morfométricas; clase taxonómica; especie o nombre común.
4. Registro fotográfico del animal y cobertura adyacente
5. Retirar el animal de la vía para evitar doble registrarlo en el próximo recorrido

3.3.4. *Ordenamiento de la Información*

La información colectada en campo deberá ser almacenada de manera ordenada en Excel, para facilitar el manejo de la información que posteriormente será analizada.

3.3.5. *Análisis de los Resultados*

Posterior al ordenamiento de la información colectada en campo se procederá a analizar los datos obtenidos para poder hallar la siguiente información:

1. Número de atropellamientos: Es la cuantificación del impacto de la infraestructura sobre la fauna, para esto, se realiza un conteo de carcasas (restos de animales) durante el tiempo de la investigación.
2. Tasa de Atropellamiento TA (Número de individuos/ km/día): Para evaluar dicho impacto se divide el número total de individuos atropellados entre el kilometraje recorrido en un día de monitoreo. A partir de esta tasa se pueden adaptar tasas mensuales. Se debe calcular el TA (fecha o de donde sale este indicador) por especie o por grupo taxonómico ya que son diferentes.

3. Análisis para establecer medidas de mitigación: se deberá utilizar sistemas de información geográficos SIG para poder evaluar los datos colectados en campo.

3.3.6. Conclusiones

Al finalizar el análisis estadístico de la información colectada en campo, se deberá recomendar los puntos estratégicos que deben ser intervenidos y posibles estrategias pertinentes que mitiguen los impactos negativos a la fauna producto de la operación de la ruta 45.

3.4. Instrumentos

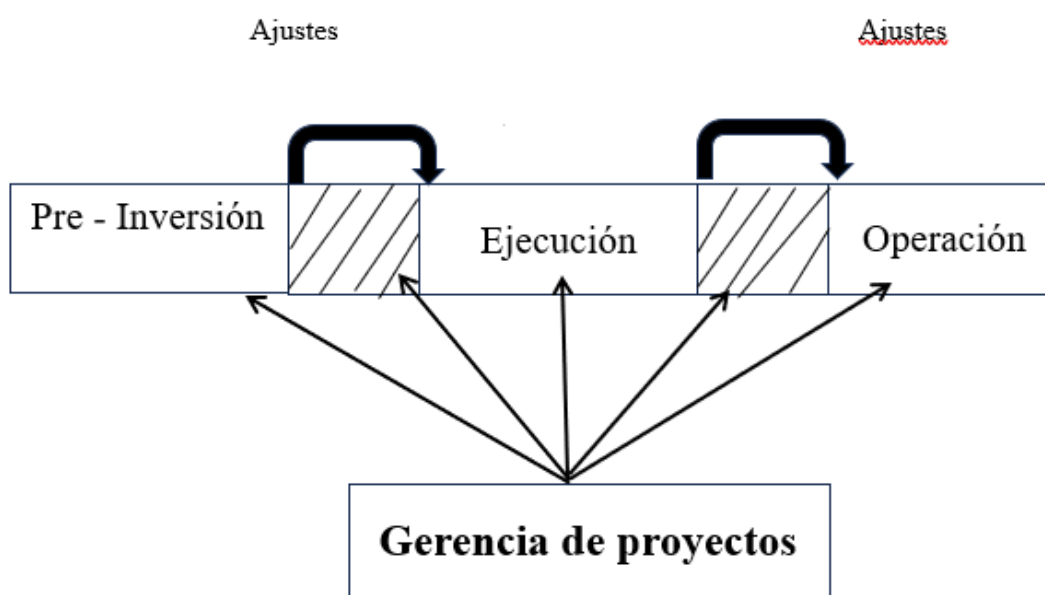
1. Teléfono Móvil (cámara y aplicación de GPS)
2. Vehículo
3. Decámetro
4. Tabla de Campo
5. Resma de Papel
6. Lapicero
7. Conos de seguridad vial
8. Guantes de látex
9. Computadora que incluya ArcGIS

4. ANALISIS DE RESULTADOS

El logro de los objetivos que responden a las pregunta principal y orientadoras, que gobiernan esta investigación, en su concreción parte de reconocer lo afirmado por Méndez (2020), sobre las falencias presentes durante el desarrollo del ciclo del proyecto, y que se hace evidente en el caso de la unidad de análisis con el eje vial de primer orden y a cargo de

la nación como es la ruta 45, como contenedor o espacio funcional en ejecución pero que hoy, en un proceso de rediseño y ampliación en el marco de lo que se ha conocido en el país cómo rutas 4G, se hace necesario observar “la importancia de la gerencia en cada una de las etapas del ciclo del proyecto” (p.519) como se observa en la figura 8.

Figura 8: *Gerencia y ciclo de proyectos*

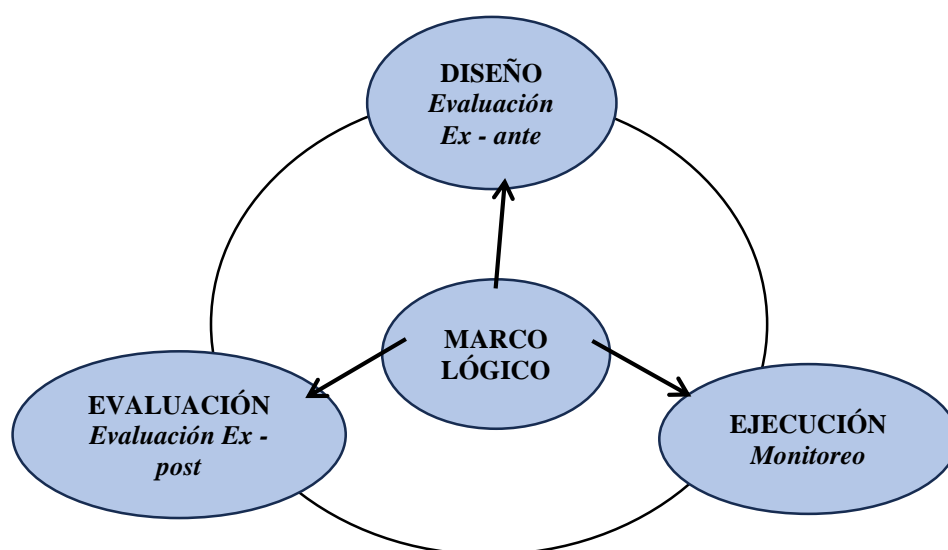


Nota: Adaptado del libro formulación y evaluación de proyectos: enfoque para emprendedores /Rafael Méndez, 2020.

En relación con el proyecto Santana - Mocoa - Neiva, parte de la Cuarta Generación de Concesiones Viales en Colombia y América Latina, se destaca como uno de los principales programas de asociación público-privada en infraestructura, según la (Agencia Nacional de Infraestructura ANI), el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo (FONADE) y el Consorcio Consultoría Concesiones Viales Colombia (CCVC) (los Estructuradores). En el contexto del recorrido en el departamento del Huila del eje vial ruta 45, el gerente del

proyecto requiere herramientas y conceptos relacionados con los estudios de evaluación ex ante, monitoreo y evaluación ex post. La tesis titulada "Evaluación del impacto y diseño de medidas de mitigación a la afectación de la fauna en la ruta 45 en el tramo Huila" busca una distinción armoniosa de los conceptos y su ubicación en el ciclo del proyecto. Consultando a los operadores y ejecutores del proyecto (ver anexos 1 y 2), se observa que la vía no incorpora pasos de fauna en su diseño dentro del marco de la 4G y carece de señalización a lo largo del proyecto en ejecución. Esto resalta la responsabilidad del gerente del proyecto, como responsable de la ejecución y dueño del proyecto, de considerar las fases del mismo, como se muestra en la figura 9

Figura 9: *ciclo de un proyecto*



Nota: Adaptado del Manual de Monitoreo de la ejecución de proyectos, OPS (1999).

Para efectos del logro propuesto en este documento, abordaremos según la siguiente estructura, cada uno de los objetivos planteados y de paso contrastar las hipótesis formuladas, conscientes que en el polígono que integra la unidad de análisis definido por el área de

influencia directa puntual y local, se dan los espacios arriba referidos en las figuras que anteceden, responden a la metodología del marco lógico y el ciclo de los proyectos.

4.1. Parámetros en el diseño de vías de alto flujo vehicular para la conservación de la vida animal.

La política pública al reconocer a los animales como seres sintientes, el cual es “La habilidad de experimentar una diversidad de emociones y sentimientos, que incluyen placer, dolor, alegría y miedo, constituye la capacidad de ser consciente. Algunos animales incluso manifiestan emociones más complejas, como el duelo y la empatía.” (World Animal Protection, 2023, pág. 1) , han incorporado parámetros observables en los desarrollos de infraestructuras vial que hoy son universales y que demandan un esfuerzo y recursos en el diseño y construcción de ejes viales, que incorporan acondicionamientos de pasos de fauna silvestre para reducir los impactos en los ecosistemas circundantes y adyacentes, con lo cual el impacto negativo derivado del atropellamiento y la mortalidad de la fauna que circula en la carretera, se reduce.

4.1.1. Parámetros Técnicos Internacionales y casos documentados

Para reducir la afectación a la biodiversidad adyacente en los proyectos viales se han establecido una serie de medidas estructurales y no estructurales.

- ❖ **Madrid (España)**, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015), establece algunos parámetros para la construcción de algunos pasos de fauna que contribuyan a la reducción de la mortalidad y faciliten la conectividad de los ecosistemas fragmentados.

En la tabla Número 2 se presenta una reseña de los parámetros observables en España, el cual busca responder a los conceptos de estructura, imagen referencial, dimensiones y fauna objetivo de ser beneficiada.

Tabla 2: Parámetros internaciones para estructuras enfocadas a pasos seguros para la fauna.


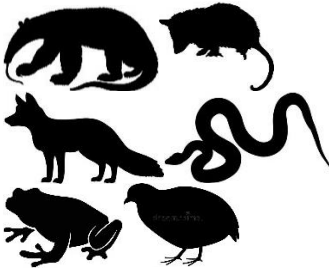
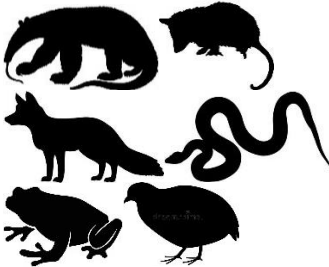
Estructura	Fotografía	Dimensiones	Fauna Beneficiada
ECODUCTO	<p>Figura 10: Ecoducto paso superior de fauna.</p>  <p><i>Nota:</i> Adaptado de la página web https://laderasur.com/articulo/pasos-para-animales-y-ecoductos-una-esperanza-para-disminuir-el-atropello-de-fauna-silvestre-en-el-mundo/</p>	<p>“Anchura mínima: 80 m. Grosor mínimo de tierra vegetal para plantaciones de especies herbáceas: 0,3 m, de arbustos: 0,6 m y de árboles: 1,5 m.” (Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente Pág 38)</p>	<p>Adecuado para todo tipo de especies terrestres</p> 
PASO SUPERIOR ESPECIFICO PARA LA FAUNA		<ul style="list-style-type: none"> • “Anchura mínima: 20 m y relación anchura/ longitud superior a 0,8. • Anchura recomendada: 40–50 m. • Altura de la pantalla lateral: 2 m. • Grosor mínimo de tierra vegetal para plantaciones herbáceas: 0,3 m; para plantaciones de arbustos: 0,6 m” (Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente pág 43) 	<p>Adecuado para todo tipo de especies terrestres</p> 

Figura 11: *Paso superior Especifico*



Nota: Adaptado de la página web ALLPE, 2023.

<https://www.allpe.com/nosotros/campos-de-trabajo-nosotros/infraestructuras-campos-de-trabajo/infraestructuras-medio-ambiente/pasos-de-fauna-e-infraestructuras/>

Figura 12: *Paso entre árboles*



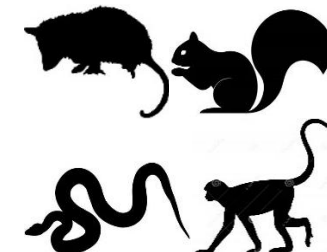
**PASO ENTRE
ÁRBOLES**

Nota: Adaptado de la página web BIOTICA, 2018

<https://www.bioticaconsultores.com/disenio-construccion-paso-fauna/>

“Cables a partir de un diámetro de 4 cm
Puentes de malla: dos cables paralelos, separados entre 20 y 30 cm, con una red entre ellos.
Plataformas de 30 cm de anchura”
(Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente pág 53)

Especies de hábitos
arborícolas



VIADUCTO ADAPTADO

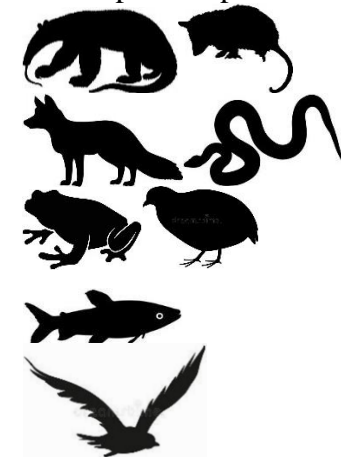
Figura 13: *Viaducto Adaptado*



Nota: Tomada por el equipo investigador, 2023.

Las dimensiones se establecerán en función de los condicionantes hidráulicos y topográficos

Todo tipo de especies



PASO INFERIOR ESPECÍFICO PARA GRANDES MAMÍFEROS

Figura 14: *Paso inferior específico para grandes mamíferos*



Nota: Adaptado de la página web DOCPLAYER, 2016.
<https://docplayer.es/76173878-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico-f-a-c-u-l-t-a->

“Altura mínima: 3,5 m.

En áreas con presencia de mamíferos que supere los 80 cm de altura, la anchura mínima: 7 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) $> 0,75$.

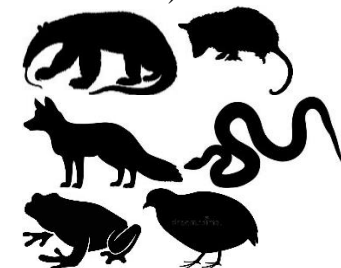
En áreas con presencia de ciervo, anchura mínima: 12 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) $> 1,5$.

Anchura recomendada para optimizar su efectividad: 15 m.

Los pasos deben tener la mínima longitud posible; por ello, siempre que sea posible, se construirán perpendiculares a la vía, y no excederán los 70 m de longitud.”

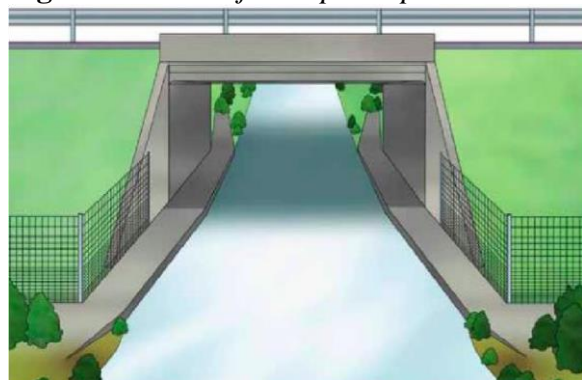
(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 63)

Todo tipo de especie de tamaño mediano (Max 2.5m altura)



DRENAJE ADAPTADO PARA ANIMALES TERRESTRES

Figura 15: *Drenaje Adaptado para animales*



Nota: Adaptado del documento prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada), 2015.

“Las dimensiones de los drenajes se establecerán en función de los condicionantes hidráulicos.

En el caso de proyectos de desfragmentación de vías en funcionamiento puede considerarse la adaptación de drenajes de anchuras inferiores a 2 m solo en el caso que vayan destinados a pequeños y medianos mamíferos.

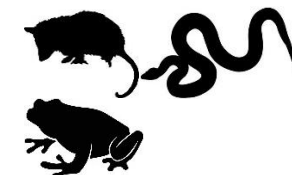
Anchura mínima de banquetas laterales: 0,5 m. Su altura se definirá en función de la lámina de inundación habitual.

Pendiente recomendada de las rampas de acceso a las banquetas laterales: 30°; máxima: 45°.

Para que el paso pueda ser utilizado para ungulados debe tener como mínimo las dimensiones indicadas para los pasos inferiores multifuncionales.”

(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 75)

Todo tipo de especie de tamaño pequeño (Max 30 cm altura)



VALLADOS PERIMETRALES PARA GRANDES MAMÍFEROS

Figura 16: *Vallado perimetral*

“La altura recomendada de la valla y la distancia entre los postes varían en función de las especies a las que va destinado el cerramiento”

(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 100)

Pequeños y medianos mamíferos





Nota: Adaptado de la página web endesa, 2021.

<https://www.endesa.com/es/prensa/sala-de-prensa/noticias/eficiencia-energetica/medioambiente/endesa-instala-vallas-perimetrales-canales-vilaller-gavet-lerida-protoger-fauna>

Nota: Tabla elaborada por el grupo investigador, con base a las prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales, segunda edición, revisada y ampliada (2015).

- ❖ **Canadá**, Con el propósito de reducir las colisiones entre vehículos y la vida silvestre y mantener conectado el hábitat, en el año 2013 se implementó 4,7 km de vallados perimetrales para grandes mamíferos, un paso inferior elíptico grande y dos alcantarillas de caja de concreto más pequeñas, las cuales se puede evidenciar en la Figura 16 y 17 junto a la fauna beneficiada la cual se encuentra en la tabla número 3. Adicionalmente, en el 2015, añadieron señales de cruce de vida silvestre y el uso de tableros de luces al costado de

la carretera para advertir a los conductores que reduzcan la velocidad para indicar que hay vida silvestre presente (Government of Canada, 2022, pág. 1)

Tabla 3: Estructuras documentadas internacionalmente


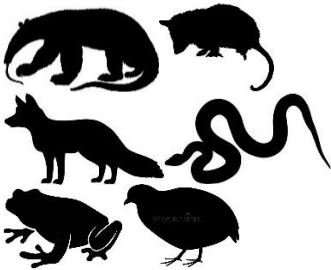
Medida	Fotografía	Dimensiones	Fauna Beneficiada
DRENAJE ADAPTADO PARA ANIMALES TERRESTRES CANADA	<p>Figura 17: Alcantarilla de paso seguro de fauna.</p> 	<p>“Según las condicionantes hidráulicas y fauna nativa o presente.” (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 75)</p>	<p>Todo tipo de especie de tamaño pequeño (Max 30 cm altura)</p> 

Figura 18: Evidencia de la efectividad de los pasos de fauna.



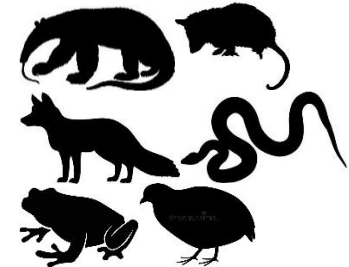
Nota: Adaptado de la página de Government of Canada, Proyecto de cruces de vida silvestre en la autopista 93 sur, 2022, [¿https://parkscanadaca.translate.google.com/pnnp/bc/kootenay/gestionmgmt/passage93scrossing?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es419&_x_tr_pto=se](https://parkscanadaca.translate.google.com/pnnp/bc/kootenay/gestionmgmt/passage93scrossing?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es419&_x_tr_pto=se)

ECODUCTO ARGENTINA

Figura 19: Eco-ducto construido para el paso de fauna.

Anchura mínima: 80 m
Grosor mínimo de tierra vegetal para plantaciones de especies herbáceas: 0,3 m, de arbustos: 0,6 m y de árboles: 1,5 m.
(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 38)

Adecuado para todo tipo de especies terrestres





Nota: Adaptado de la página Proyecto Yaguareté, 2018, <https://www.facebook.com/proyaguarete/photos/1397008823731875>

Figura 20: *Primer eco-ducto construido en America Latina.*



Nota: Adaptado de la página Misiones Online, Ecoducto Misiones: Imágenes desde un drone de

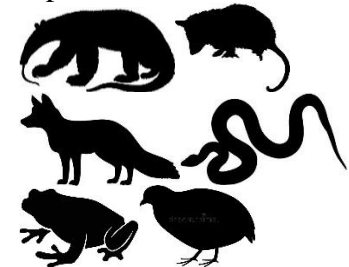
este puente natural para proteger la fauna única en América Latina, 2014,
<https://misionesonline.net/2014/12/02/ecoducto-misionesimagenes-desde-un-drone-de-este-puente-natural-paraprotegerlafauaunico-en-america-latina>

Figura 21: Construcción de pasos seguros para la fauna en México



Anchura mínima: 20 m y relación anchura/ longitud superior a 0,8. Anchura recomendada: 40–50 m. Altura de la pantalla lateral: 2 m. Grosor mínimo de tierra vegetal para plantaciones herbáceas: 0,3 m; para plantaciones de arbustos: 0,6 m (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente pág 43)

Adecuado para todo tipo de especies terrestres



PASO SUPERIOR ESPECIFICO PARA LA FAUNA MEXICO

Nota: Adaptado de la página Laboratorio de Espacio Público de México, 2022,
<https://www.facebook.com/Lepmx/posts/pfbid0Lot4DcUQJoA61HkwujdTKheApHss981Hsst79Xr68FrukW45yy1EnFGirnZsy1GCI>

Figura 22: Construcción de pasos seguros para la fauna en el proyecto Tren Maya



Nota: Adaptado de la página Laboratorio de Espacio Público de Mexico, 2022, <https://www.facebook.com/Lepmx/posts/pfbid0Lot4DcUQJoA61HkwujdTKheApHss981Hsst79Xr68FrukW45yy1EnFGirnZsy1GCl>

Nota: Tabla elaborada por el grupo investigador, 2023.

❖ **Argentina**, en el 2014, en la provincia de Misiones (ecorregión del Bosque Atlántico) se han construido más de 25 pasos de fauna, incluido el primer ecoducto de América Latina. La construcción de este paso de fauna se llevó a cabo como parte de un conjunto de acciones para reducir los efectos negativos en el medio ambiente, presentado por la organización Conservación Argentina en la región del corredor de biodiversidad Urugua-í-Foerster en respuesta a la pavimentación de la ruta Nacional 101, la cual se puede evidenciar en la figura 18 y 19 en la table número 3, (Arguello, 2014, pág. 1). Esta estructura permite que la fauna nativa circule por sobre la vía y aumenta la permeabilidad de las rutas.

- ❖ **México**, el proyecto denominado Tren Maya que actualmente se construye en el sur del país “arrastra” numerosos retos, uno de estos es generar el menor impacto ambiental posible para una obra de infraestructura de esta magnitud. El proyecto busca atender una problemática ambiental ignorada en el pasado: garantizar la movilidad de las poblaciones naturales (fauna), afectada por las vías de comunicación; y la preservación de la diversidad genética de las especies endémicas. Para lograr esto se están construyendo pasos superiores para la fauna, las cuales se pueden evidenciar en las figuras 20 y 21 en la tabla número 3 (Landa, 2021, pág. 1).

4.1.2. Parámetros Técnicos Nacionales y Casos Documentados


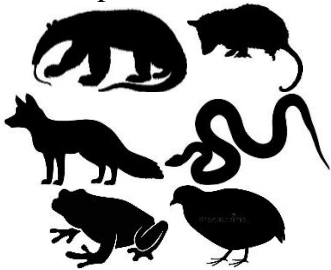

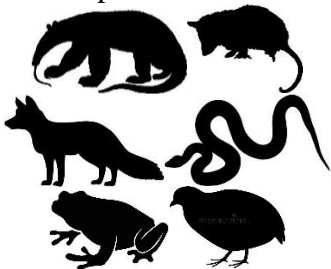
Es de resaltar qué, en el caso colombiano, las autoridades responsables de la política en esta materia han acogido y adaptado los parámetros internacionales a la realidad nacional, por lo tanto, las características son las mismas y solo se modifican según la fauna nativa registrada en los proyectos viales.

En ese orden de ideas, en Colombia existe el documento elaborado por Quiñones (2020) *“Pasos de Fauna en Infraestructura Lineal”*, el cual recomienda la incorporación de las obras estructurales para el paso seguro de la fauna establecidas en la Tabla 2 y 4, mediante la intervención temprana de los diferentes proyectos viales, como las etapas de prefactibilidad y factibilidad, ya que incide notablemente en la reducción de costos de los proyectos.

- ❖ **Colombia**, además de acoger las recomendaciones de Quiñones (2020), La Agencia Nacional de Seguridad Vial (2022), elaboró el **Manual de Señalización Vial de Colombia-Dispositivos uniformes en la infraestructura para la regulación del tránsito y la seguridad vial. Volumen I**, que busca la señalización vial en el territorio nacional enfocados a minimizar el impacto del atropellamiento de la fauna circundante,

a partir de algunas señales de tránsito informativas, como se puede evidenciar en la tabla número 4.

Tabla 4: Señales de tránsito informativas para el paso de fauna silvestre en Colombia.


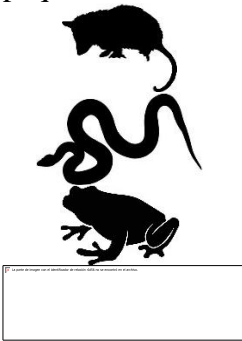
Medida	Fotografía	Dimensiones	Fauna Beneficiada
Señal de Tránsito (SP-49 presencia de animales en la vía)	Figura 23: Señal de tránsito presencia de animales en la vía 	<p>“Altura mínima: 2.60 metros. Distancia máxima desde la calzada: 3.60 metros. Distancia mínima desde la calzada: 1.80 metros.” (Agencia Nacional de Seguridad Vial pág 116)</p>	<p>Adecuado para todo tipo de especies terrestres</p> 
Señal de Tránsito (SP-49A cruce de animales en la vía)	Figura 24: Señal de tránsito cruce de animales en la vía. 	<p>“Altura mínima: 2.60 metros. Distancia máxima desde la calzada: 3.60 metros.” Distancia mínima desde la calzada: 1.80 metros. (Agencia Nacional de Seguridad Vial pág 117)</p>	<p>Adecuado para todo tipo de especies terrestres</p> 

Nota: Adaptado del manual de señalización vial de Colombia, 2022

Nota: Elaborado por el grupo investigador, con base al manual de señalización vial de Colombia, 2022.

Luego y siguiendo a Quiñones (2020), en la tabla número 5 se exponen las medidas estructurales adicionales a las expuestas en la tabla 2, con lo cual se mejorará la conectividad de los ecosistemas adyacentes en las carreteras y aminorar el impacto sobre la vida animal que, como consecuencia a la fragmentación del hábitat, hacen uso de la vía carretable para conectarse a sus ecosistemas naturales.

Tabla 5: *Parámetros estructuras enfocadas a pasos seguros para la fauna nativa de Colombia*

Estructura	Fotografía	Dimensiones	Fauna Beneficiada
ZANJAS ABIERTAS O ALCANTARILLAS SUPERFICIALES	<p>Figura 25: <i>Zanjas abiertas o alcantarillas para paso de fauna</i></p> 	<p>“Al menos 0,4m de ancho y 0,3m de alto, manteniendo coeficiente de apertura ≥ 0.01. La superficie de paso debe tener una cobertura ligera de arena o suelo, que coincida con el suelo de las áreas circundantes.</p> <p>Conectividad con las áreas de aproximación en las superficies de aproximación y en el acceso se deben evitar escalones o rampas con pendientes superiores al 15%.</p> <p>Debe mantener vegetación arbustiva de porte bajo, que, sin dificultar el paso de los animales, los oculte parcialmente de depredadores.”</p> <p>(Quiñones pág 73)</p>	<p>Fauna terrestre pequeña</p> 

PASOS PARA FAUNA ACUÁTICA

Figura 26: *Pasos de fauna acuática*



Nota: Adaptado del Informe Pasos de fauna en infraestructura lineal, 2020.

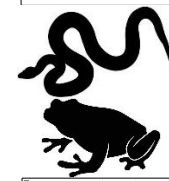
En condiciones ideales, mantienen intacta la integridad del cauce, sin alteraciones en el sustrato ni en las condiciones de flujo del agua.

El diseño de la estructura de drenaje debe garantizar que no se producirán fenómenos de socavación u otros efectos que puedan alterar el flujo del agua. Especialmente se debe evitar la formación de desniveles que generen obstáculos que dificulten el tránsito de la fauna acuática.

Para el caso de dobles calzadas u otra infraestructura con derechos de vía superiores a 20 metros, se deberá garantizar el acceso de luz y ventilación, para lo cual se debe considerar la interrupción de la estructura de drenaje en el separador.

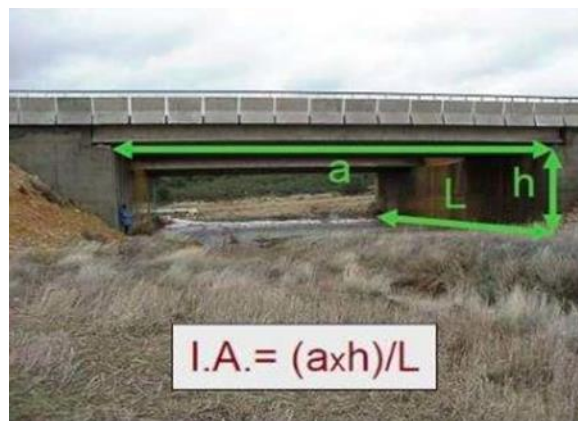
Se recomienda que las estructuras sean amplias, tanto para acoger crecientes del cauce, como para permitir el paso de las especies de fauna acuática que evitan tramos del cuerpo de agua con poca luz.” (Quiñones pág 76)

Especies acuáticas, como mamíferos, peces, reptiles y anfibios



ÍNDICE DE APERTURA

Figura 27: Formula de índice de Apertura en puentes



Nota: Adaptado del Informe Pasos de fauna en infraestructura lineal, 2020

Figura 28: Formula de índice de apertura en redes de drenaje



“Es el coeficiente de apertura o entrada de una estructura, ya sea un puente, red de drenaje, Por lo tanto, es un indicador de la amplitud de un paso de fauna inferior la cual se logra apreciar en las figuras 26 y 27.

En ese orden de ideas, se plasman los cálculos para establecer el índice de apertura pertinente según la estructura en la figura 28.” (Quiñones pág 48)

Figura 29: Cálculos del Índice de Apertura

Para estructuras de sección semicircular (media circunferencia)			
Radio (r)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)
r	$=(\pi \cdot r^2)/2$	12	$=((\pi \cdot (r^2))/2)/L$
1	1,57	12	0,13
5	39,25	12	3,27

Para estructuras de sección rectangular					Para estructuras de sección redonda			
Ancho (a)	Alto (h)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)	Radio (r)	Área de la sección	Largo (L)	Índice de apertura (IA)
a	h	$=a \cdot h$	L	$= (a \cdot h) / L$	r	$=\pi \cdot r^2$	12	$= (\pi \cdot (r^2)) / L$
2	2	4	12	0,33	1	3,14	12	0,26
10	4	40	12	3,33	5	78,5	12	6,54

Nota: Adaptado del informe pasos de fauna en infraestructura lineal, 2020

Nota: Adaptado del Informe Pasos de fauna en
infraestructura lineal, 2020

Nota: Elaborado por el grupo investigador, con base *Pasos de Fauna en Infraestructura Lineal*, 2023.

La información que reportan las anteriores tablas y siguiendo la metodología existente en el país, se requieren ciertas características y criterios técnicos que señalan los valores mínimos a adoptar en las distintas tipologías del paso de fauna, como se aprecia en la tabla 6. Es de anotar que estas exigencias técnicas son de obligatoria observancia tanto en la etapa del ciclo del proyecto, en especial la reinversión como de inversión y, en este caso de proyectos viales

Tabla 6: valores a considerar para pasos inferiores

Tipología del paso de fauna	Valores mínimos aceptables para un paso de fauna			Ejemplo con una calzada sencilla (7,65m de ancho más 2m de bermas)	
	Ancho/radio mínimo (m)	Altura/radio mínimo (m)	Mínimo índice de apertura (I.A.) aceptable	Longitud (m)	I.A. resultante
Puente	10	2	0,750	9,65	2,073
Pontón o Box culvert	3	2,5	0,750	9,65	0,777
Alcantarilla redonda	1,5	1,5	0,400	9,65	0,732
Alcantarilla redonda	0,9	0,9	0,250	9,65	0,264

Nota: Adaptado del documento Pasos de Fauna en Infraestructura Lineal, 2020.

De igual manera y, al referirse al número de pasos de fauna, la normativa exige la aplicación de los siguientes criterios de observancia técnica en la etapa de inversión del proyecto vial, estableciendo una regla general del número mínimo de puntos con estructuras de pasos, como se aprecia en la tabla 7.

-Tabla 7: Número de pasos a instalar según el porcentaje de conectividad fragmentada.

Características de la conectividad afectada por el proyecto.	Porcentaje de la longitud del tramo de corredor afectado, que debe restituirse en pasos de fauna.	Número mínimo de puntos con estructuras de pasos de fauna.
Conectividad entre fragmentos de ecosistemas y/o coberturas naturales aisladas con áreas de menos de 1km ²	5,0%	2

Conectividad entre fragmentos con áreas de 1 a 5 km ²	7,5%	3
Conectividad entre fragmentos de ecosistemas y/o coberturas naturales con áreas de 5 a 10 km ²	10,0%	4
Conectividad entre coberturas naturales continuas de más de 10 km ² , entre áreas protegidas del SINAP, entre áreas identificadas en portafolios de conservación, y/o en los corredores de conectividad regional definidos por el Sinchi.	15,0%	5

Nota: Adaptado del documento Pasos de Fauna en Infraestructura Lineal, 2020.

El análisis de la normativa y exigencia técnica en Colombia permite evidenciar que algunos ejes viales y en ciertos tramos se han implementado los pasos para fauna como por ejemplo el paso entre árboles en el departamento de Antioquia a través de la concesionaria Vías del Nus, que han “instalado señalización preventiva e informativas, sobre la presencia de fauna sobre el corredor vial que conecta al Valle de Aburrá con el Noreste antioqueño, la construcción de siete pasos de fauna terrestre, la instalación de un paso aéreo para los animales arborícolas que puedan transitar sin ser atropellados” (Concesión Vías del Nus - VINUS, 2022, pág. 1).

También se puede documentar en el mismo departamento y es específico en la autopista Medellín – Bogotá, los pasos de fauna segura para una población arborícola Zarigüeyas, ardillas, titíes, tamandúas y perezosos, como se puede evidenciar en las figuras 30 y 31.

Figura 30: *Paso entre árboles*



Nota: Adaptado de la página web <https://images.app.goo.gl/kxMKYWbKkXHwWK86>, 2022.

Figura 31: *Instalación del paso seguro.*



Nota: Adaptado de la página web <https://images.app.goo.gl/kxMKYWbKkXHwWK86>, 2022.

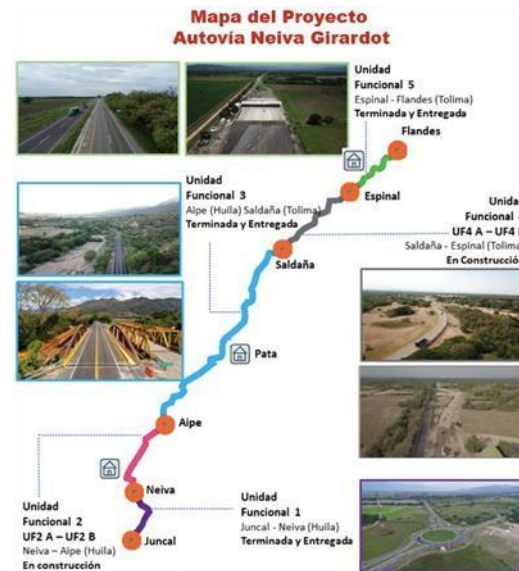
Sin embargo, es preciso antes de presentar los casos documentados e implementados de pasos para fauna o señalización, presentes en la Unidad de Análisis, precisar que se refiere al ramal de la ruta 45 en una extensión de 297 kilómetros comprendidos entre las coordenadas 3°24'30.35"N - 75°11'59.72"O (Aipe) y 1°34'30.15"N - 76°18'15.66"O (Pitalito) (ver figura 32 y 33), y que está gestionada por dos concesionarios: 1) Autovía Neiva Girardot, encargada del tramo Neiva-Aipe al Norte del departamento y 2) ruta al Sur, encargada del tramo Neiva-Pitalito al Sur del departamento.

Figura 32: ruta 45 y su clasificación según su administrador- color rojo: AUTOVIAS S.A.S., color blanco: ruta al sur S.A.S



Nota: Adaptado del mapa del sistema de información vial,2023. https://hermes2.invias.gov.co/Sistema_de_Informacion_Vial/

Figura 33: Mapa del proyecto AUTOVIAS S.A.S.



Nota: Adaptado de la página AUTOVIA Neiva-Girardot, Mapa del Proyecto, 2023, <http://www.autovia.com.co>

Luego y en el marco de las responsabilidades asociadas al tramo del eje vial asignadas en el territorio huilense a cada concesionario, se puede evidenciar en favor de la vida animal y como una obligatoriedad para todos los actores de conservar y proteger la fauna que transita sobre el eje vial, las siguientes acciones según tramos de vías, así

Proyecto vial al Norte del departamento del Huila (Neiva-Aipe)

La concesionaria encargada de la vía al Norte del Huila ya se encuentra ejecutando el proyecto Neiva-Girardot, denominada Unidad Funcional 2-UF2 A – UF2 B, el cual consiste en la construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación y mantenimiento del corredor vial, la cual se puede evidenciar en la figura 32. Dicha Unidad Funcional 2, la cual va desde el Municipio de Neiva hasta el Municipio de Aipe ya se encuentra en la ejecución del

proyecto. No obstante, los diseños estructurales del proyecto no contemplan la construcción de los pasos de fauna circundante, pero se han incorporado una serie de estrategias como la instalación de señales preventivas sobre la presencia de fauna en la vía, la cual se puede observar en la figura 34, señales informativas para incidir que los conductores no atropellen la fauna, la cual se puede apreciar en la figura 35. Sin embargo, el proyecto vial cuenta con puentes, box culvert, alcantarillas de drenaje que se podrían adaptar, para fortalezcan el objetivo de prevención y mitigación del impacto generado por el proyecto vial.

Figura 34: Señales preventivas instaladas sobre la presencia de fauna en la vía.



Nota: Registro fotográfico del equipo investigador en el proyecto vial Unidad funcional 2, 2022.

Figura 35: Señales informativas instaladas al Norte de la ruta 45.



Nota: Registro fotográfico del equipo investigador en el proyecto vial Unidad funcional 2, 2022.

Tramo Neiva-Pitalito al Sur del departamento del Huila:

En ejecución las obras de rehabilitación y construcción de doble calzada, la cual brindará una mejor movilidad en tramos de la ruta 45, como es la construcción de la doble calzada entre los Municipios de Campoalegre-Neiva. Esta Obra proyectada corresponde a la Unidad Funcional 1, la cual iniciara en el mes de junio del año 2023.

La vía al sur del Huila objeto de intervención y administrada por la concesionaria ruta al Sur S.A.S. actualmente en la vía no se evidencia estructuras de pasos de fauna construidos por la concesionaria para mitigar la afectación a la fauna, según información disponible y que se presenta en el anexo1, la empresa contempla la importancia de los pasos de fauna y la construcción o identificación de los cruces seguros de los animales por la vía, con el fin de lograr la disminución en el atropellamiento de fauna silvestre previamente identificada en el área de influencia directa del proyecto de todas las unidades funcionales.

No obstante la vía cuenta con infraestructuras como las proyectadas en la tabla 8, entre las que se cuentan los puentes, box culvert y alcantarillas de drenaje que no están diseñados con las exigencias y técnicas de los parámetros nacionales e internacionales para ser considerado como paso de fauna, por lo que se han registrado atropellamientos de fauna en las mismas estructuras, como se evidencia en las figuras 36 y 37, pero, que la naturaleza propia de los animales, se pudo constatar que son utilizados por algunas especies para cruzar de un lado a otro de la vía o refugiarse, afirmación que se deduce de la presencia de huellas mamíferos y aves, entre otras especies. Ver figuras 38 y 39.

Figura 36: Registro de un ave atropellada sobre un puente



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Figura 37: Registro de un mamífero atropellado sobre un puente



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Figura 38: Registro de huellas de mamíferos circundante




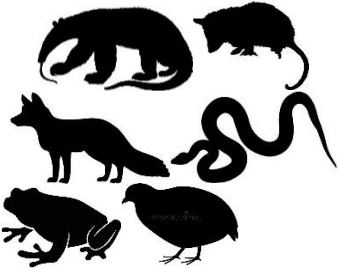

Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Figura 39: Registros de huellas de aves circundantes



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Tabla 8: construidas actualmente en la ruta 45

Estructura	Fotografía	Dimensiones	Fauna Beneficiada
PUENTES	<p>Figura 40: Puentes instalados en la ruta 45</p> 	Las dimensiones de los puentes construidos en la ruta 45 están diseñados en función de los condicionantes hidráulicos y topográficos, mas no en función de la fauna circundante ya que se han evidenciado el atropellamiento de la fauna sobre la misma estructura figura 40 y 41.	<p>Se lograría adecuar para todo tipo de especies terrestres</p> 
	<p>Figura 41: Puentes instalados en la ruta 45</p> 		

Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022.

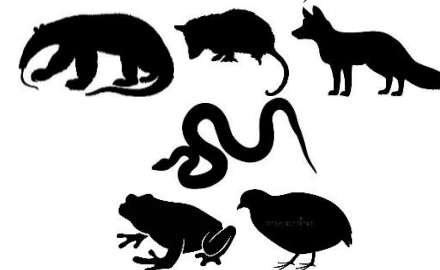
Figura 42: *Nivel del Cauce evita el paso seguro*



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022.

Las dimensiones de los Box Culvert construidos en la ruta 45 están diseñados en función de los condicionantes hidráulicos y topográficos, mas no en función de la fauna circundante, eeste tipo de estructuras son utilizadas por la fauna para cruzar de un lado a otro y para refugiarse, ya que se logró evidenciar huellas de mamíferos cruzando la estructura por la parte inferior, al igual que se observó que habitan murciélagos, es de resaltar, que aunque sean utilizadas por la fauna, estas estructuras no cumplen con los parámetros establecidos para ser catalogado paso de fauna segura, ya que no se contemplan la cuota de inundación y son delimitados con alambre púa, la cual se evidencia en la figuras 42 y 43

Se lograría adaptar para todo tipo de especie de tamaño mediano (Max 2.5m altura)



BOX CULVERT

Figura 43: *cerca de alambre evita el cruce de fauna.*



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022.

Figura 44: *Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto*

Alcantarillas de Drenaje



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Se lograría adaptar para la fauna de tamaño pequeño

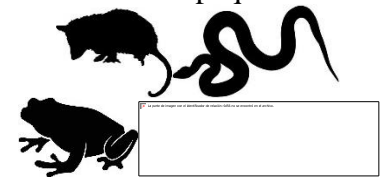


Figura 45: *Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto*



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Figura 46: *Alcantarillas de drenaje instaladas en el proyecto*



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Figura 47: Viaducto en la ruta 45.

**VIADUCTO
ADAPTADO**



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022

Las dimensiones de los Viaductos construidos en la ruta 45 están diseñados en función de los condicionantes hidráulicos y topográficos ver figura 47, no obstante, aunque es una estructura que beneficia todo tipo de especies, solo se registró un individuo colisionado en la estructura.



Nota: Elaborado por el equipo investigador, 2023.

Si bien es cierto que en este tramo, no existe en largo trayecto condicionamientos para el paso de fauna, es necesario reconocer que, existen actualmente y antes de la intervención del concesionario, algunas estructuras en la vía al sur que están diseñadas para el flujo vehicular, que cumplen con todos los parámetros establecidos en la tabla 2 y 5, para ser catalogados como paso de fauna segura, y que en el argot técnico se conocen Viaductos y su construcción obedecen a las exigencias del proyecto de la Central Hidroeléctrica El Quimbo.

Luego a manera de conclusión sobre los *parámetros en el diseño de vías de alto flujo vehicular para la conservación de la vida animal*, en el proyecto vial ruta 45 desde el Municipio de Aipe hasta el Municipio de Pitalito, se puede inferir de los hechos y documentos observados, que si bien existen algunas infraestructuras que pueden ser considerados adecuados a los parámetros técnicos del orden internacional y nacional, y que otros podrían ser adecuados, con base a información suministrada por el consorcio vial y presentada en el anexo 2, no existe en el diseño pasos de fauna que minimicen los efectos de fragmentación y cifras de atropellamiento de la fauna circundante.

Si es un hecho notorio que el caso del consorcio Autovías encargada del norte de la ruta 45 de la implementación de señales preventivas e informativas, sobre la vía, sin embargo, el trabajo de campo, nos indica que no son efectivas, ya que dentro del muestreo realizado se evidenció que la fauna era atropellada a escasos metros de las señales instaladas, dichas estrategias tendría un mejor resultado si van acompañas de otras medidas que contribuyan al propósito como reductores de velocidad físicos e informativos, por ejemplo las usadas son las zonas escolares, las cuales han evidenciado que al acercarse a una institución educativa, las señales preventivas, informativas de paso de peatones, alteran la conducta del conductor y por ende, la reducción de velocidad. Otra forma, son las señales que indican reductores de

velocidad pintadas en el eje vial que hacen un efecto psicológico en el conductor y por ende una reducción de la velocidad.

En otro escenario un poco menos atractivo, es la implementación de estructuras que obligan a reducir la velocidad de los vehículos, como son los resaltos, sin embargo, dada las características de las vías, que tienen una velocidad promedio y un alto flujo vehicular, pues no deben ser tan recomendadas técnicamente.

4.2. Identificación de los puntos propensos de atropellamiento y la medición de accesibilidad y conectividad de la biodiversidad.

La ruta 45 es una vía de primer orden y su construcción ha implicado la fragmentación del hábitat en los diferentes ecosistemas adyacentes y presentes en el departamento. Bajo esta consideración y con base al estudio realizado por (Angel Oviedo, 2015), se han identificado en el departamento del Huila una amplia variedad de ecosistemas dada su diversidad topográfica y climática. A continuación, se relacionan algunos de los ecosistemas presentes en el departamento:

Bosques tropicales húmedos: Se encuentran en las regiones bajas y cálidas del departamento, caracterizados por altas precipitaciones y temperaturas constantes. Estos bosques son ricos en biodiversidad y albergan una amplia variedad de especies de plantas y animales.

Bosques montanos: Ubicados en las zonas montañosas del Huila, estos bosques presentan una mayor altitud y una temperatura más fresca. Son hogar de especies adaptadas a condiciones más frías y se caracterizan por la presencia de árboles de hoja perenne.

Páramos: Los páramos son ecosistemas de alta montaña que se encuentran en las cumbres de las cordilleras. En el Huila, se pueden encontrar páramos, como el Páramo de las Papas y el Páramo de las Hermosas. Estas áreas son importantes para el suministro de agua y albergan especies únicas y endémicas.

Humedales y lagunas: El departamento del Huila cuenta con numerosos humedales y lagunas, que son áreas de vital importancia para la conservación de la biodiversidad y la regulación hidrológica. Estos ecosistemas albergan una gran cantidad de aves acuáticas y otros organismos acuáticos.

Bosques secos tropicales: En las zonas más secas del departamento, como la región del desierto de la Tatacoa, se encuentran dichos ecosistemas. Estas áreas presentan una vegetación escasa y adaptada a condiciones áridas.

A partir de la información previa, se identificaron los usos de suelos en el área de influencia a la ruta 45, como se muestra en la figura 48. No obstante y de acuerdo con lo definido en la unidad de análisis, su delimitación georreferenciada corresponde al área definida por el polígono construido con una distancia de 5 kilómetros medidos desde la berma y en contorno a la ruta 45 en el tramo que corresponde al departamento del Huila, y, que en la presente investigación en adaptación al concepto de la Corte Constitucional en la Sentencia de Tutela - ST 135, se constituye en el **área de influencia directa puntual**, , mientras que el **área de influencia directa local**, la conforman los territorios adyacentes y que están por fuera del polígono definido en la unidad de análisis, (Corte Suprema de Justicia, 2013).

Nota: Elaborado por equipo investigador, 2023.

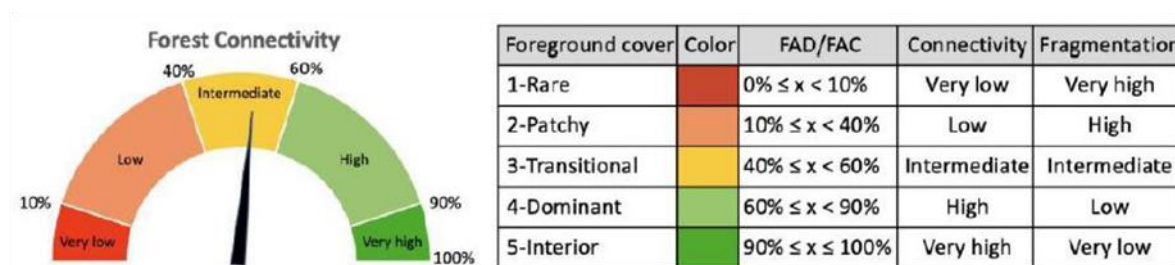


En ese orden, la construcción, expansión y operación del proyecto vial analizado, ha sido una constante en el desarrollo de la región, facilitando la conectividad y la movilidad de las personas y bienes. Sin embargo, esta infraestructura crucial también tiene un impacto significativo en los ecosistemas naturales que atraviesan, revelando una preocupante consecuencia: la fragmentación de los paisajes y la interrupción de los delicados equilibrios ecológicos.

La fragmentación de ecosistemas del área de influencia directa local del proyecto vial se refiere a la división de hábitats naturales en fragmentos más pequeños y aislados debido a la construcción de dicha infraestructura. Este fenómeno puede tener consecuencias devastadoras para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, alterando patrones de dispersión de especies, reduciendo el número de poblaciones y aumentando la vulnerabilidad a fenómenos como la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.

Medir la fragmentación de los ecosistemas presentes en el rango del área de influencia directa puntual al proyecto vial ruta 45 en el departamento del Huila como un paso fundamental para comprender su impacto en la conectividad de los ecosistemas. Se hizo uso del análisis de patrones con la ayuda del software Guidos Toolbox (Vogt, 2017). Dicha metodología calcula el porcentaje de densidad forestal en el área de estudio basándose en el análisis de ventanas móviles. Estas ventanas abren diferentes cantidades de píxeles de la imagen satelital y realizan cinco análisis diferentes para determinar el grado de fragmentación del uso del suelo. Luego, se obtiene un promedio de estos análisis son categorizados con base a la información reflejada en la figura 49.

Figura 49: Categorías de fragmentación según la metodología Guidos Toolbox

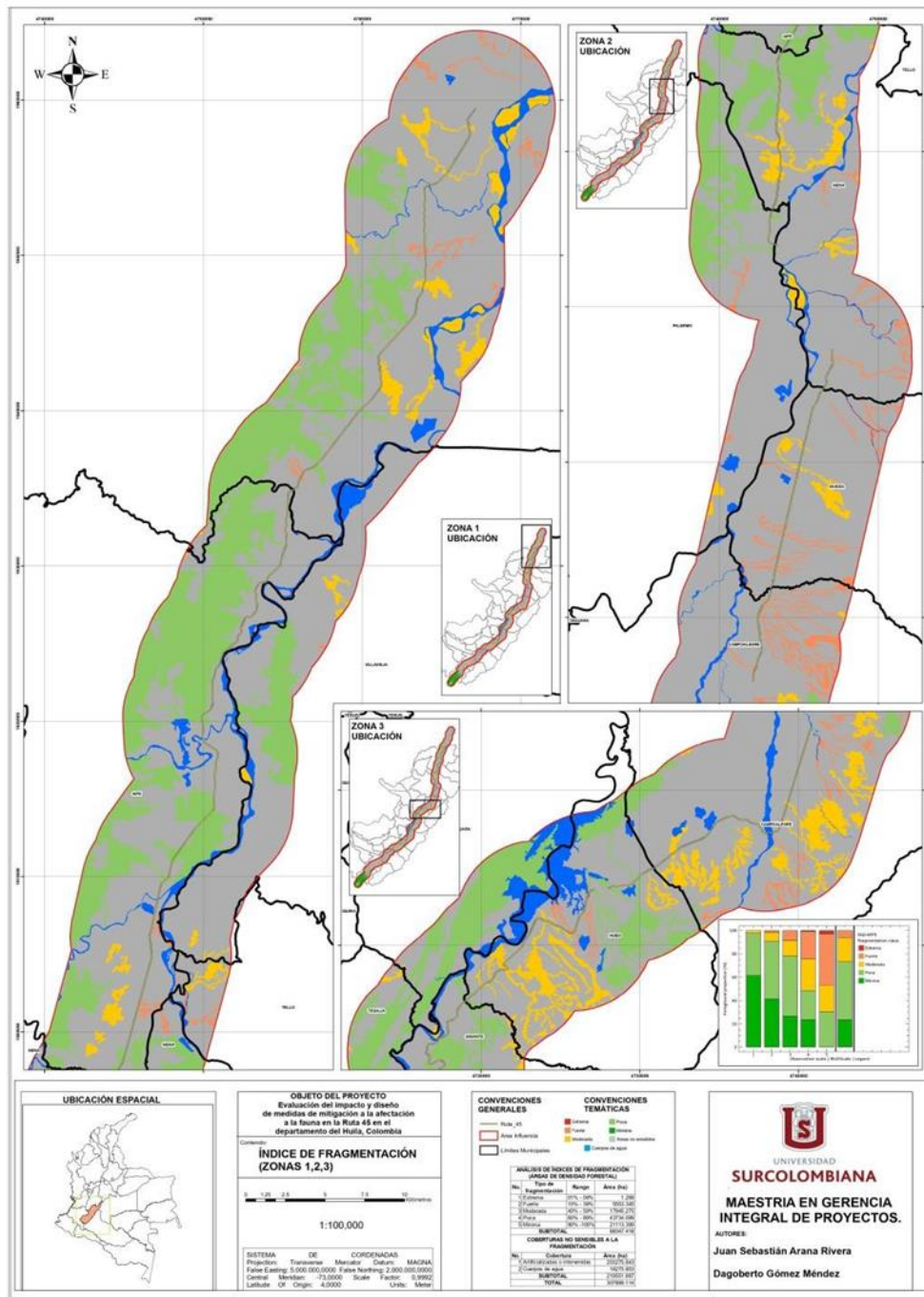


Nota: Adaptado de la Guía del usuario de Guidos Toolbox, 2023.

El análisis de fragmentación del área directamente influenciada por el proyecto vial se divide visualmente en siete zonas para facilitar la observación, aunque los resultados se derivan del análisis integral del mapa. Las figuras 50 y 51 ilustran las fragmentaciones espaciales en los ecosistemas de esta área, mientras que la figura 52 muestra el gráfico de barras del software con los cinco resultados y el promedio general de fragmentación según la metodología de la figura 49. En la figura 53 se detalla el tipo de fragmentación y la extensión en hectáreas del área analizada. En resumen, se observa que los ecosistemas en esta zona presentan principalmente un *tipo de fragmentación Poca*, con un rango del 60% al 89%.

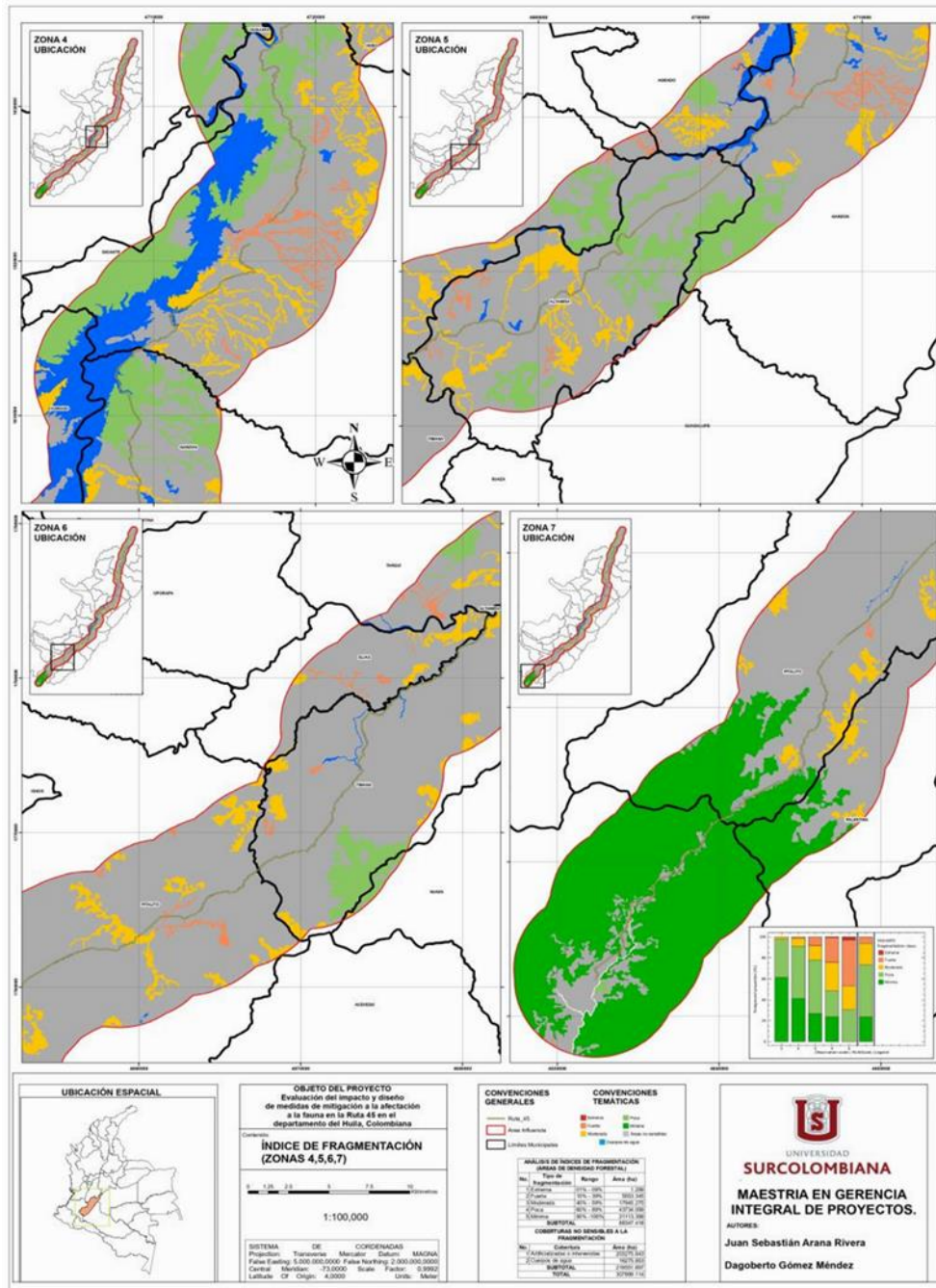
Es importante destacar que gran parte de las áreas dentro de la influencia directa del proyecto vial se destinan principalmente a actividades agrícolas, con barreras vivas que influyen positivamente en los resultados de la herramienta Guidos Toolbox. Además, al sur de la región analizada, se encuentran dos áreas protegidas, Peñas Blancas y el Corredor Biológico los Guácharos, con predominio de cobertura forestal, contribuyendo positivamente a los resultados. La presencia del río Magdalena, que fluye paralelo al proyecto vial, también impacta los resultados debido a la cobertura vegetal a lo largo de su cuenca.

Figura 50: Medición de la fragmentación de los ecosistemas del área de influencia directa puntual del proyecto vial 1 parte.



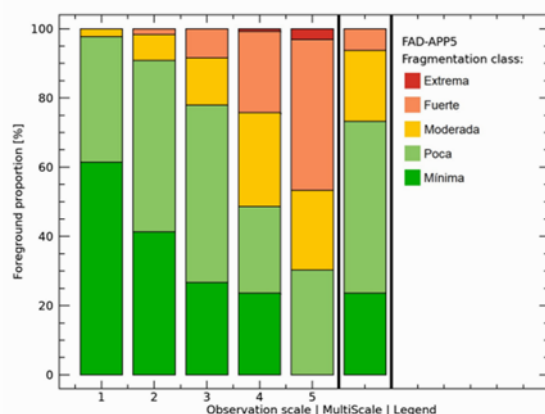
Nota: Elaborado por el grupo investigador, 2023.

Figura 51: Medición de la fragmentación de ecosistemas del área de influencia directa puntual del proyecto vial 2 parte.



Nota: Elaborado por el grupo investigador, 2023.

Figura 52: Promedio de fragmentación



Nota: Elaborado por el grupo investigador, 2023.

Figura 53: Áreas y porcentaje de fragmentación

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE FRAGMENTACIÓN (ÁREAS DE DENSIDAD FORESTAL)			
No.	Tipo de fragmentación	Rango	Área (ha)
1	Extrema	01% - 09%	1.299
2	Fuerte	10% - 39%	5553.345
3	Moderada	40% - 59%	17945.275
4	Poca	60% - 89%	43734.099
5	Mínima	90% -100%	21113.399
SUBTOTAL			88347.418
COBERTURAS NO SENSIBLES A LA FRAGMENTACIÓN			
No.	Cobertura		Área (ha)
1	Artificializadas o intervenidas		203275.843
2	Cuerpos de agua		16275.853
SUBTOTAL			219551.697
TOTAL			307899.114

Nota: Elaborado por el grupo investigador, 2023

Por otro lado, el estado de conservación de las especies es un factor muy importante para comprender la posible afectación a dichas áreas producto de la construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento de proyectos, Según Ecología Hoy (2023), el estado de conservación es una medida que verifica la viabilidad de la existencia actual y futura de una especie. Esta evaluación no se limita únicamente al tamaño actual de la población, sino que también considera las tendencias históricas, así como las posibles amenazas presentes en el entorno, como depredadores y cambios en el hábitat natural, para ello se puede clasificar de la siguiente forma: Bajo Riesgo (Preocupación Menor (LC) - Casi Amenazada (NT)), Amenazada (Vulnerable (VU) – En Peligro (EN) – En Peligro Crítico (CR)), Extinto (Extinta en Estado Silvestre (EW) – Extinta (EX)) (pág. 1.).

En ese mismo sentido de construcción de concepto, es relevante resaltar la existencia de varias áreas protegidas dentro del área de influencia directa puntual del proyecto, lo que subraya la importancia crucial de priorizar la conservación en estas zonas. La Corporación




Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) ha llevado a cabo una minuciosa caracterización de la fauna y flora en base a los planes de manejo ambiental desarrollados para estas áreas protegidas. Gracias a estos documentos, se puede apreciar de manera detallada la diversidad de fauna presente, su estado de conservación, con el fin de realizar una comparación con la posible fauna afectada por colisión en dichas zonas.

4.2.1. Áreas Protegidas dentro del Área de Influencia Directa Puntual

El Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI - La Tatacoa se encuentra ubicado en el Municipio de Villavieja, al norte el departamento del Huila, y limita con el Municipio de Aipe. Dicha área protegida no es fragmentada por el proyecto vial, no obstante, parte del distrito se encuentra dentro del área de influencia directa puntual del proyecto vial analizado. Esta área es hogar de una variada y significativa diversidad de especies de fauna y flora endémicas, que desempeñan un papel crucial para la región, se puede apreciar en la tabla 9. Aunque actualmente el estado de conservación de estas especies se encuentra catalogado como de preocupación menor (LC), esto no significa que estén exentas de ser afectadas por el proyecto vial.

Uno de los efectos directos que preocupa es el efecto barrera que puede resultar del proyecto vial, limitando la conectividad del Distrito la Tatacoa con el noreste del departamento del Huila. Es importante tener en cuenta que incluso especies consideradas de menor preocupación podrían enfrentar riesgos significativos si su hábitat se ve fragmentado o interrumpido.

Tabla 9: Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI - La Tatacoa

Área	35.140,10 hectáreas
Fauna Endémicas	
<p>Fruterito (<i>Euphonia concinna</i>) Preocupación Menor (LC)</p>	 <p><i>Nota:</i> Adaptado de la página web eBird, 2023. https://ebird.org/species/vefeup1?siteLanguage=es</p>
<p>Atrapamoscas (<i>Myiarchus apicalis</i>) Preocupación Menor (LC)</p>	 <p><i>Nota:</i> Adaptado de la página web eBird, 2023. https://ebird.org/species/apifly1?siteLanguage=es</p>
<p>Perdiz (<i>Colinus cristatus leucotis</i>) Preocupación Menor (LC)</p>	 <p><i>Nota:</i> Adaptado de la página web NaturalistEc, 2023.</p>

Colibrí (*Lepidopyga goudoti goudoti*)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/shghum1?siteLanguage=es>

pachocolo (*Campylorhynchus griseus zimmeri*)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/bicwre1?siteLanguage=es>

Toche pico plata (*Ramphocelus dimidiatus molochinus*)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Fuente: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://colombia.inaturalist.org/photos/27159>

semillerito
(*Coryphospingus pileatus rostratus*)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Fuente: Adaptado de la página web eBird, 2023.

<https://birdscolombia.com/2020/01/26/cardonero-coronirrojo-pileated-finch-coryphospingus-pileatus/>

Flora Presente

97 especies, 79 géneros y 33 familias; de estas, en la zona central del desierto



Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023.
file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRMI_TATACOA.pdf



Nota: Adaptado del informe emitido por la Autoridad Ambiental: (Magdalena, 2015)

El Distrito de Serranías de Peñas Blancas, situado en el sureste del departamento del Huila y abarcando los municipios de Acevedo, Altamira, Palestina, Pitalito, Suaza y Timaná, es poseedor de una valiosa biodiversidad que se encuentra actualmente amenazada en términos de conservación. Aunque el proyecto vial no atraviesa directamente el área protegida, sí

afecta la conexión con el sureste del departamento, lo que representa un desafío para la conservación de esta rica biodiversidad, su fauna se puede apreciar en la tabla 10.

Por consiguiente, se vuelve imperativo que el proyecto vial implemente las medidas adecuadas para contribuir a la recuperación y deterioro de la fauna y la flora presentes en esta zona. Si bien el proyecto no cruza por el área protegida, la limitación en la conectividad puede tener un impacto significativo en la movilidad de las especies y en el equilibrio ecológico del ecosistema

Tabla 10: Distrito Regional de Manejo Integrado-DRMI - Serranías de Peñas Blancas

Área	32.793,00 hectáreas
Flora	
<p>ESPECIE ENDEMICA</p> <p>Roble Negro (<i>colombobalanus excelsa</i>)</p> <p>Amenazado (EN)</p>	 <p>Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023. file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRMI_SERRANIA_DE_PENAS_BLANCAS.pdf</p>
Fauna	
<p><i>Lagothrix lagothricha</i> (Mono Curuco)</p> <p>Especie Amenazada - Vulnerable (VU)</p>	

Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023.
file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRM
I_SERRANIA_DE_PENAS_BLANCAS.pdf

Odontophorus hyperythrus (Perdiz
colorada
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023.
file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRM
I_SERRANIA_DE_PENAS_BLANCAS.pdf

Alouatta seniculus (Mono aullador)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023.
file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRM
I_SERRANIA_DE_PENAS_BLANCAS.pdf

Dinomys branickii (Guagua Loba)
Especie Amenazada - Vulnerable (VU)




Nota: Adaptado de la página web CAM, 2023.
file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRM
I_SERRANIA_DE_PENAS_BLANCAS.pdf

Nota: Adaptado de la página web de la CAM, 2022.

El Corredor Biológico Guacharos Puracé, Ubicada al sur del departamento del Huila, esta región destaca por su significativa diversidad de fauna y flora. A pesar de ello, la conservación de su fauna presenta un estado regular, evidenciado por la tabla 11 que muestra muchas especies amenazadas. Además, la zona juega un papel crucial al conectar biodiversidad con importantes enclaves como el Parque Nacional Natural Serranía de los Churumbelos Auka Wasi, el Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos, el Distrito Regional de Manejo Integrado -DRMI Serranías de Peñas Blancas, el Parque Nacional Puracé, el Parque Natural El Dorado, el Parque Natural Serranía de Minas y el Distrito Regional de Manejo Integrado-DRMI Serranía de Minas.

No obstante, es preocupante que la ruta 45 atravesase el Corredor Biológico en Pitalito, generando una fragmentación del ecosistema con consecuentes efectos de frontera y barrera. Hasta ahora, no se han implementado medidas de mitigación para prevenir el atropellamiento de la fauna, ni se han establecido conexiones adecuadas para contrarrestar los efectos negativos de la infraestructura vial en la zona.

Tabla 11: *Corredor Biológico Guacharos Puracé*

Área	62.685,45 hectáreas
Fauna	
<p><i>Cebus apella</i> (Mico maicero) Preocupación Menor (LC)</p>	

Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/21378>

Alouatta seniculus – (Mono
Aullador)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/109912101>

Lagothrix lagothricha – (Mono
churuco)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistEc, 2023.

<https://ecuador.inaturalist.org/photos/37958078>

Tremarctos ornatus (Oso de
anteojos)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/187383876>

Nasua nasua (Cusumbo)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/91135803>

Eira barbara (Tayra)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/119998678>

Lontra longicaudis (Nutria)
Casi Amenazado (NT)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/90286401>

Puma concolor (Puma)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/9834553>

Tapirus pinchaque (Danta de Montaña)
Amenazado (EN)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://ecuador.inaturalist.org/photos/43068088>

Dinomys branickii (Guagua loba)
Especie Amenazada - Vulnerable (VU)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/58440737>

Elanoides forficatus (Gavilán
tijereta)
Preocupación Menor (LC)



© Greg Lasley

Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://costarica.inaturalist.org/photos/21518168>

Sericossypha albocristata
(Tangara coroniblanca)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/whctan1?siteLanguage=es>

Harpia harpyja (Águila Arpía)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web NaturalistaCO, 2023.

<https://ecuador.inaturalist.org/photos/248983356>

Hapalopsittaca amazonina -
Cotorra montañera
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/rufpar2?siteLanguage=es>

Leptosittaca brannickii (Perico
Paramuno)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/goppar1?siteLanguage=es>

Drymophila caudata
(Hormiguero Andino)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/lotant1?siteLanguage=es>

Megascops choliba (Currucutú
común)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Vermivora chrysoptera (Reinita
alidorada)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/gowwar?siteLanguage=es>

Grallaricula cucullata (Tororoi
cabecirrufo)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/hooant1?siteLanguage=es>

Aburria aburri (Pava negra)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/watgual?siteLanguage=es>

Anthocephala floriceps (Colibrí
cabecicastaño)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/samblo1?siteLanguage=es>

Setophaga cerúlea (Reinita
cerúlea)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/cerwar?siteLanguage=es>

Atlapetes fuscoolivaceus
(Atlapetes olivaceo)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/dhbf1?siteLanguage=es>

Xenopipo flavicapilla (Saltarin
dorado)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/yehman2?siteLanguage=es>

Odontophorus hyperythrus
(Perdíz Colorada)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/chwqua1?siteLanguage=es>

Ognorhynchus icterotis (Loro
orejiamarillo)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/yeepar1?siteLanguage=es>

Spizaetus isidori (Águila
crestada)
Amenazado (EN)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/baceag2?siteLanguage=es>

Andigena nigrirostris (Terlaque
Andino)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/bbmtou1?siteLanguage=es>

Creurgops verticalis (Tángara
Crestirufa)
Preocupación Menor (LC)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/ructan4?siteLanguage=es>

Scytalopus rodriguezi (Tapaculo
del Magdalena)
Amenazado (EN)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/upmtap1?siteLanguage=es>

Leptotila conoveri (Caminera
Montaraz)
Amenazado (EN)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/toldov1?siteLanguage=es>

Patagioenas subvinacea (Paloma Vinososa)
Especie Amenazada - Vulnerable
(VU)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/rudpig?siteLanguage=es>

Cyanolyca viridicianus (Chara Andina, Urraca de Collar Blanco)
Casi Amenazada (NT)



Nota: Adaptado de la página web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/whcjay2?siteLanguage=es>

Nota: Documento De Registro Del Parque Natural Regional Corredor Biológico Guácharos –Puracé.

file:///C:/Users/User/Downloads/Registro_PNR_Corredor_Biologico_Gua_Purace%20(1).pdf

4.2.2. Usos de Suelos dentro y fuera del Área de Influencia Directa Puntual

En una extensa franja del departamento, los terrenos en el área de influencia directa del proyecto vial presentan diversas características, como bosques ribereños, zonas agrícolas para cultivos permanentes y estacionales, y asentamientos urbanos en municipios como Aipe, Neiva, Campoalegre, Hobo, Gigante, Garzón, Altamira, Timaná y Pitalito, según se detalla en la figura 46. En el extremo norte, hay áreas protegidas y zonas agrícolas no intervenidas debido a las altas temperaturas. En la porción central, se encuentran dos centrales

hidroeléctricas que contribuyen a la economía local y apoyan actividades turísticas y piscícolas. Hacia el extremo sur, predominan las áreas protegidas que benefician a la fauna con hábitats, alimentos y acceso al agua, aunque enfrentan amenazas como caza indiscriminada y riesgo de atropellos en vías terciarias. En resumen, las zonas en la esfera de influencia del proyecto vial exhiben diversas características ambientales y humanas, ofreciendo beneficios a la biodiversidad, pero requiriendo gestión cuidadosa para su conservación y uso sostenible.

4.2.3. Fuentes Hídricas dentro del área de influencia directa puntual

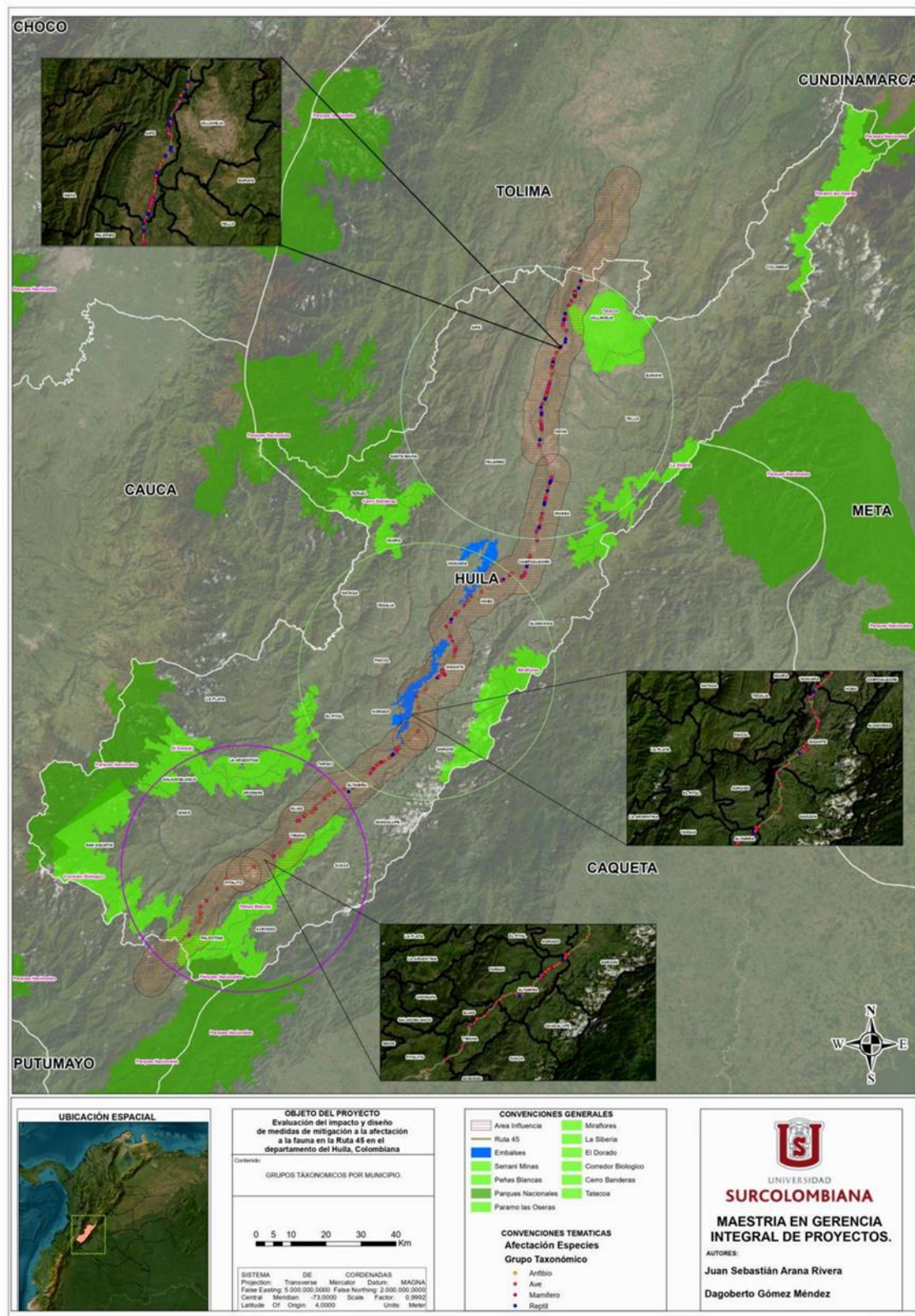
Las fuentes hídricas desempeñan un papel fundamental como recurso vital para la supervivencia de todos los seres vivos, así como para la implementación de los diversos cultivos agrícolas en las áreas adyacentes a la ruta 45. Es por esto que las comunidades locales se han establecido dentro de la cuenca y se benefician del Río Magdalena, una fuente hídrica de gran importancia que nace “En el Páramo de las Papas a 3.685 metros, ubicado en el Macizo Colombiano, en los Departamentos del Huila y Cauca” (Nacional, 2008, pág. 1). No obstante, es crucial destacar que el Río Magdalena entra en el área de influencia directa puntual del proyecto vial desde el municipio de Elías, al sur del departamento, hasta el municipio de Aipe, al norte, siguiendo su curso de forma paralela a la ruta 45. Esta proximidad plantea desafíos significativos en términos de la protección y conservación de este importante recurso hídrico.

Es importante considerar que la biodiversidad presente en la cuenca del Río Magdalena será constante, ya que el recurso hídrico proporciona las condiciones adecuadas para ello. Dado que el río transcurre paralelamente al proyecto vial, existe una alta probabilidad de que la fauna se vea afectada debido a colisiones, efecto barrera, efecto borde y otros factores.

4.2.4. Frecuencia de recorridos

En ese marco, y según el trabajo de campo realizado en los meses de octubre a diciembre del año 2022 con una frecuencia de 1xSemana, para un total de doce 12 muestreos por cada carril del proyecto vial, como se muestra en detalle en el anexo 3, permitió evidenciar y documentar 213 animales muertos debido a colisiones vehiculares, en un recorrido de 297 kilómetros en el trazado de la ruta 45 que recorre el Huila, como se puede observar en la figura 53.

Figura 54: Fauna Afectada por Atropellamiento en la ruta 45



Nota: Elaborado por equipo investigador, 2023.

Se concluye hasta aquí, que, de las especies identificadas, hay afectación en cuatro grupos taxonómicos: mamíferos, reptiles, aves y anfibios. En la Tabla 12 se visualiza las especies, número de atropellamientos, las fotografías de los animales en dos estados: uno capturado después de ser atropellado en la vía, y otro registrado en su hábitat natural.




Con base en lo expuesto, la especie más perjudicada por atropellos es la *Didelphis marsupialis*, conocida comúnmente como chucha, zarigüeya común o tlacuache. Además, se registraron treinta (30) casos de atropellos en los cuales no fue posible identificar las especies debido a su estado de deterioro y laceraciones. No obstante, se pudo determinar el grupo taxonómico al que pertenecen estos animales.

Se produjo un caso muy peculiar de atropello de la especie *Mustela felipei*. Según Ramírez Chávez y Mantilla Meluk (2009), esta especie es considerada el carnívoro más raro de Suramérica debido a su escasa representación en colecciones biológicas, debido a la falta de información disponible y su rareza, *Mustela felipei* ha sido clasificada como una especie en peligro (EN). Esta clasificación resalta la importancia de su conservación y la necesidad de tomar medidas para proteger su hábitat y evitar la disminución de su población.

Resulta crucial continuar investigando y recopilando información sobre *Mustela felipei* para comprender mejor su distribución, ecología y estado de conservación en el departamento del Huila y en general. Estos esfuerzos ayudaron a implementar estrategias de conservación efectivas y promover la coexistencia armoniosa entre esta especie en peligro y las actividades humanas en la región.

Tabla 12: Registro de la fauna afectada en la ruta 45

Nombre Común	Nombre Científico	Número Colisionados	Registro Fotográfico del atropellamiento	Registro Fotográfico de la especie en libertad
Zarigüeya Común-Chucho	<i>Didelphis marsupialis</i>	34	 <p>Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022</p>	 <p>Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.</p>

Sin Lograr Identificar	N.N.	30	 <p><i>Nota:</i> Registro fotografico del equipo investigador, 2022</p>	<p>N. A., el avanzado estado de descomposición del animal dado las condiciones climaticas y el tiempo transcurrido entre el atropellamiento y la ovservación directa dificultaron la labor de identificación.</p>
Zorro Perro	<i>Cerdocyon thous</i>	29	 <p><i>Nota:</i> Registro fotografico del equipo investigador, 2022</p>	 <p><i>Nota:</i> Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.</p>

Guio Perdicero

*Boa
constrictor*

14



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

Iguana

*Iguana
iguana*

14



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web naturalistaco, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/29924199>

Perro
Doméstico

*Canis
familiaris*

12



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2023

Buitre Negro-
Chulo

*Coragyps
atratus*

11



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Babilla

*Caiman
crocodilus*

4



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Tortulita
Pequeña

*Columbina
talpacoti*

4



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Azulejo
Común

*Thraupis
episcopus*

4



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Cotara-
Chiricote-
Chilaco

*Aramides
cajaneus*

3



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

Garcilla
Bueyera

Bubulcus
ibis

3



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/categr?siteLanguage=es>

Morrocoy-
Tortuga

Kinosterno
n sp

3



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Bioweb, 2023.

<https://bioweb.bio/galeria/Fotos/Kinosternon%20scorpioides/15/Registros%20fotograficos%20C3%A1ficos>

Oso Melero

*Tamandua
mexicana*

3



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023. *Nota:* Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023.

Zorzal
Piconegro

*Turdus
ignobilis*

3



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/blbthr1?siteLanguage=es>

Armadillo de
Nueve Bandas

*Dasypus
novemcinctus*

2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web naturalista, 2023.

<https://www.naturalista.mx/photos/56661206>

6

*Dendrophidion
bivittatus*

2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023.

<https://colombia.inaturalist.org/photos/116231821>

Chirigüe
Azafranado-
Canario

*Sicalis
flaveola*

2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

Gato
Doméstico

Felis catus

2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2023.

Currucutú
Común-
Lechuza

*Megascops
choliba*

2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Sapo Común

*Rhinella
marina*





2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web <https://www.gbif.org/>

<p>Caracolera</p> <p><i>Sibon nebulatus</i></p> <p>2</p>	 <p>Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022</p>	 <p>Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.</p>
<p>Tangara Pequeña</p> <p><i>Stilpnia cyanicollis</i></p> <p>2</p>	 <p>Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022</p>	 <p>Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.</p>

Atrapamoscas *Tyrannidae* 2
 sp



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/flycat1?siteLanguage=es>

Lechuza de Campanario *Tyto alba* 2



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/brnowl?siteLanguage=es>

Colibrí

*chalybura
buffonii*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/whvplu1?siteLanguage=es>

Colibrí

*Chrysuroni
a goudoti*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/shghum1?siteLanguage=es>

Mielero
Común

*Coereba
flaveola*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/banana?siteLanguage=es>

Carpintero
Muteado

*Colaptes
punctigula*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/spbwoo1?siteLanguage=es>

Garrapatero
Pico Liso

Crotophaga ani

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

Nictibio
Urutaú

Nyctibius griseus

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/compot1?siteLanguage=es>

Eufonia
Piquigruesa

Eufonia
piquigruesa

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.
<https://ebird.org/species/thbeup1?siteLanguage=es>

Galbula
Ruficauda

Galbula
ruficauda

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Culebra Boba *Mastigodryas boddaerti* 1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023. <https://colombia.inaturalist.org/photos/12220586>

Caracara Chimachima-Garrapatero *Milvago chimachima* 1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

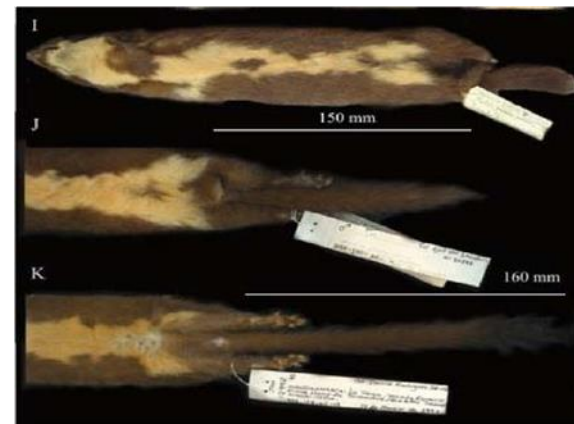
Comadreja
Andina

*Mustela
felipei*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado del Artículo de Museologia en la Pagina, 2023.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832009000200010

Guacharaca

*Ortalis
ruficauda*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Quitupí-
Pitogüé

*Pitangus
sulphuratus*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023.

<https://ebird.org/species/grekis?siteLanguage=es>

Gallito Azul

*Porphyrio
martinica*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Mapache

*Procyon
cancrivorus*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023.
<https://colombia.inaturalist.org/photos/11207360>

Falsa Boa-
Coral Macho

*Pseudoboa
neuwiedii*

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Puma
Yaguarundí

Herpailurus
yagouaroundi

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web Naturalistaco, 2023.
<https://colombia.inaturalist.org/photos/25154818>

Semillero-
Chilgas

Sporophila
nigricollis

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de la Pagina web del Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy, 2023.

Liebre

Sylvilagus
sp

1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Batará Barrado

Thamnophi
lus doliatus





1



Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022



Nota: Adaptado de facebook Erik Camilo Gaitan Lopez - @Wildsecond, 2023.

Tangara Palmera	<i>Thraupis palmarum</i>	1			Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022	Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023. https://ebird.org/species/paltan1?siteLanguage=es
Tirano Melancólico	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1			Nota: Registro fotografico del equipo investigador, 2022	Nota: Adaptado de la Pagina web eBird, 2023. https://ebird.org/species/trokin?siteLanguage=es
TOTAL	213					

Nota: Elaborado por el equipo investigador, 2023.

La evidencia muestra que el grupo taxonómico más afectado por el proyecto vial, debido al atropello vehicular, son los mamíferos, que representan el 46% de los casos y se distribuyen en diez (10) especies diferentes. En segundo lugar, se encuentran las aves, con un 34% de afectación y se identifican veintisiete (27) especies. Los reptiles ocupan el tercer lugar, con un 20% de los casos y ocho (8) especies afectadas. Por último, los anfibios representan el 1% de los casos, surgido a una (1) especie. En la tabla 13 se puede observar el porcentaje de mortalidad por grupo taxonómico, el número de especies afectadas en cada grupo, de acuerdo a los criterios del “Museo de Historia Natural María Belén Rivera Gualy” se plasmó las características morfológicas promedio y los hábitos de las especies afectadas.

Tabla 13: Grupos taxonómicos afectados

Grupo Taxonómico	Número Registros	Porcentaje %	Especies Afectadas por grupo	Características Morfológicas			Hábitos
				Peso (g)	Longitud Total (mm)	Altura (mm)	
Mamíferos	97	46%	<i>Didelphis marsupialis</i>	2000	930	70	Terrestres - Arborícola
			<i>Cerdocyon thous</i>	5000 - 9000	1100	165	Terrestres
			<i>Canis familiaris</i>	100 - 9000	300 - 1100	30 - 165	Terrestres
			<i>Tamandua mexicana</i>	3500 - 8500	1450	850	Terrestres - Arborícola
			<i>Dasypus novemcinctus</i>	4000 - 8000	500 a 600		Terrestres
			<i>Felis catus</i>				Terrestres
			<i>Mustela frenata</i>	365	220	150	Terrestres
			<i>Procyon cancrivorus</i>				Terrestres - Arborícola
			<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	3000 - 5000	1300		Terrestres
			<i>Sylvilagus sp</i>				Terrestres

Aves	72	34%	<i>Coragyps atratus</i>	2000	700		Arborícola
			<i>Columbina talpacoti</i>	40 - 56	150 - 180		Arborícola
			<i>Thraupis episcopus</i>	35	180		Arborícola
			<i>Aramides cajaneus</i>	397	380		Arborícola - Terrestres
			<i>Bubulcus ibis</i>	220	460 - 530	250-300	Arborícola - Terrestres
			<i>Turdus ignobilis</i>	73	240		Arborícola
			<i>Sicalis flaveola</i>	12 - 23	130 - 150		Arborícola
			<i>Megascops choliba</i>	97 - 134	220		Arborícola
			<i>Stilpnia cyanicollis</i>	17	120		Arborícola
			<i>Tyrannidae sp</i>				Arborícola
			<i>Tyto alba</i>	350	330 - 350		Arborícola
			<i>chalybura buffonii</i>				Arborícola
			<i>Chrysuronía goudoti</i>				Arborícola
			<i>Coereba flaveola</i>		110		Arborícola
			<i>Colaptes punctigula</i>	25 - 35	200		Arborícola
			<i>Nyctibius griseus</i>	145 - 202	330 - 380		Arborícola
			<i>Eufonia piquigruesa</i>		120		Arborícola
			<i>Galbula ruficauda</i>		250		Arborícola
			<i>Milvago chimachima</i>	280 - 330	370 - 460		Arborícola
			<i>Ortalis ruficauda</i>	450 - 800	530 - 610		Arborícola
			<i>Pitangus sulphuratus</i>	52 - 68	210 - 260		Arborícola
			<i>Porphyrio martinica</i>	141 - 305	260 -370		Arborícola
			<i>Sporophila nigricollis</i>		110		Arborícola
			<i>Thamnophilus doliatus</i>				Arborícola

			<i>Thraupis palmarum</i>	36	190	Arborícola
			<i>Tyrannus melancholicus</i>	40	200	Arborícola
			<i>Crotophaga ani</i>	68 - 81	250 - 300	Arborícola
			<i>Boa constrictor</i>	30000	3000 - 5000	Terrestres - Arborícola
			<i>Iguana iguana</i>	105000	2300	Terrestres - Arborícola
			<i>Caiman crocodilus</i>	40000	18000 - 25000	Terrestres - Acuáticos
			<i>Kinosternon sp</i>		200	Terrestres - Acuáticos
Reptiles	42	20%	<i>Dendrophidion bivittatus</i>		3280	Terrestres
			<i>Sibon nebulatus</i>		1013	Terrestres
			<i>Mastigodryas boddaerti</i>		828	<i>Mastigodryas boddaerti</i>
			<i>Pseudoboa neuwiedii</i>		1076	<i>Mastigodryas boddaerti</i>
Anfibios	2	1%	<i>Rhinella marina</i>		1054	Terrestres - Acuáticos
Total	213	100%				

Nota: Elaborado por el equipo investigador, 2023.

Ahora bien, de acuerdo con Payan et al., (2013), es posible medir el número de individuos atropellados por kilometro recorrido, como una expresión de frecuencia que nos indica las veces que el divisor esta contenido en el dividendo. Luego, con fundamento en los datos registrados, producto del trabajo de campo en un periodo comprendido entre primero de octubre de 2022 y el tres de enero de 2023, en un recorrido de 297 kilómetros la tasa de atropellamiento resultante es:

$$TA = \frac{\text{Número de animales atropellados}}{\text{Distancia recorrida} * \text{Número de días}}$$

$$TA = \frac{213}{297} = 0.717171$$

El resultado obtenido indica que en la ruta 45 en el trayecto focalizado con punto de partida en la frontera del municipio de Aipe con el departamento del Tolima ($3^{\circ}24'31.26''\text{N}$; $75^{\circ}11'59.52''\text{O}$) y el punto de llegada, en los límites del municipio de Pitalito con el vecino departamento del Cauca ($1^{\circ}33'48.24''\text{N}$; $76^{\circ}18'33.08''\text{O}$), el Índice de Kilómetros Atropellados (TA) es aproximadamente 0.0598 animales atropellados/día*kilómetro.

Si consideramos el impacto acumulativo en un año, y la tendencia de atropellamiento se mantiene constante, la afectación de la fauna por atropellamiento podría alcanzar la cifra de 21.8 animales atropellados/año*kilómetro; ahora bien, si consideramos que un trimestre se hicieron 12 recorridos y de mantener la tendencia, en un año calendario, la cifra de animales atropellados será igual a 864 animales, a lo largo de la vía entre el municipio de Aipe hasta el municipio de Pitalito.

De igual manera, se calculó la tasa de atropellamiento por cada municipio por donde el proyecto vial ruta 45 cruza, con el fin de determinar cuáles son las tasas más altas en las jurisdicciones de cada municipio y con ello lograr determinar los trayectos a ser intervenidos. Por consiguiente, en la tabla 14 se observa detalladamente las observaciones por municipio.

Tabla 14: Información de atropellamiento por municipio

municipios	Grupos Taxonómicos				Total	Km x municipio	TA
	Anfibios	Aves	Reptiles	Mamíferos			
Aipe	2	14	20	34	70	50,098	0,1164
Hobo		2		3	6	19,25	0,0259
Neiva		2	4	10	16	15,19	0,0877
Altamira		18	3	6	27	30,88	0,0728
Palermo				3	3	2,21	0,1131
Campoalegre		7	4	14	25	26,08	0,0798
Pitalito		7		6	13	51,49	0,0210
Garzón		6		2	8	23,23	0,0286
Rivera		5	9	4	18	14,86	0,1009
Gigante		6	2	10	18	37,05	0,0404
Timina		2		7	9	26,24	0,0285

Con base en la tabla anterior, se puede evidenciar que existe una diferencia en la tasa de atropellamiento al norte del departamento en el municipio de Aipe con 0,1164 comparado con Pitalito con un 0,0210 ubicado al sur, esto refleja que existe una variación significativa en la tasa de atropellamiento en los municipios dentro del área de influencia directa puntual del proyecto, los municipios con la tasa de atropellamiento mas altas son Aipe, Palermo (0,1131) y Rivera (0,1009). No obstante, es imperativo recalcular que los km de la ruta 45 en la jurisdicción de cada municipio varían en proporción al diseño vial, por lo que las tasas de atropellamiento de cada municipio varían significativamente en proporción a esta variable. Por ende, para lograr identificar las zonas a intervenir, es necesario tener en cuenta las TA y los registros de atropellamiento mas altos por municipio, sumado el análisis espacial a través software ArcGIS donde evidenciará lo puntos de mortalidad mas concentrados, de igual forma se deberá tener en cuenta los bosques riparios de las fuentes hídricas dentro del área de influencia que hacen sus veces de corredores biológicos.

Por lo anterior, se identificaron 17 puntos a ser intervenidos, no obstante, gracias a las huellas registradas se evidenció que existen ciertos tramos y estructuras de drenaje ya construidas que están siendo utilizadas para cruzar de un lado al otro de la vía de forma segura por algunos mamíferos y aves, por lo que se sugiere una adaptación pertinente para estas estructuras ya existentes.

4.2.5. Medidas de Mitigación Sugeridas

Basándonos en las especies registradas que han sido atropelladas y sus características morfológicas, puntos propensos a accidentes, así como en los costos de diseño y construcción, se sugiere implementar el siguiente diseño dentro del proyecto. Este diseño es pertinente, ya que mejorará la conectividad de los ecosistemas fragmentados y reducirá los índices de mortalidad de la fauna rodeada en el proyecto vial.

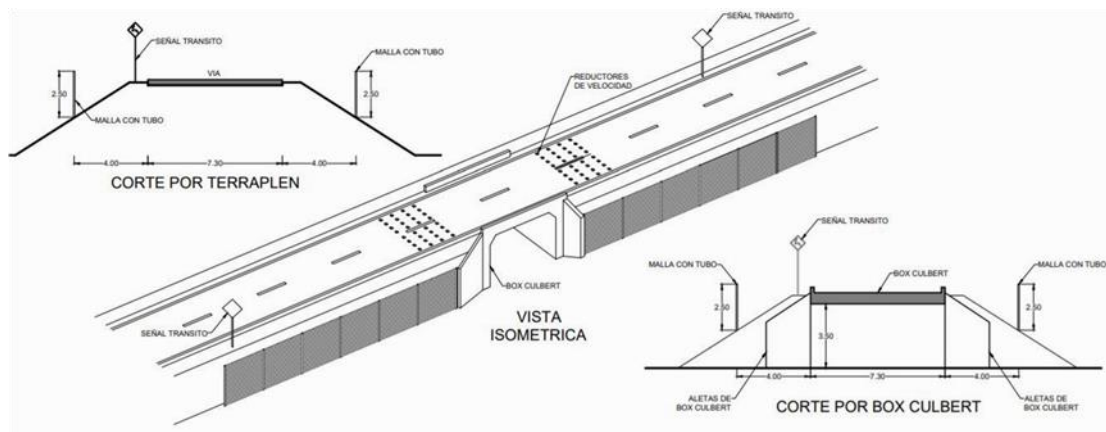
De acuerdo con los parámetros internacionales y nacionales analizados anteriormente, se recomienda construir y mantener el siguiente diseño recomendado en los puntos más frecuentes a accidentes con la fauna circundante como una medida estructural que contribuirá a la conexión de áreas y conservación de la biodiversidad dentro del área de influencia directa local del proyecto. En ese sentido, se sugieren unificar las siguientes medidas:

1. **Paso Inferior Específico (Box Culvert):** Esta estructura permitirá la conexión entre las áreas fragmentadas por el proyecto vial, permitiendo que la fauna circule de un lado a otro sin verse afectado por colisiones vehiculares. Con esto, se reducirá el efecto barrera generado por la vía.
2. **Índice de Apertura:** Se ha diseñado un coeficiente de apertura amplio para que las especies circundantes al proyecto puedan cruzar el Box Culvert sin sentirse confinadas. Esto asegurará que las especies puedan utilizar la estructura de paso.
3. **Señales de Tránsito Preventivas:** Es muy importante informar a los conductores sobre la construcción de esta infraestructura y su objetivo. Al hacerlo, los conductores se adaptarán en parte de la solución al conocer la posible presencia de animales en la vía y conducir con mayor precaución en el tramo seleccionado para la medida de mitigación.
4. **Reductores de Velocidad:** Es necesario implementar reductores de velocidad antes y después de la estructura de paso seguro, ya que la velocidad es un factor que incide en las colisiones entre vehículos y fauna silvestre. Al reducir la velocidad, se previenen posibles accidentes.

5. **Vallados Perimetrales:** Esta medida es indispensable para evitar que la fauna cruce la vía y sea colisionada. Con esta medida se busca dirigir a la fauna hacia la estructura construida para el paso seguro, en lugar de que crucen la vía.

Por lo anterior, en la figura 54 y el anexo 4 se plasma el diseño realizado por el equipo investigador y recomendado para incluir dentro de los diseños del proyecto vial con las respectivas ubicaciones sugeridas y así disminuir los efectos negativos sobre la fauna y flora. Es de resaltar, aunque este sea el diseño pertinente para la fauna circundante, no es necesario construirlo en todos los puntos propensos, ya que varía según la topografía, la fauna, ya que en algunos tramos solo son aves, la cantidad de atropellamientos, ecosistemas adyacentes. Por lo tanto, para los puntos seleccionados a intervenir, que no se recomiendan construir este diseño, si se recomienda la implementación.

Figura 55: *Diseño del paso seguro por parte del equipo investigador*



Nota: Elaborado por el equipo investigador

4.2.6. Adaptaciones a estructuras de Drenaje para Paso Seguro

Basado en el diagnóstico realizado en el campo, se ha observado que la vía en cuestión cuenta con una cantidad considerable de redes de drenaje, alcantarillas, puentes, Box Culvert. Estas estructuras desempeñan un papel importante al permitir que el agua fluya de un lugar a otro

durante períodos de lluvia o a través de fuentes hídricas estacionarias. Sin embargo, se ha identificado que estas estructuras no tienen el diámetro adecuado para permitir un paso seguro de todas las especies registradas en el proyecto.

Aunque algunas especies de menor tamaño pueden utilizar estas redes de drenaje para cruzar de un lado a otro, es necesario tomar medidas adicionales para garantizar la seguridad y el cruce exitoso de la fauna. Por lo tanto, se recomienda adaptar estas estructuras con el fin de hacerlas más seguras y adecuadas para el paso de la fauna.

La adaptación de estas estructuras puede incluir diversas acciones, como aumentar el diámetro de las tuberías o implementar estructuras complementarias que permitan a los animales acceder y cruzar de manera segura. Esto podría incluir la instalación de elevadores, rampas, escalones, mesones, reductores de velocidad, mallas, dependiendo de las necesidades específicas de las diferentes especies presentes en el área.

Además, es importante considerar la orientación y ubicación de estas estructuras adaptadas. Se deben tener en cuenta los patrones de movimiento y las rutas utilizadas por la fauna local para asegurar que las nuevas modificaciones sean efectivas y se utilicen de manera adecuada. La adaptación de dichas estructuras no solo se beneficiará a la fauna local al permitirles cruzar la vía de manera segura, sino que también contribuirá a mantener la conectividad de los ecosistemas y preservar la diversidad biológica de la zona. Estas medidas ayudarán a minimizar los impactos negativos de la infraestructura vial en el hábitat natural y promoverán la coexistencia armoniosa entre las actividades humanas y la vida silvestre.

4.2.7. Ubicación de los pasos seguros y modificaciones a estructuras actuales

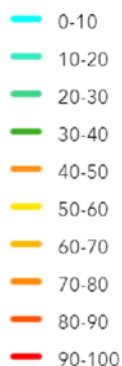
Considerando diversos factores como la distribución espacial de los puntos de atropellamiento, la presencia de ecosistemas circundantes, la topografía del terreno, la

existencia de fuentes hídricas y las estructuras hidráulicas preexistentes, hemos identificado puntos estratégicos para implementar los pasos seguros sugeridos y realizar modificaciones en las estructuras actuales. Estas propuestas de diseño mejorado se encuentran detalladas en la tabla 15 y su ubicación recomendada pueden ser visualizadas espacialmente en la figura 56.

Es importante destacar que en la tabla 15 hemos proyectado el porcentaje de probabilidad de atropellamiento de fauna utilizando como referencia los datos suministrados por el mapa de vulnerabilidad faunística elaborado por el INVIAS (Mintransporte, 2022) el cual se puede apreciar en la figura 55. Este mapa establece la probabilidad de atropellamiento en cada tramo vial a nivel nacional el cual se puede apreciar en la figura 5, por lo tanto, se decidió comparar los tramos seleccionados a ser intervenidos con los diseños sugeridos por la actual investigación, comparados con la información de INVIAS. Nuestra investigación de campo ha sido fundamental para complementar y enriquecer estos datos, ya que hemos identificado ciertos puntos de intervención que no se consideraron como de alta probabilidad de atropellamiento en el mapa de vulnerabilidad.

Figura 56: Probabilidad de atropellamiento nivel Nacional

Riesgo a la probabilidad de atropellamiento 2022
Probabilidad de Atropellamiento 2022



Nota: Adaptado del mapa de vulnerabilidad faunística INVIAS, 2022.

<https://hermes.invias.gov.co/VulnerabilidadFaunistica/>

Esta evidencia resalta la importancia de nuestro trabajo, ya que ha permitido identificar lugares críticos que requieren intervención para reducir el riesgo de atropellamiento de fauna. Al combinar la información del mapa de vulnerabilidad con nuestros hallazgos en el terreno, hemos obtenido una visión más completa y precisa de la situación, lo que nos ha permitido enfocar nuestras estrategias de diseño y modificación de estructuras viales de manera más efectiva.

Tabla 15: *Puntos y medidas pertinentes para la conectividad y disminución de índices de mortalidad de la fauna.*

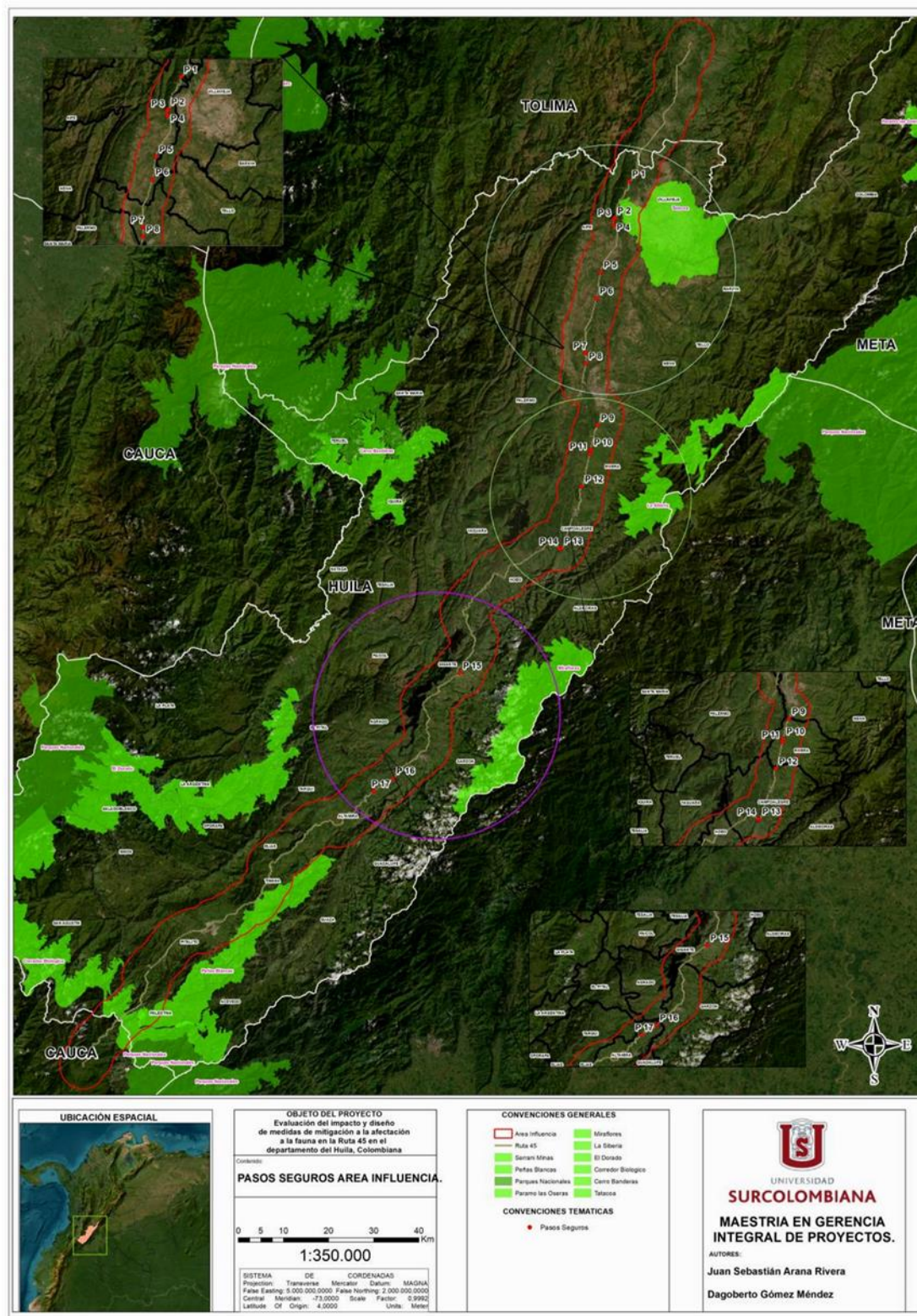
Municipio	Medida	Punto Referencia Vial	Coordenadas	Riesgo a la probabilidad de atropellamiento 2022 (INVIAS)	Argumento
Aipe – Punto 1	Diseño Sugerido por el equipo investigador	PR 49	3°21'7.91"N 75°13'13.30"O	50-60	Conecta al Este con la cuenca del río Magdalena y Oeste con un área destinada a cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido, no obstante, actualmente el terreno es montañoso y cuenta con una gran cobertura vegetal sin alguna intervención agrícola o ganadera.
Aipe – Punto 2	Diseño Sugerido por el equipo investigador	PR 40	3°16'41.42"N 75°14'57.85"O	60-70	Conecta al Este con las cuencas de la Quebrada Banbucá, río Aipe, río Magdalena, al igual que una gran extensión de tierras destinadas a cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido, actualmente están implementando cultivos de arroz; y conecta al Oeste con un área destinada a cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido, no obstante, actualmente el terreno es montañoso y cuenta con una gran cobertura vegetal sin alguna intervención agrícola o ganadera.
Aipe – Punto 3	Adaptación al puente actual	P39 +100	3°16'27.99"N 75°15'5.23"O	50-60	Dicha estructura adaptada para el paso seguro conectará la cuenca de la Quebrada Banbucá al Este y Oeste, el cual servirá como un corredor biológico.
Aipe – Punto 4	Adaptación al puente actual	PR 38	3°15'47.54"N 75°15'3.35"O	50-60	Dicha estructura adaptada para el paso seguro conectará la cuenca del río Aipe al Este y Oeste, el cual servirá como un corredor biológico, aunque a los dos lados del puente están destinados para cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido y

					actualmente están intervenidos por cultivos de arroz y lagos para piscicultura.
Aipe- Punto 5	Adaptación al puente actual	PR 25	3°10'9.71"N 75°16'35.76"O	60-70	Dicha estructura adaptada para el paso seguro conectará la cuenca del rio Bache al Este y Oeste, con la cuenca del rio Magdalena, el cual servirá como un corredor biológico. es de resaltar, que las adaptaciones realizadas deben contemplar que el tramo es de doble calzada, por lo que la conexión debe ser más extensa y con sus respectivas áreas de descanso para la fauna circundante.
Aipe- Punto 6	Diseño Sugerido por el equipo investigador	PR 20	3° 7'2.19"N 75°17'5.00"O	20-30	Conecta al Oeste con área destinada Protección, donde hay baja presencia de bosques riparios y al Este con un área destinada a protección, donde existe poca cobertura vegetal a través de arbustos.
Neiva- Punto 7	Adaptación al puente actual	PR 7	3° 0'26.40"N 75°18'21.95"O	20-30	Dicha estructura adaptada para el paso seguro conectará la cuenca de la quebrada Tinajas al Este y Oeste, el cual servirá como un corredor biológico. es de resaltar, que las adaptaciones realizadas deben contemplar que el tramo es de doble calzada, por lo que la conexión debe ser más extensa y con sus respectivas áreas de descanso para la fauna circundante.
Neiva- Punto 8	Adaptación al puente actual	PR 4	2°59'11.31"N 75°18'21.12"O	20-30	Al Oeste conectara con una serie de drenajes naturales el cual albergan a lo largo bosques riparios, de igual manera, se evidenció que existe unas viviendas construidas, por lo que es importante trabajar con los residentes en sensibilizar y conservar. Por otro lado, al Este conecta con una serie de bosques riparios y a lo lejos con la cuenca del rio Magdalena.

Rivera-Punto 9	Adaptación al puente actual	PR 108	2°51'46.07"N 75°16'54.32"O	30-40	Conecta al Oeste con el Rio Magdalena y cultivos de arroz, al Este conecta con la cuenca del Rio Arenoso y cultivos de arroz.
Rivera-Punto 10	Adaptación al puente actual	PR 102	2°48'49.55"N 75°17'44.22"O	40-50	Conecta al Oeste con y Este con una fuente hídrica, el cual sirven como corredor biológico, al Oeste conecta con el Rio Magdalena, las áreas adyacentes son destinados a pastoreos semi intensivos.
Rivera-Punto 11	Adaptación al puente actual	PR 101	2°48'20.02"N 75°17'51.03"O	30-40	Conecta al Oeste con y Este con el rio Frio, el cual sirven como corredor biológico, al Oeste conecta con el Rio Magdalena, las áreas adyacentes son destinados a pastoreos semi intensivos.
Campoalegre - Punto 12	Adaptación al puente actual	PR 94	2°44'22.40"N 75°18'48.60"O	50-60	Conecta al Oeste y Este con la fuente hídrica Sardinata, sirviendo como corredor biológico, al Oeste conecta con el rio Magdalena, actualmente las áreas adyacentes están destinadas para cultivos transitorios semi intensivos y actualmente se está sembrando arroz.
Campoalegre - Punto 13	Adaptación al puente actual	PR 78	2°36'55.93"N 75°21'15.03"O	60-70	Conecta al Oeste con y Este con el Rio Neiva, el cual sirven como corredor biológico, al Oeste conecta con el Rio Magdalena, las áreas adyacentes son destinados a cultivos transitorios semi intensivos.
Campoalegre - Punto 14	Adaptación al puente actual	PR 78	2°36'53.80"N 75°21'25.95"O	70-80	Conecta al Oeste con y Este con el Rio Neiva, el cual sirven como corredor biológico, al Oeste conecta con el Rio Magdalena, las áreas adyacentes son destinados a cultivos transitorios semi intensivos.
Gigante-Punto 15	Instalación de reductores de velocidad	PR 27	2°21'53.05"N 75°33'20.18"O	10-20	Dicho tramo registra un numero de colisiones, pero la topografía de las áreas adyacentes a la vía implicaría la construcción de un paso elevado, no obstante, los registros de atropellamiento no son considerables para realizar una gran inversión en dicho tramo, por lo tanto, se recomienda la construcción de reductores de

					velocidad al largo de 200 metros, así la probabilidad de mortalidad disminuirá.
Altamira- Punto 16	Instalación de reductores de velocidad	PR 61	2° 9'14.11"N 75°41'15.53"O	70-80	Dicho tramo es complejo para la intervención, ya que al Este se encuentra ubicada una base militar, y el perímetro está encerrado con una malla, por lo que es limita la conexión ecológica, por otro lado, los registros de atropellamiento en su mayoría son aves, por lo que se recomienda implementar reductores de velocidad al largo de 500 metros, con esto se busca reducir la mortalidad de aves en este tramo.
Altamira- Punto 17	Diseño Sugerido por equipo investigador	el PR 56	2° 7'40.42"N 75°43'35.54"O	70-80	Conectará el Oeste el cual se encuentra la cuenca del Rio Magdalena con el Este, un área destinada a cultivos transitorios semi intensivos, pero que actualmente no están intervenidos y solo hay presencia de arbustos.

Figura 57: Puntos a intervenir con la construcción y modificación de pasos seguros para la fauna



Nota: Elaborado por el equipo investigador.

Estas medidas abordan preocupaciones como el efecto barrera y la pérdida de biodiversidad. El diseño propuesto permitirá el cruce de la fauna de un lado a otro, y con ello, manteniendo el rol como especie para dinamizar los ecosistemas en el papel de dispersión de semillas y el control de poblaciones.

Sin embargo, de no adoptarse los diseños sugeridos o aquellos que sean los apropiados de acuerdo con los estudios técnicos de los responsables de la vía 4G ruta 45, los efectos en el ecosistema y en particular sobre la biodiversidad en el departamento del Huila, arrojaría una siniestralidad en especies silvestres en el área de influencia directa puntual y local de 864 animales en un año, con una tasa de atropellamiento por kilómetro recorrido de 0.7171 individuo atropellado. Es importante destacar que esta cifra puede variar y aumentar especialmente durante la época de verano. Durante este período, los recursos naturales escasean, lo que podría obligar a los animales a viajar más lejos en busca de alimento y agua, lo que a su vez aumenta el riesgo de colisiones en la carretera.

Con el fin de analizar los datos obtenidos, se comparó la investigación realizada por (Arana-Rivera et al., 2022) realizada en el año 2017, durante los mismos tres meses y en la misma época invernal. Sin embargo, el análisis se limitó a los tramos de Neiva-Rivera-Campoalegre, ya que esa fue la unidad de análisis de la investigación a comparar.

Conforme a los datos provistos en la tabla 16, se puede apreciar la comparación de los datos colectados por las dos investigaciones y se puede evidenciar una tendencia descendente en los índices de mortalidad de animales a lo largo de los segmentos Neiva-Rivera-Campoalegre en la ruta 45 también conocido como Troncal del Magdalena. De igual forma se procedió a calcular la tasa de atropellamiento de las dos investigaciones en su respectivo tramo la cual se puede apreciar en la tabla 17, donde se evidencia que a pesar de que ambas investigaciones se llevaron a cabo durante los mismos meses, en los mismos tramos y durante la misma

temporada de lluvias, pero en diferentes años, se observa una disminución en los casos de atropellamientos.

Tabla 16: Comparación de la fauna atropellada por tramos

Meses	Neiva-Cruce de Rivera	Neiva-Cruce de Rivera	Cruce de Rivera - Campoalegre	Cruce de Rivera - Campoalegre
	2017	2022	2017	2022
Octubre	11	6	7	2
Noviembre	15	7	10	3
Diciembre	9	0	6	9
Total	35	13	23	14

Nota: Elaborado por el equipo investigador

Tabla 17: Tasa de atropellamiento por tramo y año

	Neiva-Cruce de Rivera (11.5km)	Neiva-Cruce de Rivera (11.5km)	Cruce de Rivera - Campoalegre (11.6km)	Cruce de Rivera - Campoalegre (11.6km)
Año	2017	2022	2017	2022
Tasa de atropellamiento TA Dia x km recorrido	0.033816	0.012560	0.022030	0.013409

Nota: Elaborado por el equipo investigador

Según datos recopilados desde 2017, se registraron 58 atropellos de animales en el trayecto de Neiva a Campoalegre, siendo *Didelphis marsupialis* la especie más afectada. En 2022, la cifra se redujo a 27, nuevamente con la mayor incidencia en *Didelphis marsupialis*. Esta disminución implica 31 incidentes menos en tres meses y una marcada reducción de alrededor de 124 en el año en el tramo Neiva-Rivera-Campoalegre. Estos resultados sugieren

una disminución en la población de fauna cercana, ya que no se han realizado adaptaciones ni construcción de pasos de fauna por parte del concesionario vial en los últimos cinco años. Las construcciones urbanísticas y usos del suelo han permanecido constantes, según investigadores y Rojas López (2022). El Plan de Ordenamiento Territorial de Rivera fue aprobado en octubre de 2022 (pág.1), indicando que la fauna no ha sido desplazada por efectos urbanísticos recientes. Además, el área directa del tramo comparado se utiliza para cultivos agrícolas. Por lo tanto, la única explicación plausible para la disminución de la población de fauna en la zona analizada es atribuible a los efectos del proyecto vial, como la mortalidad, el efecto barrera y el desplazamiento de especies.

Basándonos en los datos anteriores, proyectamos una disminución promedio anual de 124 casos en la mortalidad de fauna por atropellamientos en los tramos evaluados entre Neiva, Rivera y Campoalegre. Sin la implementación de los diseños propuestos en el proyecto vial, se estima que la población de fauna en esa zona podría experimentar una marcada declinación en aproximadamente cuatro años, llevando a una posible extinción local para el año 2026 debido a la falta de colisiones. Esta conclusión se aplica específicamente al tramo Neiva-Rivera-Campoalegre en el proyecto vial bajo análisis.

Es esencial destacar que estos resultados se basan en datos y proyecciones, pero diversas variables y factores adicionales podrían influir en la dinámica de la población de fauna y en los registros de colisiones. Se requiere más información y estudios exhaustivos para obtener una comprensión completa de la situación.

4.2.8. Evaluación del impacto ambiental del proyecto vial a través de la matriz causa y efecto

Además de las evaluaciones previas sobre los impactos en la fauna circundante causados por el proyecto de construcción vial, se llevó a cabo una evaluación de impacto ambiental generada por las actividades relacionadas con la rehabilitación y construcción de la ruta 45. Esta evaluación se basó en la metodología descrita en el libro "Evaluación de Impactos Ambientales" desarrollado por Garmendia (Garmendia Salvador et al., 2005).

En esta evaluación, se elaboró una matriz de causa y efecto que proyectó las actividades con impactos directos e indirectos en los diversos factores ambientales definidos en la metodología. Estas actividades se evaluaron subjetivamente para asignarles un valor numérico. Es decir, partimos de una evaluación cualitativa y la convertimos en una evaluación cuantitativa de los impactos ambientales generados por la construcción y rehabilitación de la vía, como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18: Matriz causa y efecto

Construcción y rehabilitación de la ruta 45 en el departamento del Huila						
Signo	+	-	Acumulación (A)	simple (1)	Acumulativo (3)	Sinérgico (6)
Alteración fisicoquímica del suelo		-	Alteración fisicoquímica del suelo		3	
Alteración del paisaje		-	Alteración del paisaje	1		
Alteración de redes de drenaje natural		-	Alteración de redes de drenaje natural		3	
Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas		-	Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas	1		
Generación de material particulado		-	Generación de material particulado	1		
Pérdida de cobertura vegetal		-	Pérdida de cobertura vegetal			6
Destrucción de hábitats		-	Destrucción de hábitats		3	
Alteración de la cadena trófica		-	Alteración de la cadena trófica		3	

Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			-		Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			6	
Pérdida de fauna			-		Pérdida de fauna			6	
Promedio de Signo			-		Promedio acumulativo	3,3	Redondeado	3	
Extensión E	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (3)	Crítica (+4)	Intensidad	Baja (1)	Media (4)	Alta (8)	Muy alta (6)
Alteración fisicoquímica del suelo			3		Alteración fisicoquímica del suelo			8	
Alteración del paisaje			3		Alteración del paisaje		4		
Alteración de redes de drenaje natural		2			Alteración de redes de drenaje natural			8	
Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas	1				Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas		4		
Generación de material particulado		2			Generación de material particulado		4		

Pérdida de cobertura vegetal			3		Pérdida de cobertura vegetal			8	
Destrucción de hábitats			3		Destrucción de hábitats			8	
Alteración de la cadena trófica			3		Alteración de la cadena trófica			8	
Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			3		Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			8	
Pérdida de fauna			3		Pérdida de fauna			8	
Promedio de Extensión	2,6	Redondeado	3		Promedio de Intensidad	6,8	Redondeado	8	
Persistencia (P)	Fugaz (1)	Temporal (2)	Permanente (3)		Reversibilidad (Rv)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Largo plazo (3)	Irreversible (4)
Alteración fisicoquímica del suelo			3		Alteración fisicoquímica del suelo				4
Alteración del paisaje			3		Alteración del paisaje		2		
Alteración de redes de drenaje natural			3		Alteración de redes de drenaje natural		2		

Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas	1					Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas	1				
Generación de material particulado	1					Generación de material particulado	1				
Pérdida de cobertura vegetal			3			Pérdida de cobertura vegetal				4	
Destrucción de hábitats			3			Destrucción de hábitats			3		
Alteración de la cadena trófica			3			Alteración de la cadena trófica				4	
Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			3			Generación del efecto barrera en los corredores biológicos	1				
Pérdida de fauna			3			Pérdida de fauna				4	
Promedio de Persistencia	2,6	Redondea do	3			Promedio de Reversibili dad	2,6	Redondea do	3		
Recuperabili dad (Rc)	Recupera ble de manera	Recupera ble a	Mitigable (4)	Recupera ble a	Irrecupera ble (8)	Periodicida d (Pr)	Aperiódi co o	Periódico (2)	Contin uo (4)		

	inmediata (1)	medio plazo (2)	largo plazo (6)	discontinuo (1)
Alteración físicoquímica del suelo			8	Alteración físicoquímica del suelo 4
Alteración del paisaje			6	Alteración del paisaje 1
Alteración de redes de drenaje natural			6	Alteración de redes de drenaje natural 1
Alteración físicoquímica puntual de fuentes hídricas	1			Alteración físicoquímica puntual de fuentes hídricas 1
Generación de material particulado	1			Generación de material particulado 1
Pérdida de cobertura vegetal			6	Pérdida de cobertura vegetal 4
Destrucción de hábitats			6	Destrucción de hábitats 1
Alteración de la cadena trófica			8	Alteración de la cadena trófica 4
Generación del efecto barrera en los		3		Generación del efecto barrera en los 4

corredores biológicos					corredores biológicos				
Pérdida de fauna					3				
Promedio de Recuperabilidad					4,8	Redondeado	4		
						Promedio de Reversibilidad	2,5	Redondeado	2
								Indirecto	
Momento (Mo)	Largo plazo (1)	Medio plazo (2)	Inmediato (4)	Crítico (+4)		Efecto (Ef)	Directo (3)	Indirecto secundario (2)	Indirecto terciario (1)
Alteración fisicoquímica del suelo			4			Alteración fisicoquímica del suelo	3		
Alteración del paisaje			4			Alteración del paisaje	3		
Alteración de redes de drenaje natural			4			Alteración de redes de drenaje natural	3		
Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas			4			Alteración fisicoquímica puntual de fuentes hídricas	3		
Generación de material particulado			4			Generación de material particulado	3		

Pérdida de cobertura vegetal			4		Pérdida de cobertura vegetal			3	
Destrucción de hábitats			4		Destrucción de hábitats			3	
Alteración de la cadena trófica		2			Alteración de la cadena trófica			2	
Generación del efecto barrera en los corredores biológicos		2			Generación del efecto barrera en los corredores biológicos			2	
Pérdida de fauna		2			Pérdida de fauna			1	
Promedio de Momento	3,4	Redondea do	4		Promedio de Efeto	2,6	Redondea do	3	

Al analizar estos impactos y aplicar la siguiente fórmula que considera factores como el signo (+ o -), acumulación (A), extensión (E), intensidad (In), persistencia (P), reversibilidad (Rv), recuperabilidad (Rc) , periodicidad (Pr), momento (Mo) y efecto (Ef):

$$\text{Importancia } Im: \text{Signo } (A + E + In + P + Rv + Rc + Pr + Mo + Ef)$$

Obtenemos el siguiente resultado:

$$\text{Importancia } Im: - (3 + 3 + 8 + 3 + 3 + 4 + 2 + 4 + 3) = - 33$$

Sin embargo, este valor de -33 por sí solo no proporciona información útil, ya que no permite determinar si es alto o bajo. Por lo tanto, es necesario normalizar este valor. Para ello, debemos conocer los valores mínimos y máximos posibles:

El valor mínimo que se puede obtener mediante esta fórmula es 6, mientras que el máximo es 25. Por lo tanto, podemos calcular la importancia normalizada de la siguiente manera:

$$I = - ((33 - 6) / (25 - 6)) = - 1,42105$$

EL valor normalizado de la importancia de los impactos ambientales oscila entre 0 y 1. Ahora que podemos comparar resultado obtenido, observamos que supera el valor de 1. Esto indica que los impactos ambientales generados por el proyecto son negativos y superan los valores permitidos según la metodología empleada.

En resumen, podemos concluir que el proyecto vial tiene un impacto ambiental significativo y negativo durante su construcción y operación, especialmente afectando a factores como el suelo, la cobertura vegetal y la fauna.

4.3. Patrones culturales de usuarios de la vía ruta 45 frente al tránsito de la fauna.

Identificar los patrones culturales de los usuarios de las vías y en particular de la ruta 45 en el territorio huilense, respecto a la fauna presente en la vía, es esencial para comprender la interacción entre la sociedad y el entorno natural que la rodea. Estos patrones culturales no solo reflejan la historia y los valores de una comunidad, sino que también explican en parte, el resultado en la conservación y el manejo de la fauna local, al reconocer y analizar las actitudes de los conductores ante situaciones problemáticas o de alta siniestralidad derivada de la presencia sorpresiva o habitual de la fauna que hacen parte de los ecosistemas que definen el área de influencia directa local y puntual de la ruta, tanto en reconocerles cómo seres sintientes y con ello la coexistencia armoniosa entre humanos y animales, preservando así la biodiversidad y los ecosistemas.

En la búsqueda de este propósito y siguiendo la información suministrada por la Dirección Territorial del Ministerio de Transporte (2020), en el departamento del Huila el volumen de tránsito y composición vehicular por tipo, dan cuenta que circulan 47.077 autos, 3.897 buses, 20.395 camiones, para un total de 71.369 vehículos con un registros de Transito Promedio Diario (TPD) igual a 3.352, y un indicador de Vehículo-kilometro/ Año igual a 522 por 7 días por 24 horas, (Mintransporte, 2021, pág. 118).

Luego en ese contexto, buscando medir la percepción de los conductores según tipo de vehículo que transita por la vía ruta 45, los autores aplicaron una encuesta según tamaño muestral, diseñadas bajo la escala de Likert, con el propósito de evaluar la relación existente entre los conductores, la fauna y el proyecto vial en cuestión, el diseño y resultado general se puede observar en el anexo 5. A continuación se presenta un análisis de los resultados que

nos permiten concluir cual es el comportamiento conductual de los conductores que transitan este corredor vial frente a la posibilidad de verse comprometido en una afectación de la vida animal silvestre en la vía.

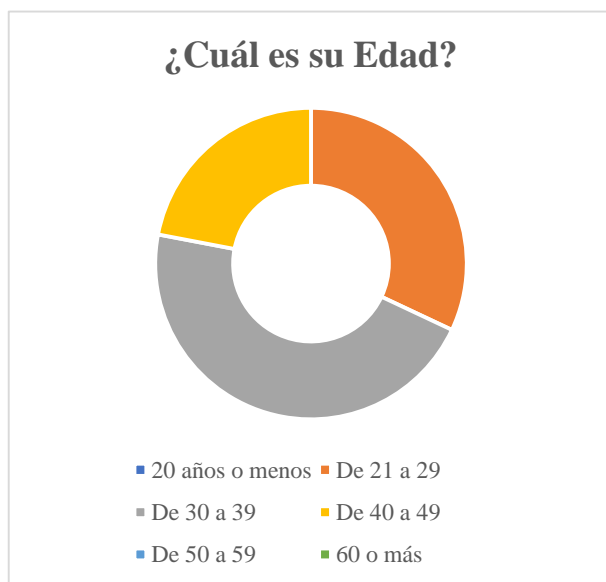
4.3.1. Información general

○ Acerca del entrevistado

Género: La mayoría de los encuestados son de género masculino, con un 84% en comparación con solo el 16% son conductoras femeninas.

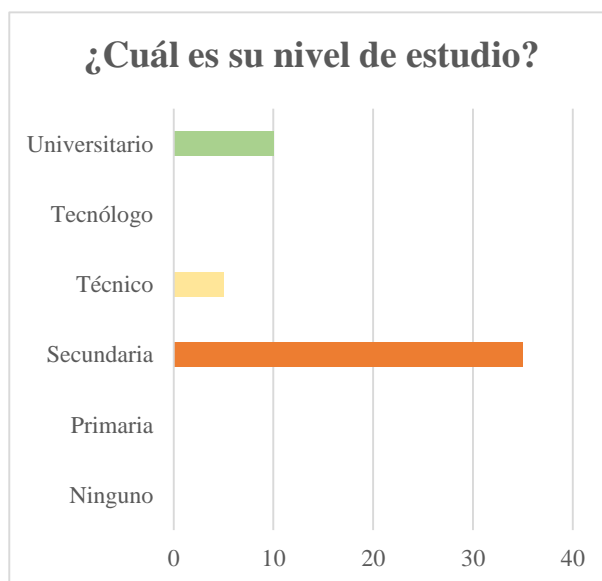
Edad: La mayoría de los conductores se encuentran en el rango de edades de 30 a 39 años, seguido por el grupo de 21 a 29 años. Esto sugiere que la mayoría de los conductores tienen experiencia en la carretera, por lo que al conducir son más precavidos en la vía, los datos se pueden apreciar en figura 57.

Figura 58: Edad de los encuestados.



Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 59: Nivel de educación de los encuestados



Nota: Elaboración propia, 2023.

Nivel de Estudio: El último nivel de educación de la mayoría de los conductores es la secundaria con un (70%), seguida por el nivel universitario con un (20%), y solo el 10% de los encuestados tiene educación técnica. Esto indica un nivel de educación relativamente alto entre los encuestados con una alfabetización promedio igual a 11 años, que nos permite considerar que existe una oportunidad para las campañas educativas en favor de la vida animal presente en la vía. Ver figura 58.

Experiencia como conductor: La mayoría de los encuestados han estado en la profesión de conductores más de 10 años, lo que sugiere una amplia experiencia y, por ende, no solo un conocimiento de la vía, si no, que son más conscientes de los puntos de mayor frecuencia de presencia de animales en la vía.

4.3.2. Información específica sobre el ejercicio de conducción

Placer al Conducir: El 100% de los conductores afirma que conducir les produce placer, siendo una respuesta predominantemente positiva.

Relajación al Conducir: El 100% de los encuestados procura estar relajado cuando está conduciendo, lo que indica una búsqueda de comodidad y tranquilidad al volante.

Preferencia por Conducir en Horas de la Noche: El instrumento aplicado en la población objetivo nos permite concluir que hay adversión de los conductores por la conducción en horas de la noche, sin embargo, dado el tipo de transporte y usuarios, algunos su preferencia se ve afectada por las necesidades del servicio o relación contractual siendo la empresa la que define los horarios.

Emoción al Conducir a Alta Velocidad en Carretera: El 72% de los conductores no siente emoción al conducir a alta velocidad en carreteras, mientras que el 28% lo hace de manera ocasional. Es de resaltar, que la población que le emociona conducir a alta velocidad

pertenece al grupo de conductores con el rango de edad de 21 a 29 años, por lo que la edad y experiencia en la vía influye significativamente a la hora de transitar por el proyecto vial.

Temor de Atropellar a Alguien: El 92% de los encuestados no sienten temor de atropellar a alguien mientras conduce, esto es debido a que a la hora de conducir están relajados y procuran manejar con precaución, por lo que el miedo no está presente.

Molestia por Conductores que Conducen a Baja Velocidad: El 92% de los conductores no se molestan cuando otros conducen a baja velocidad, lo que indica una paciencia y tolerancia con los demás conductores que transitan a baja velocidad.

Cruce con el Semáforo en Rojo: Aunque en la ruta 45 no hay presencia de semáforos, se les realizó esta pregunta según sus acciones en las vías urbanas donde si existen estos instrumentos. El 38% de los encuestados admite haber cruzado con el semáforo en rojo, lo que puede indicar un comportamiento arriesgado en busca de puntualidad.

Sobrepasar Límites de Velocidad en Zona Rural: El 60% de los encuestados han sobrepasado los límites de velocidad en zonas rurales al menos ocasionalmente, según los conductores, esto se debe a las características de la vía, ya que el proyecto vial es en línea recta, el tráfico vehicular en ciertas horas es mínimo y adicionalmente la seguridad es baja en algunos tramos de la ruta 45, por lo que reducir la velocidad puede ser un riesgo.

Salida del Carril por la berma para Evadir Trancones: El 100% de los conductores ha optado por mantenerse dentro del carril para prevenir accidentes y sanciones por parte de la autoridad de tránsito.

Adelantamiento en Curvas: El 94% de los encuestados no ha adelantado en curvas, lo que refleja una actitud más cautelosa en situaciones peligrosas.

Uso del Celular al Conducir: El 96% de los conductores no utiliza el celular mientras conduce sin manos libres, lo que demuestra un buen nivel de conciencia sobre la seguridad vial.

Conducción Bajo la Lluvia: El 100% de los conductores evita conducir bajo la lluvia, lo que es una práctica segura.

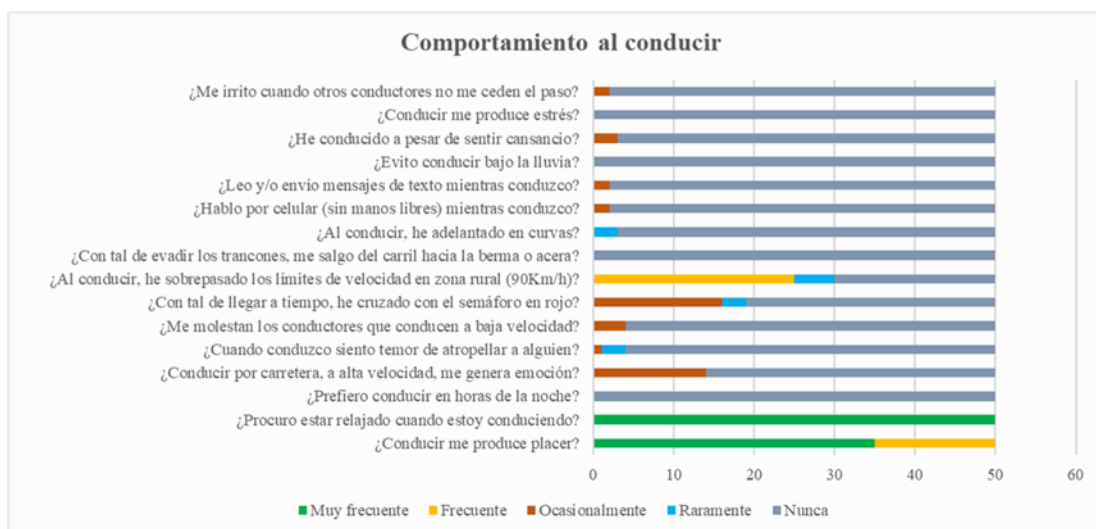
Conducción a Pesar del Cansancio: El 6% ha conducido a pesar de sentir cansancio, lo que podría aumentar los riesgos en la carretera, no obstante, los demás encuestados prefieren hacer pausas activas y descansar para estar más atentos en la vía.

Estrés al Conducir: El 100% de los conductores nunca ha sentido estrés al conducir, lo que puede estar relacionado con el placer y pericia al conducir.

Irritación por Conductores que no Ceden el Paso: El 96% nunca se irrita cuando otros conductores no le ceden el paso, lo que se podría deducir la tolerancia a la hora de transitar por el proyecto vial.

Todos los aspectos evaluados a la hora de conducir por parte de los encuestados se pueden observar en la figura 59.

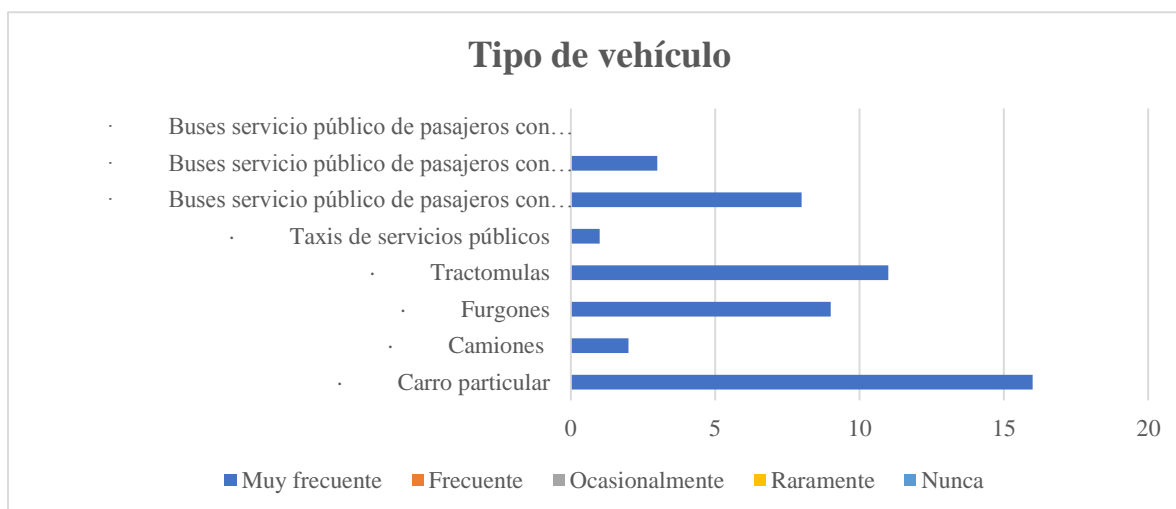
Figura 60: Estadísticas del comportamiento al conducir por la ruta 45



Nota: Elaboración propia, 2023.

Tipos de vehículos: El 32% de los encuestados conducían vehículos particulares para desplazarse desde su lugar de residencia a su lugar de trabajo, seguidos de las tractomulas que transportaban productos de la agricultura del sur a norte del país. Dichos resultados se pueden observar en la figura 60.

Figura 61: *Tipo de vehículos encuestados en la ruta 45.*



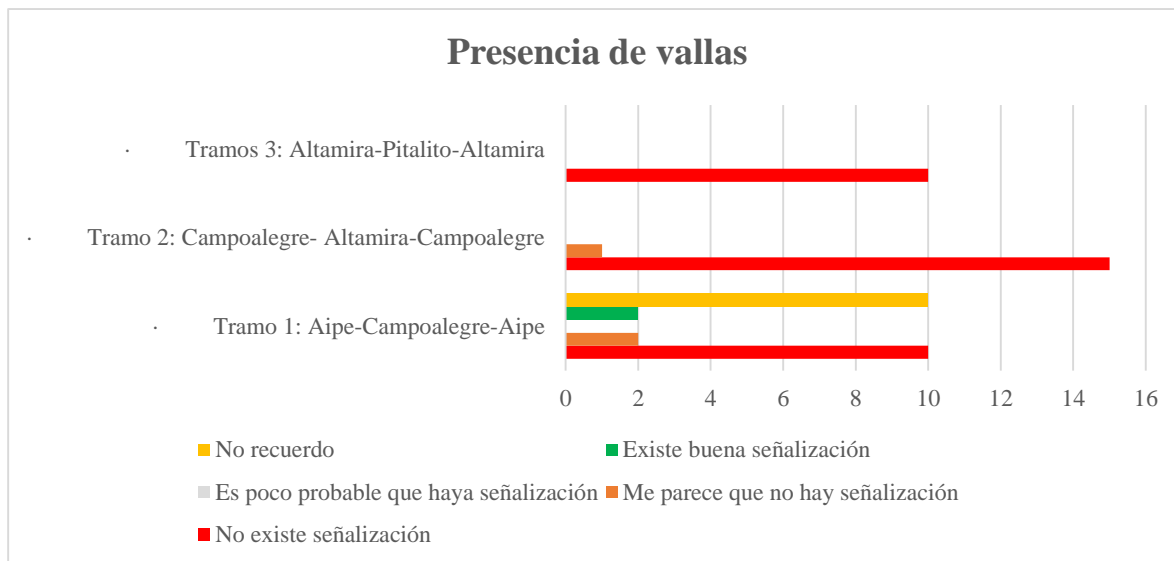
Nota: Elaboración propia, 2023.

Presencia de vallas informativas y preventivas de la presencia y cruce de fauna: A los encuestados se les dividió en 3 tramos la ruta 45 para el análisis sobre la presencia de vallas informativas y preventivas sobre la presencia de fauna en la vía. En ese orden, se clasificó de la siguiente forma: Tramo 1 (Aipe-Campoalegre), Tramo 2 (Campoalegre-Altamira) y Tramo 3 (Altamira-Pitalito).

Con base a la información obtenida, se puede concluir que en general, la mayoría de las personas encuestadas en los tres tramos de la vía ruta 45 reportan una falta de señalización informativa y preventiva con respecto a la presencia de animales silvestres o el cruce de animales en la vía. Esto es especialmente notable en el Tramo 2, donde todas las personas encuestadas indican la ausencia de señalización. En el Tramo 1, aunque hay opiniones

mixtas, la mayoría de las personas tampoco perciben una señalización adecuada. Dicho análisis se logra evidenciar en la figura 61.

Figura 62: *Análisis de la presencia de vallas informativas sobre fauna en la ruta 45.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

Conductas ante una señal informativa y preventiva de fauna en la vía: El 86 % de las personas encuestadas informan que reducen la velocidad al observar una señalización informativa y preventiva de presencia de animales en la vía. Esto es una respuesta positiva y adecuada, ya que muestra una reacción prudente ante una situación potencialmente peligrosa, como la presencia de animales en la carretera.

Es preocupante que el 12% de la población según tamaño muestral menciona que no se percatan de las señales. Esto indica en primer lugar que no hace una lectura del paisaje y entorno que transita cómo condición para el reconocimiento y mejora de la experticia al conducir, en segundo lugar, deja entrever una falta de conciencia o atención por parte de algunos conductores, lo que podría aumentar el riesgo de accidentes con la fauna circundante.

En general, el análisis sobre la información específica del ejercicio de conducción revela, la reacción predominante de los conductores es reducir la velocidad ante señales informativas y preventivas, algo relativamente positivo, ya que contribuye a la seguridad vial al proporcionar a los conductores más tiempo para reaccionar ante la posible presencia de animales en la carretera. Sin embargo, aún queda trabajo por hacer en términos de concienciación y atención de aquellos conductores que no se percatan de las señales. Los resultados obtenidos de este punto se pueden apreciar en la figura 58.

4.3.3. Análisis del ejercicio de conducción

Actitudes y Comportamientos al Conducir: Los conductores tienden a disfrutar de la conducción y buscan mantenerse relajados mientras están al volante. La mayoría evita conducir durante la noche y no siente emoción por conducir a alta velocidad en carretera. Además, muestra una actitud tolerante hacia otros conductores, no se molestan con la conducción lenta y no se irritan cuando otros no ceden el paso. La seguridad vial parece ser una prioridad para la mayoría, ya que evitan conducir bajo la lluvia y conducir a pesar del cansancio.

Seguridad Vial: Aunque la mayoría de los conductores se comportan de manera segura en la carretera, un porcentaje significativo admite haber cruzado semáforos en rojo y sobrepasado los límites de velocidad en zonas rurales. Estos comportamientos pueden representar riesgos para la seguridad vial y deben ser abordados a través de la educación y la aplicación de la ley.

Señalización Informativa y Preventiva: La falta de señalización informativa y preventiva sobre la presencia de animales silvestres en la ruta 45 es una preocupación común entre los conductores encuestados. Específicamente, en el Tramo 2, todos los encuestados indicaron

que no hay señalización, lo que resalta la necesidad de mejorar la visibilidad de las señales en esa área. A pesar de esta falta de señalización, la mayoría de los conductores reaccionan adecuadamente al reducir la velocidad cuando ven las señales.

4.3.4. Información de fauna en la vía

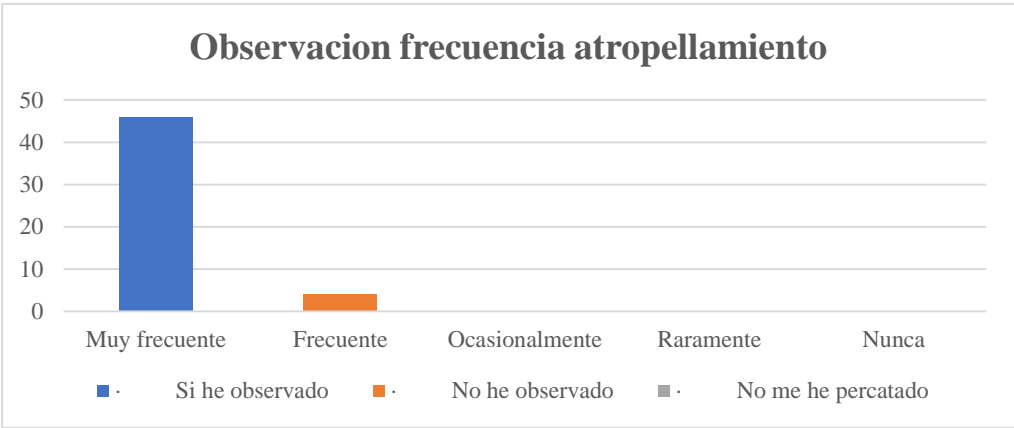
Actitud al observar un animal en la vía: El análisis de las respuestas proporcionadas por los conductores ante la situación de encontrarse con un animal en su camino revela una variedad de actitudes y comportamientos. A continuación, se desglosan las respuestas y se realiza un análisis detallado:

1. **Disminuyo la velocidad:** El 44% de los conductores eligen disminuir la velocidad cuando se les atraviesa un animal en su trayecto. Esta es una respuesta positiva y prudente, ya que reduce el riesgo de colisión y daño al animal. Esta actitud muestra un alto nivel de conciencia sobre la importancia de la seguridad vial y el respeto por la vida silvestre.
2. **Freno en seco (6 respuestas):** Algunos conductores optan por frenar en seco cuando se encuentran con un animal en la carretera. Esto también es una respuesta segura que busca evitar una colisión. Sin embargo, frenar en seco puede tener sus riesgos, especialmente si hay vehículos detrás que no están preparados para esta maniobra.
3. **Maniobro el vehículo y lo esquivo (ninguna respuesta específica):** Aunque no se menciona una respuesta específica para esta opción, es posible que algunos conductores elijan maniobrar su vehículo para esquivar al animal. Esta sería una respuesta efectiva para evitar la colisión, pero también puede ser arriesgada si no se hace de manera segura y controlada.

- 4. Continuo mi rumbo y lo atropello:** Solo el 4% de los conductores indican que continúan su rumbo y atropellan al animal, debido a que son conductores de carga pesada y por ello el vehículo no les permite realizar alguna maniobra para evitar el atropellamiento del animal que según los conductores salen de la nada sin dar tiempo de respuesta. Esta es una respuesta preocupante y entendible, ya que puede causar daños innecesarios a la fauna y en algunos casos representar un riesgo para la seguridad vial, especialmente si se trata de un animal grande ya que pueden generar un accidente mayor y a la hora de presentarse un choque los gastos de reparación son muy altos según los conductores involucrados.
- 5. No me percató (ninguna respuesta específica):** Aunque no se menciona una respuesta específica para esta opción, es posible que algunos conductores simplemente no se percaten de la presencia del animal en la carretera, ya sea por distracción o el tamaño de animal sea pequeño, lo que puede aumentar el riesgo de colisión.

Observación de la fauna atropellada por parte de los conductores: De los conductores encuestados, el 92% afirman haber observado con alguna frecuencia el atropellamiento y la muerte de animales en la vía durante su diario ejercicio laboral. Esto indica que la problemática de accidentes que involucran a animales en la carretera es un fenómeno recurrente y significativo en la ruta 45, los resultados se evidencian en la figura 62.

Figura 63: *Observación de fauna atropellada por los conductores*



Nota: Elaboración propia, 2023.

Experiencias de posible colisión de los conductores y fauna: La información proporcionada sobre los sucesos experimentados por los conductores en la ruta 45 durante el último año arroja una serie de observaciones significativas. A continuación, se analizan los resultados y se presenta una conclusión:

- 1. He atropellado algunos animales que circulan por la vía:** Esta opción no presenta una cantidad específica de respuestas, pero implica que algunos conductores han estado involucrados en atropellamientos de animales en la vía. Esto es motivo de preocupación, ya que indica un riesgo tanto para la seguridad vial como para la fauna local.
- 2. Me he visto a punto de atropellar algunos animales en la vía:** El hecho de que 24% de los conductores afirman haber estado a punto de atropellar animales en la vía es una señal de alerta. Indica que los incidentes de este tipo son relativamente frecuentes y que los conductores han enfrentado situaciones peligrosas en las que la colisión con animales estuvo muy cerca de ocurrir.
- 3. Inevitablemente he tenido que atropellar animales en la vía:** El 44% es una cifra significativa que señala que un número considerable de conductores se ha visto en la

situación de tener que atropellar animales en la vía de manera inevitable. Estos eventos pueden ser traumatizantes y preocupantes tanto para los conductores como para la fauna.

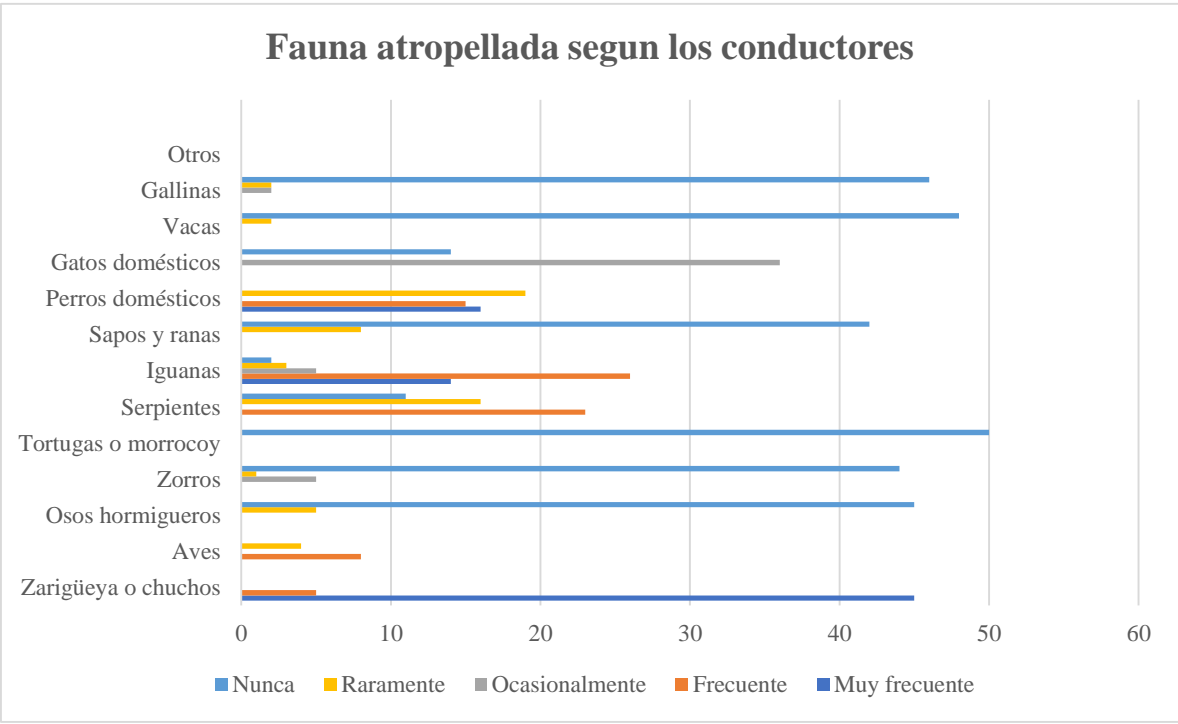
4. ***He observado a otros vehículos atropellando animales en la vía:*** El hecho de que 32% de los conductores hayan observado a otros vehículos atropellando animales en la vía sugiere que estos incidentes son comunes y visibles en la ruta 45.

Fauna más atropellada según los conductores: El análisis de la información sobre los animales atropellados en los tramos de la ruta 45 arroja resultados significativos los cuales se pueden apreciar en la figura 63.

1. **Zarigüeya o chuchos:** Este grupo de animales, que incluye zarigüeyas y chuchos, es el más común atropellado en la ruta 45, con una alta frecuencia de 90% encuestados han reportado avistamientos muy frecuentes. Esto sugiere una triste realidad en la que estos animales son vulnerables a los atropellos y señala la necesidad de tomar medidas para protegerlos.
2. **Aves:** Aunque las aves no son tan combinadas atropelladas como las zarigüeyas o chuchos, se observan con cierta frecuencia, con un 16% de los encuestados han informado avistamientos frecuentes y el 8% de los encuestados han mencionado observaciones ocasionales. Esto destaca la importancia de la conservación de las aves en la zona y la necesidad de medidas adicionales para protegerlas.
3. **Osos hormigueros:** Aunque los avistamientos de osos hormigueros son menos comunes, solo el 10% dicen que en ocasiones como ocurrencias raras. Esto indica que estos animales también enfrentan riesgos en la ruta 45 y pueden requerir atención en términos de conservación y medidas de protección.

4. **Zorros:** Se informa que los zorros son atropellados ocasionalmente, con el 10% de los conductores han mencionado avistamientos ocasionales y el 2% avistamiento raro. Esto señala que los zorros también pueden estar en riesgo en la carretera y que se deben considerar estrategias para protegerlos.
5. **Tortugas o morrocoy:** Las tortugas o morrocoy no son atropelladas, con 100% de los encuestados mencionando no haber observado este tipo de atropellos.
6. **Serpientes:** Las serpientes también enfrentan el riesgo de atropellos, con el 46% encuestados mencionando avistamientos frecuentes, 32% mencionando observaciones ocasionales y 22% mencionando observaciones raras. Estos resultados indican que las serpientes están atropelladas con cierta regularidad y que se deben considerar estrategias para reducir estos incidentes.
7. **Iguanas:** Las iguanas son atropelladas en diferentes frecuencias, el 28% de los encuestados mencionando avistamientos muy frecuentes hasta 6% mencionando avistamientos ocasionales. Esto sugiere que las iguanas también enfrentan riesgos en la carretera y que es importante tomar medidas para su protección.
8. **Sapos y ranas:** Los sapos y ranas son atropellados con cierta rareza, con el 16% encuestados mencionando.
9. **Perros y gatos domésticos:** Se informa que los perros y gatos domésticos son atropellados con diferentes frecuencias, lo que indica la necesidad de una mayor conciencia y precaución en la carretera.
10. **Vacas y gallinas:** Aunque las vacas y gallinas son menos comunes atropelladas, se mencionan en algunas respuestas, lo que resalta la importancia de la seguridad vial en áreas donde los animales domésticos pueden cruzar la carretera.

Figura 64: *Fauna atropellada según los conductores*



Nota: Elaboración propia, 2023.

Causa de atropellamiento de la fauna según los conductores: El análisis de las respuestas proporcionadas sobre la principal causa del atropellamiento de animales en la ruta 45 ofrece una perspectiva importante sobre las percepciones de los conductores.

- 1. Por falta de precaución de los conductores:** Solo el 16% de los conductores están de acuerdo en que la falta de precaución de los conductores es la principal causa del atropellamiento de animales en la ruta 45. Esto sugiere que una minoría de encuestados atribuye la responsabilidad principal a la falta de y precaución por parte de los conductores.
- 2. Poca valoración de los animales:** Esta opción no recibió ninguna respuesta afirmativa. Esto podría indicar que los conductores encuestados no creen que la falta

de valoración de los animales sea una causa significativa de los atropellos en la carretera.

3. **Aumento en el tráfico vehicular:** No se menciona el aumento en el tráfico vehicular como una causa importante según las respuestas proporcionadas. Esto sugiere que los conductores no ven el volumen de tráfico como una razón destacada detrás de los atropellos de animales en esta vía.
4. **La construcción de carreteras donde habitan los animales:** Seis conductores están de acuerdo en que la construcción de carreteras en áreas habitadas por animales es una causa significativa de los atropellos. Esto indica una cierta conciencia de la influencia del desarrollo de carreteras en la interacción entre los vehículos y la fauna local.
5. **La velocidad permitida en la vía:** No se menciona la velocidad permitida en la vía como una causa importante según las respuestas proporcionadas. Esto sugiere que los conductores encuestados no ven la velocidad como un factor determinante en los atropellos de animales en esta carretera.
6. **Falta de medidas en las carreteras en pro de los animales:** el 72% de los conductores están de acuerdo en que la falta de medidas en las carreteras en pro de los animales es la principal causa del atropellamiento de animales en la ruta 45. Esto destaca la percepción de que la infraestructura y las medidas de protección para la fauna son insuficientes en esta carretera y necesitan mejorarse para prevenir atropellos.

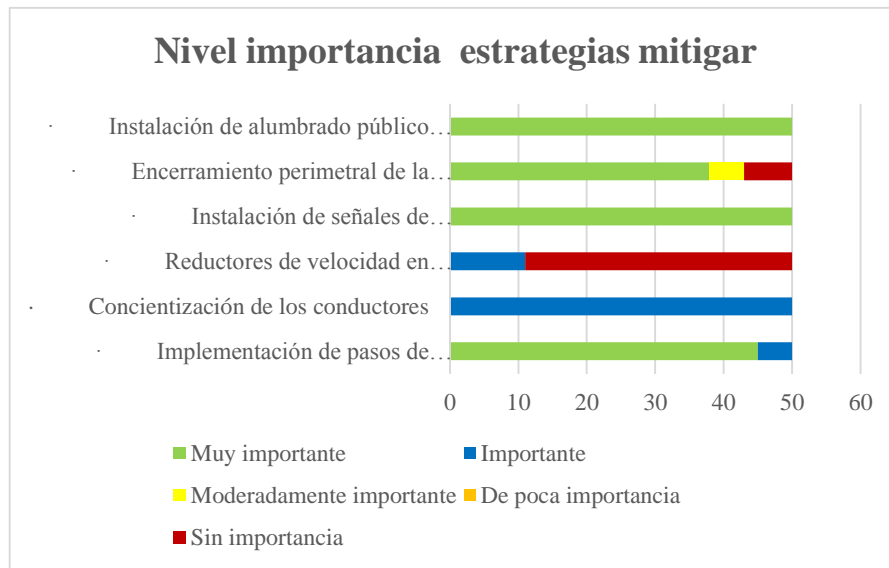
Importancia de estrategias para mitigar las tasas de atropellamiento: El análisis de las respuestas proporcionados sobre la importancia de implementar estrategias para mitigar las

tasas de atropellamiento en la ruta 45 revela una clara perspectiva sobre las prioridades de los conductores, el análisis se puede evidenciar en la figura 64:

1. **Implementación de pasos de fauna en la vía:** Casi la totalidad de los encuestados el 90% considera que la implementación de pasos de fauna en la vía es muy importante. Esto indica un fuerte apoyo a la idea de proporcionar a los animales una forma segura de cruzar la carretera y reducir los riesgos de atropellos.
2. **Concientización de los conductores:** El 100% consideran que la concientización de los conductores es importante. Esto destaca la reconocida importancia de educar a los conductores sobre la presencia de fauna en la carretera y promover comportamientos seguros.
3. **Reductores de velocidad en zonas propensas a pasos de fauna silvestre:** El 78% de los encuestados no consideran importante la instalación de reductores de velocidad en zonas propensas a pasos de fauna silvestre. Debido a que, por temas de inseguridad, la disminución de velocidad en ciertos tramos sería un factor que facilitarían los hurtos a los conductores de la ruta 45.
4. **Instalación de señales informativas e informativas sobre el cruce de fauna en la vía:** El 100% de los encuestados consideran importante la instalación de señales informativas e informativas sobre el cruce de fauna en la vía. Esto subraya la importancia de la señalización efectiva para alertar a los conductores sobre la presencia de animales y promover la precaución.
5. **Encerramiento perimetral de la vía en zonas donde cruza la fauna:** El 36% de los encuestados consideran importante el encerramiento perimetral de la vía en zonas donde cruza la fauna. Esto indica que se reconoce la utilidad de mantener a los animales alejados de la carretera mediante barreras físicas.

6. **Instalación de alumbrado público para que los conductores tengan una mejor visibilidad:** El 100% consideran importante la instalación de alumbrado público para mejorar la visibilidad de los conductores. Esto sugiere que una buena visibilidad es crucial para evitar atropellos de animales en la carretera.

Figura 65: Nivel de importancia de las estrategias de mitigación planteadas.



Nota: Elaboración propia, 2023.

4.3.5. A manera de síntesis

El análisis integrado de los resultados de la encuesta a los usuarios de la vía ruta 45 según tipos de vehículo permite identificar algunas características que definen la conducta o el comportamiento. Según El Diferenciador (2023) “la conducta o comportamiento se refiere, básicamente, a toda acción que se realiza en el mundo” (pág. 1). A continuación, se presentan algunas de las características:

- Es observable.
- Es una acción y/o reacción a estímulos externos o internos.

- Puede haber una orientación o patrón que es seguido.
- Es influenciada por la composición genética de un organismo y por la experiencia.
- Puede ser modificada.
- Es posible medirla.

En consecuencia, a través de encuestas y diálogos con los conductores, se ha podido destacar las actitudes de diferentes tipos de vehículos de manera concluyente:

- **Conductores de vehículos particulares:** El 100% de ellos muestra un profundo respeto por la vida silvestre, reconociendo plenamente la sensibilidad de los seres que la componen. Como resultado, su respuesta predominante ante la presencia de animales cruzando la carretera es detenerse de inmediato o reducir la velocidad, evitando así colisiones y preservando la vida de estos seres.

Un aspecto notable que surgió durante las encuestas es la disposición de los conductores a detenerse y observar a un animal atropellado, particularmente si se trata de especies como zorros u osos hormigueros, que son raras de avistar en su hábitat natural. Además, se ha observado que los conductores prestan especial atención a señales de tráfico llamativas e ilustrativas que advierten sobre la posible presencia de fauna en la carretera. Esto los sensibiliza y los hace circular con precaución, con la esperanza de presenciar a estos animales en su entorno natural y en vida.

Estos hallazgos demuestran un compromiso admirable por parte de los conductores de vehículos particulares con la conservación de la vida silvestre y su disposición a colaborar en la protección de estos seres en las carreteras.

Conductores de camiones y furgones: Se observaron ciertos comportamientos que merecen ser destacados. El 35% de estos conductores admitió que, en tramos de carretera con condiciones favorables, como rectas largas y poco tráfico vehicular, superan los límites de velocidad establecidos. Esta decisión a menudo se relaciona con la naturaleza crítica de las mercancías transportadas, como alimentos perecederos o ganado en pie, donde el tiempo de entrega es de vital importancia.

En ocasiones, esta prisa por cumplir con los plazos de entrega ha llevado a situaciones lamentables en las que los conductores se han visto involucrados en colisiones con animales que cruzan la carretera. Por desgracia, debido a la velocidad y las limitaciones de tiempo para reaccionar, en ocasiones, no tienen más opción que atropellar a estos animales, sin la intención de hacerlo. Posteriormente, continúa su camino sin detenerse a comprobar el estado del animal, argumentando que, a esa velocidad, cualquier animal de tamaño pequeño o mediano no sobreviviría.

Es importante resaltar que los daños a los vehículos en tales colisiones pueden ser significativos, lo que conlleva costos económicos considerables en términos de reparaciones de carrocería y faros, entre otros.

En resumen, los conductores de camiones y furgones valoran la importancia de la fauna, pero lamentablemente, debido a las circunstancias antes mencionadas, a menudo se ven involucrados en colisiones inevitables con animales en la carretera, lo que resulta en daños significativos a sus vehículos.

Tractomulas: Se presentan desafíos adicionales en lo que respecta a la interacción con la fauna en la carretera. Estos conductores explican que, aunque en ocasiones pueden visualizar animales como serpientes o perros callejeros en la vía, las limitaciones de maniobra de sus vehículos de carga pesada los hacen extremadamente cautelosos. Incluso si circulan a

velocidades reguladas según las señales de tránsito, cualquier maniobra brusca podría causar un accidente involucrando a otros conductores que se encuentren detrás o a su lado. Por esta razón, en muchas ocasiones, la única opción que consideran segura es pasar sobre los animales, procurando que estos queden en el centro del vehículo y evitando pisarlos con las llantas.

Es relevante destacar que los camiones de gran tamaño, como las tractomulas, tienen múltiples puntos ciegos, lo que aumenta el riesgo de colisiones con animales en la vía, así como con otros vehículos más pequeños, como motocicletas. Los conductores de tractomulas dependen en gran medida de las luces de otros vehículos para identificar la posición de objetos en su entorno, incluidos los animales.

En consecuencia, es lamentablemente evidente que, dadas las circunstancias, los animales en la carretera corren el riesgo de ser aplastados por estos vehículos de gran envergadura. La seguridad de los conductores y la prevención de accidentes en la carretera son prioridades fundamentales, lo que en ocasiones hace que la acción de pasar por encima de los animales sea la opción más segura, aunque no sea la ideal en términos de conservación de la fauna.

- **Vehículos de transporte público:** Se observa una conducta generalmente similar entre los conductores, a pesar de que operan vehículos de diferentes capacidades de pasajeros. Los conductores de este tipo de vehículos expresan su compromiso de respetar los límites de velocidad permitidos en la vía, ya que transportan pasajeros y son conscientes de los riesgos asociados con el incumplimiento de las normas de tránsito.

En lo que respecta a la fauna circundante, comparten opiniones similares a los conductores de camiones y furgones, destacando que los animales a menudo aparecen sorpresivamente en la

carretera, dejándoles poco margen de maniobra. En consecuencia, han tenido encuentros no deseados con aves y zorros en la vía.

Sin embargo, cabe destacar que un porcentaje pequeño, el 3% de los conductores encuestados, ha informado de encuentros con serpientes, en particular Boa Constrictor. En estos casos, estos conductores optan por una acción notable diferente. Decida detenerse y parar el tráfico para permitir que el animal cruce la vía de manera segura o les brinden ayuda para facilitar su travesía.

Este comportamiento solidario ha sido difundido y compartido entre los grupos de WhatsApp de los conductores de servicio público de diversas empresas, lo que ha resultado en la replicación de esta acción por parte de otros conductores. Esta muestra de consideración y cuidado hacia la fauna demuestra un esfuerzo colectivo que contribuye a la preservación de la vida silvestre en las carreteras.

Los resultados de la encuesta se pueden evidenciar en el anexo 6, donde indican la importancia de abordar la seguridad vial y la conservación de la fauna en la ruta 45. Se deben tomar medidas para mejorar la señalización, educar a los conductores y desarrollar estrategias específicas para proteger a las especies más vulnerables. Estos esfuerzos son esenciales para garantizar una convivencia segura entre los conductores y la fauna local, al tiempo que se preserva la biodiversidad en la zona.

4. CONCLUSIONES

1. El proyecto vial ruta 45, que cruza el departamento del Huila desde el municipio de Aipe en el norte hasta el municipio de Pitalito en el sur, evidencia deficiencias notables al no cumplir con los estándares nacionales e internacionales en el diseño de carreteras para la preservación de la fauna circundante. Este hallazgo confirma la hipótesis No. 1 de que la construcción y operación de la ruta 45 generan impactos significativos en la siniestralidad de la fauna del departamento del Huila, afectando aspectos clave como la movilidad de las especies, el tamaño de las poblaciones, sus comportamientos y en última instancia, la vida de los ecosistemas adyacentes al proyecto.

La explicación referencial de la hipótesis No.1 se basa en un sólido respaldo teórico, practico, con un estudio en campo e información comparada, proveniente de la actual investigación, donde evidencia que la ruta 45 al no cumplir con los estándares establecidos ha sido identificada como un proyecto generador de impactos negativos en la fauna. Estos efectos incluyen la fragmentación de hábitats, el aislamiento de poblaciones y cambios en el comportamiento animal, así como tasas de mortalidad debido a atropellamientos.

2. A lo largo del proyecto vial durante tres (3) meses se han registrado 213 colisiones de la fauna circundante. No obstante, se ha identificado un total de diecisiete (17) puntos críticos en los que la colisión vehicular con la fauna silvestre representa un riesgo significativo. Dichos resultados, nos lleva a replantear la hipótesis No. 2, ya que ahora con la ayuda de la actual investigación ya se cuenta con la identificaron de los puntos propensos a la accidentabilidad con la fauna circundante al proyecto vial,

por lo que ahora podrán ser intervenidos por parte del consorcio administrador de la vía.

3. La observación y monitoreo en campo permite señalar que pese a las evidencias de atropellamientos existentes en la ruta 45 en el tramo de estudio, y dadas las características de una vía construida ya hace más de cincuenta años, que fragmentó los ecosistemas alterando el hábitat de las especies nativas, algunas de éstas, se volvieron resilientes para mantener el tránsito o recorrido que dé continuidad al ecosistema al integrarse a las estructuras humanas en su comportamiento y patrones de movimiento. Se evidencia entonces, que algunos animales como mamíferos y aves utilizan los puentes y redes de drenajes de manera regular, adaptándose a estos elementos del entorno construido como una extensión natural de su hábitat.

Esta capacidad de adaptación resalta la importancia de considerar la ecología y el comportamiento de la fauna en el diseño de proyectos viales. La existencia de puntos de cruce específicos demuestra que, si se proporcionan estructuras adecuadas, la fauna puede adaptarse y continuar sus patrones migratorios y de alimentación sin sufrir los impactos negativos asociados con el atropellamiento en las carreteras.

4. La conducta de los conductores que transitan por la vía es mayoritariamente positiva, ya que demuestran comprender el valor de la vida animal. Cuando se encuentran con un animal en la carretera, su primera acción suele ser reducir la velocidad para evitar colisionar y poner en riesgo la vida del animal. Sin embargo, según las respuestas de los encuestados, en ocasiones los animales aparecen sorpresivamente sin tiempo de reacción y, en ciertos casos, la naturaleza de algunos vehículos, como los de carga pesada o transporte de pasajeros, limita su capacidad para realizar maniobras

evasivas. En estos casos, atropellar al animal se considera la opción menos peligrosa, ya que evitarlo podría ocasionar un accidente más grave.

5. RECOMENDACIONES

1. **Modificación del diseño vial:** Es imperativo revisar y modificar el diseño del proyecto vial ruta 45 para alinearlos con los estándares nacionales e internacionales en cuanto a la preservación de la fauna. Se deben considerar la implementación de las medidas recomendadas anteriormente en el capítulo 4.2. “Identificación de los puntos propensos de atropellamiento y la medición de accesibilidad y conectividad de la biodiversidad” específicamente en la tabla No. 11. Además, se sugiere la instalación de señalización adecuada en áreas críticas para la fauna
2. **Monitoreo y conservación de ecosistemas:** Dado el nivel de fragmentación identificado en los ecosistemas del área de influencia del proyecto, se debe establecer un programa de monitoreo constante con medidas para evaluar el impacto y tomar correctivas cuando sea necesario. Se recomienda la creación o ampliación de áreas protegidas, la promoción de la conservación de bosques riparios y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles para mantener o mejorar la cobertura vegetal.
3. **Educación y sensibilización de conductores:** Es importante realizar campañas de educación vial dirigidas a los conductores que transitan por la vía. Estas campañas deben enfocarse en la importancia de la vida animal y en cómo reaccionar adecuadamente al encontrar fauna en la carretera. Además, se deben proporcionar directrices claras para manejar situaciones inesperadas.
4. **Coordinación interinstitucional:** Fomentar la colaboración entre las autoridades de transporte, las organizaciones de conservación de la fauna y las comunidades locales

es esencial para abordar los problemas identificados en el proyecto vial. La coordinación interinstitucional permitirá una implementación más eficiente de las medidas propuestas y una mayor posibilidad de éxito en la preservación de la fauna y la biodiversidad en la región.

Estas recomendaciones buscan mejorar la compatibilidad del proyecto vial con la conservación de la fauna y el medio ambiente, reduciendo al mismo tiempo los riesgos asociados a las colisiones de fauna y promoviendo una actitud más consciente por parte de los conductores.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Adárraga-Caballero, M. A., & Gutiérrez-Moreno, L. C. (2019). Mortalidad de vertebrados silvestres en la carretera Troncal del Caribe, Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 106-119. Obtenido de <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/714/612>
- Agencia Nacional de Infraestructura ANI. (s.f.). Estudios de prefactibilidad corredor 3: Santana-Mocoa-Neiva. Obtenido de https://www.ani.gov.co/sites/default/files/apendice_1_-_parte_especial_0.pdf
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2022). Manual de Señalización Vial de Colombia: Dispositivos uniformes en la infraestructura para la regulación del tránsito y la seguridad vial. Tomo I. Obtenido de https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-08/Documento%20Manual%20de%20Se%C3%B1alizaci%C3%B3n%20Vial%20objetivo%20de%20la%20fase%20de%20socializaci%C3%B3n%20participativa_compressed%20%281%29_compressed.pdf
- Agencia Nacional de Vías ANI. (2015). Ficha General de Concesiones 4G. Obtenido de <http://www.interventorianms.com/wp-content/uploads/2016/10/FICHA-PROYECTO-4G.pdf>
- Ángel Oviedo, O. (2015). Impactos del Cambio Climático sobre la Distribución Geográfica de las Zonas de Vida de Holdridge en el departamento del Huila, Colombia. Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/TESIS%20DE%20MAESTRIA_OFELIA%20ANGEL%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/TESIS%20DE%20MAESTRIA_OFELIA%20ANGEL%20(2).pdf)
- Arana-Rivera, J. S., Gutiérrez-Quintero, S., & Álvarez, L. (2022). Analysis of Wildlife Roadkill in a Road Circuit. Case study of a Colombian road in the

Department of Huila: Neiva - Rivera - Campoalegre. Boletín Científico Centro de Museos, 55-71. Obtenido de

<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/6879/621>

- Arguello, J. C. (2 de diciembre de 2014). Obtenido de Misiones Online: <https://misionesonline.net/2014/12/02/ecoducto-misiones-imagenes-desde-un-drone-de-este-puente-natural-para-proteger-la-fauna-unico-en-america-latina/>
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D. P., Zapata, P. A., V. I., . . . Ramos, K. C. (2006). Impactos de las Carreteras Sobre la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. Revista EIA, 45-57. Obtenido de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/146/145>
- Astwood, J. A., Reyes, M. C., Rincón, M. T., Pachón, J., Eslavan, P. R., & Parra, C. A. (2018). Mortalidad de reptiles en carreteras del piedemonte de los llanos orientales colombianos. Revista UNAL, 321-334. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329663037_Mortalidad_de_reptiles_en_carreteras_del_piedemonte_de_los_llanos_orientales_colombianos
- Bedoya, V., Álzate, A., & Delgado, V. (2018). Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). Revista UNAL, 335-348. Obtenido de https://www.academia.edu/37978313/Atropellamientos_de_fauna_silvestre_en_la_red_vial_urbana_de_cinco_ciudades_del_Valle_de_Aburra_Antioquia_Colombia
- Cardona, A. P. (5 de noviembre de 2018). MONGABAY. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2018/11/colombia-animales-atropellados-carreteras/>

- Castillo, J. C., Urmendez, D., & Zambrano, G. (2015). Mortalidad de fauna Por atropello Vehicular en un sector de la Vía panamericana entre Popayán y Patía. Boletín Científico Centro de Museos, 207-219. Obtenido de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/3958/3664>
- Castro Molinares, S. P. (2017). Diseño y validación de un instrumento para evaluar la actitud hacia la investigación formativa en estudiantes universitarios. Actualidades Pedagógicas, 165-182. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1309&context=ap>
- Clevenger, A. P., B. C., & K. E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. Biological Conservation, 15-26. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50424907/Spatial_patterns_and_factors_influencing20161119-3923-vfkt-libre.pdf?1479599904=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSpatial_patterns_and_factors_influencing.pdf&Expires=1701128263&Signature=NjO
- Clevenger, A., B. C., & K. G. (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. Journal of Applied Ecology, 1340-1349. Obtenido de <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.0021-8901.2001.00678.x>
- Coelho, I. P., A. K., & A. V. (2008). Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. European Journal of Wildlife Research, 689-699.
- Concesión Vías del Nus - VINUS. (24 de noviembre de 2022). Obtenido de Pasos de fauna silvestre: <https://www.youtube.com/watch?v=CxqTslXoj1s&t=2s>

CONPES 3857, C. N. (2016). Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria. Bogotá. Obtenido de

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3857_RedTerciaria.pdf

- CONPES. (1994). CONPES 2695. Bogotá: Ministerio de Transporte. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/2691.pdf>

Correa, D. (2020). Pasos de fauna en infraestructura lineal. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/18.-Cartilla-pasos-de-fauna-en-infraestructura-lineal.pdf>

- Course Hero. (2022). Obtenido de ruta nacional 45 de colombia: <https://www.coursehero.com/file/114833668/ruta-nacional-45-de-colombiatxt/>

- De la Osaa, J., & Galván-Guevara, S. (2015). Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo – ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 67-77.

- Diario del Huila. (24 de marzo de 2021). Por mal estado de puente La Palma, cerraron ruta 45, pág. 1. Obtenido de <https://diariodelhuila.com/por-mal-estado-de-puente-la-palma-cerraron-ruta-45/>

- Diferenciador. (2023). Diferenciador.com. Recuperado el 12 de octubre de 2023, de <https://www.diferenciador.com/conducta-y-comportamiento/>

- Ecología Hoy. (2023). Ecología Hoy. Recuperado el 13 de julio de 2023, de https://www.ecologiahoy.com/estado-de-conservacion#google_vignette

Fayad, J. J., Manosalva, J. G., Barberi, J. R., Vélez, J. G., & Velásquez, M. M. (2019). Ecología de carreteras e infraestructura verde. *Tecsocial*, 36-44. Obtenido de

<https://as-aeu-ecp-dev-sbn.azurewebsites.net/media/mtpfmyav/tecsocial-5.pdf#page=38>

- Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Campos Sánchez, C., & Garmendia Salvador, L. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/evaluacion-de-impacto-ambiental-garmendia.pdf>
- Gobernación del Huila. (4 de septiembre de 2017). Obtenido de Infraestructura vial: <https://www.huila.gov.co/vias-e-infraestructura/publicaciones/6169/infraestructura-vial/>
- Government of Canada. (6 de agosto de 2022). Obtenido de https://parks.canada.ca/pn-np/bc/kootenay/gestion-mgmt/~/_link.aspx?id=31A0A54E96F9405CBB572001CC847A1E&z=z
- Gualy, M. d. (2 de abril de 2023). Características morfológicas. (J. S. Rivera, Entrevistador)
- Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. Investigación en educación médica, 211-216. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n8/v2n8a6.pdf>
- Hoy, E. (s.f.). Recuperado el 10 de Julio de 2023, de <https://www.ecologiahoy.com/estado-de-conservacion>
- Huila Stero. (31 de enero de 2023). Obtenido de <https://www.facebook.com/huilaStereo/posts/pfbid02KrjES3S43oZPKZpkxkqeahQ77eewXyBCAobRKnsTU3bACbmd1g2PX5u6UXdZ2owLI>

- Instituto Nacional de Vías INVIAS. (1 de septiembre de 2016). Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>
- Instituto Nacional de Vías. (22 de junio de 2022). INVIAS. Obtenido de IX Foro INVÍAS: Bienestar y protección de la fauna en carreteras: https://www.youtube.com/watch?v=kus_WalornI
- Jaramillo-Fayad, J. C., Velázquez, M. M., Premauer, J. M., González, J. L., & González Vélez, J. C. (2021). Atropellamiento de fauna silvestre en Colombia: Guía para entender y diagnosticar este impacto. Gobierno Nacional de Colombia – Institución Universitaria ITM. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/10217/gobierno-nacional-lanza-guia-para-entender-y-diagnosticar-el-impacto-del-atropellamiento-de-fauna-silvestre-en-colombia/>
- Justicia, C. S. (2013). RedJurista. Recuperado el 8 de Julio de 2023, de https://www.redjurista.com/Documents/corte_constitucional_sentencia_de_revision_de_tutela_no.135_de_2013.aspx#/
- La Nación. (12 de agosto de 2021). Un S.O.S por la ruta 45, pág. 1. Obtenido de <https://www.lanacion.com.co/un-s-o-s-por-la-ruta-45/>
- Landa, A. (17 de agosto de 2021). Qué son y como se diseñaron los pasos de fauna para el Tren Maya. Obtenido de PULSER CODER: <https://pulsecoder.com.mx/index.php/2021/08/17/que-son-y-como-se-disenaron-los-pasos-de-fauna-para-el-tren-maya/>

- Latín American and Caribbean Transport Working Group . (30 de enero de 2023).
Obtenido de <https://latinamericatransportationecology.org/countries/argentina/>
M. S., & M. L. (8 de agosto de 2022). Obtenido de The San Diego Union Tribune:
<https://www.sandiegouniontribune.com/en-espanol/noticias/story/2020-08-08/brasil-construyen-puente-para-monos-en-peligro-de-extincion>
- Magdalena, C. A. (2015). Plan de Manejo Ambiental Distrito Regional de Manejo Integrado La Tatacoa. Neiva. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRMI_TATACOA.pdf
- Magdalena, C. A. (2020). Plan de Manejo "Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas". Neiva. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/PMA_DRMI_SERRANIA_DE_PENAS BlancAS.pdf
- Méndez, R. (2020). Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores. Bogotá: Entornos.
- Meza, F. L., Ramos, E., & Cardona, D. (2019). Spatio-Temporal Patterns Of Mammal Road Mortality In Middle Magdalena Valley, Colombia. *Oecologia Australis*, 575-582. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335674108_Spatio-temporal_patterns_of_mammal_road_mortality_in_Middle_Magdalena_Valley_Colombia
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2015). Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Madrid. Obtenido de

https://www.miteco.gob.es/content/dam/mites/es/biodiversidad/publicaciones/previsiones_pasos_vallados_2a_edicion_tcm30-195791.pdf

- Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. (2021). Lineamientos Metodológicos Generales de la Evaluación Ex Post de las Inversiones.
- Mintransporte. (2021). Transporte en cifras. Estadísticas 2020. Bogotá, D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/9443/transporte-en-cifras/>
- Mintransporte. (26 de abril de 2022). Obtenido de Gobierno nacional lanza mapa para identificar puntos de mayor vulnerabilidad faunística al atropellamiento en proyectos viales: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/10864/gobierno-nacional-lanza-mapa-para-identificar-puntos-de-mayor-vulnerabilidad-faunistica-al-atropellamiento-en-proyectos-viales/>
- Monroy, M. C., Ossa-Locayo, D. I., & De la Ossa, J. (2015). Tasa de atropellamiento de fauna silvestre en la vía san onofre – María la Baja, Caribe Colombiano. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 88-95. Obtenido de <https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/106/191>
- Nacional, M. (28 de febrero de 2008). Magdalena. Navegando por una nación. Obtenido de <https://www.museonacional.gov.co/sitio/magdalena/magdapres.html>
- Ossa, J. D., Ossa-Nadjar, D. I., & Medina-Bohórquez, E. (2015). Atropellamiento de Fauna Silvestre. Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, 109-116. Obtenido de <https://revistas.unisucree.edu.co/index.php/recia/article/view/430/476>
- Payan, E., Soto, C., Diaz-Pulido, A., Benítez, A., & Hernández, A. (2013). Cruce de caminos de vida silvestre y mortalidad: lecciones para el diseño de caminos amigables

con la vida silvestre en Colombia. En actas de la Conferencia Internacional sobre Ecología y Transporte, 2-18. Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Esteban-Payan-2/publication/281118678_WILDLIFE_ROAD_CROSSING_AND_MORTALITY_LESSONS_FOR_WILDLIFE_FRIENDLY_ROAD_DESIGN_IN_COLOMBIA/links/55d7408b08aeb38e8a85a37b/WILDLIFE-ROAD-CROSSING-AND-MORTALITY-LESSONS-FOR-WILDLIFE-

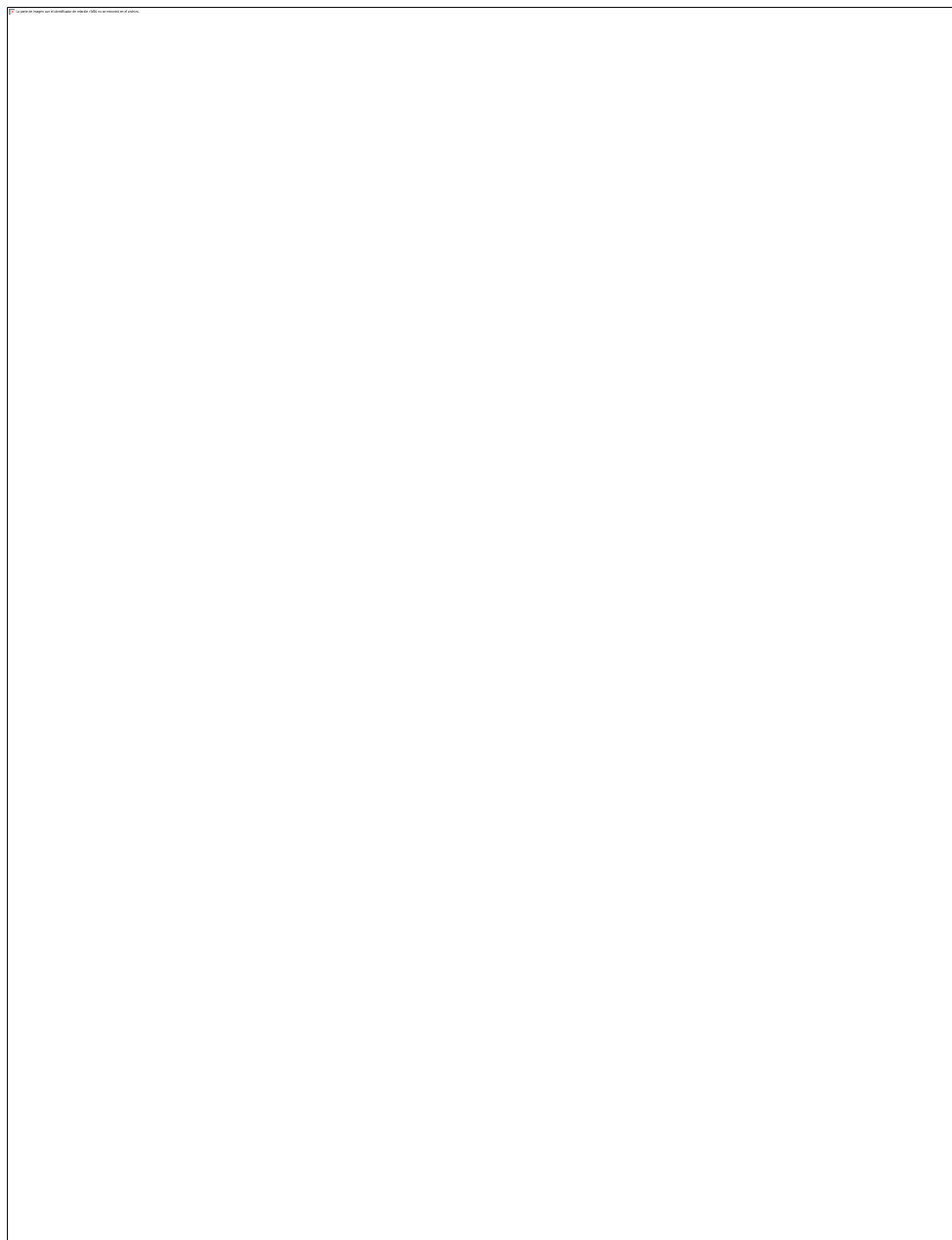
- Peña, Y. D. (19 de octubre de 2020). Alerta Tolima. En pésimo estado se encuentra la ruta 45 la vía nacional del Huila, pág. 1. Obtenido de <https://www.alertatolima.com/noticias/huila/en-pesimo-estado-se-encuentra-la-ruta-45-la-nacional-del-huila>
- Quintero-Ángel, A., Osorio-Domínguez, D., Vargas-Salinas, F., & Saaedra-Rodríguez, C. A. (2012). Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 99-105. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31073071/Quintero_Herpetology_Notes_Volume5_pages99-105-libre.pdf?1392173796=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRoadkill_rate_of_snakes_in_a_disturbed_l.pdf&Expires=1701131072&Signature=FUpjQXF2Z0AwhWo
- Raad Cisa, P. (2019). La Importancia del Vínculo Entre la Fauna Silvestre, Los Ecosistemas y la Salud Pública, en el Marco de “Una Sola Salud”. Montevideo: Universidad de la República Facultad de Veterinaria. Obtenido de <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2724/FV-34073.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ramírez Chávez, H., & Mantilla Meluk, H. (2009). Nuevo registro de la comadreja colombiana *Mustela felipei* (Carnivora: Mustelidae), con notas sobre su distribución y conservación. *Mastozoología Neotropical*, 379-388. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/457/45712497010.pdf>
- RECOFSA, R. C. (23 de febrero de 2022). RECOFSA. Obtenido de <http://www.recofsa.com/quienes-somos/que-es-recofsa/>
- Rincón, B. G. (2022). Monitoreo de pasos de fauna silvestre y su en el corredor vial Villavicencio -Yopal. Bogotá: Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6490>
- Rojas López, J. E. (17 de octubre de 2022). Diario del Huila. Recuperado el 8 de agosto de 2023, de <https://diariodelhuila.com/se-aprobo-plan-de-ordenamiento-territorial-en-rivera/>
- Seijas, A. E.-Q. (2013). Mortalidad de vertebrados en la carretera Guanare-Guanarito, estado Portuguesa, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 1619-1636. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v61n4/a07v61n4.pdf>
- Sinchi. (2018). Metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica del paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local. Proyecto Conservación. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/26.-Metodologia-estudios-de-fragmentacion-del-paisaje-motores-de-fragmentacion-y-conectividad-ecologica-a-escalas-regional-subregional-y-local.pdf>

- Thompson, I. (2011). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. Unasylva. Obtenido de <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-10/SEMANA1/07.pdf>
- Uribe Bedoya, H. A. (2018). Aplicación y evaluación de una propuesta metodológica para la determinación del impacto de la infraestructura vial sobre la mortalidad de fauna silvestre en el Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño. Instituto Tecnológico Metropolitano. Obtenido de http://siawebpr.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5822/HernanAlonso_BedoyaUribe_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Vogt, P. (2017). User Guide of GuidosToolbox. Italia: Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea. Obtenido de https://ies-ows.jrc.ec.europa.eu/gtb/GTB/GuidosToolbox_Manual.pdf
- World Animal Protection. (2023). Obtenido de <https://www.worldanimalprotection.cr/nuestras-campanas/sintiencia-animal/>

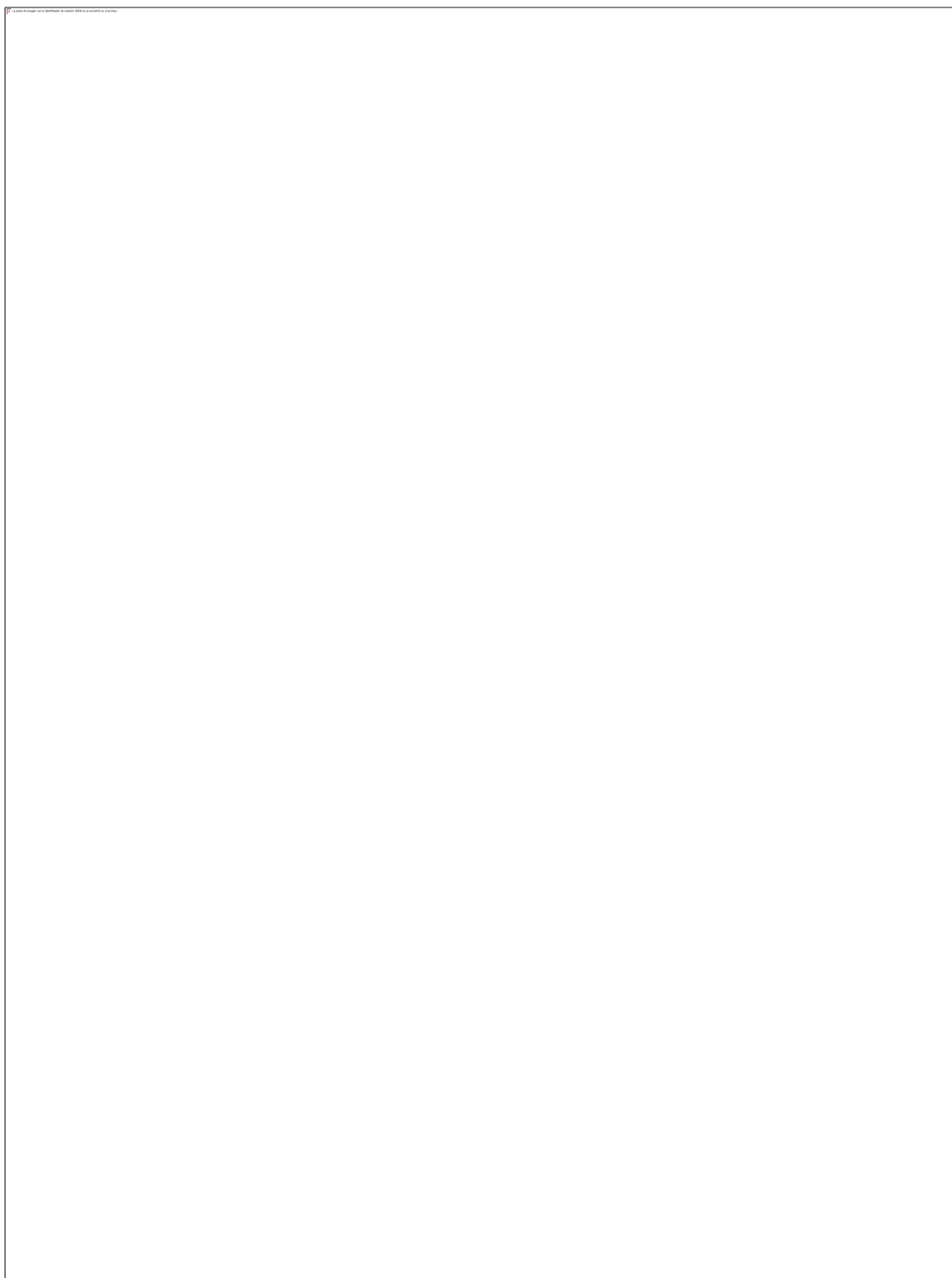
7. ANEXOS

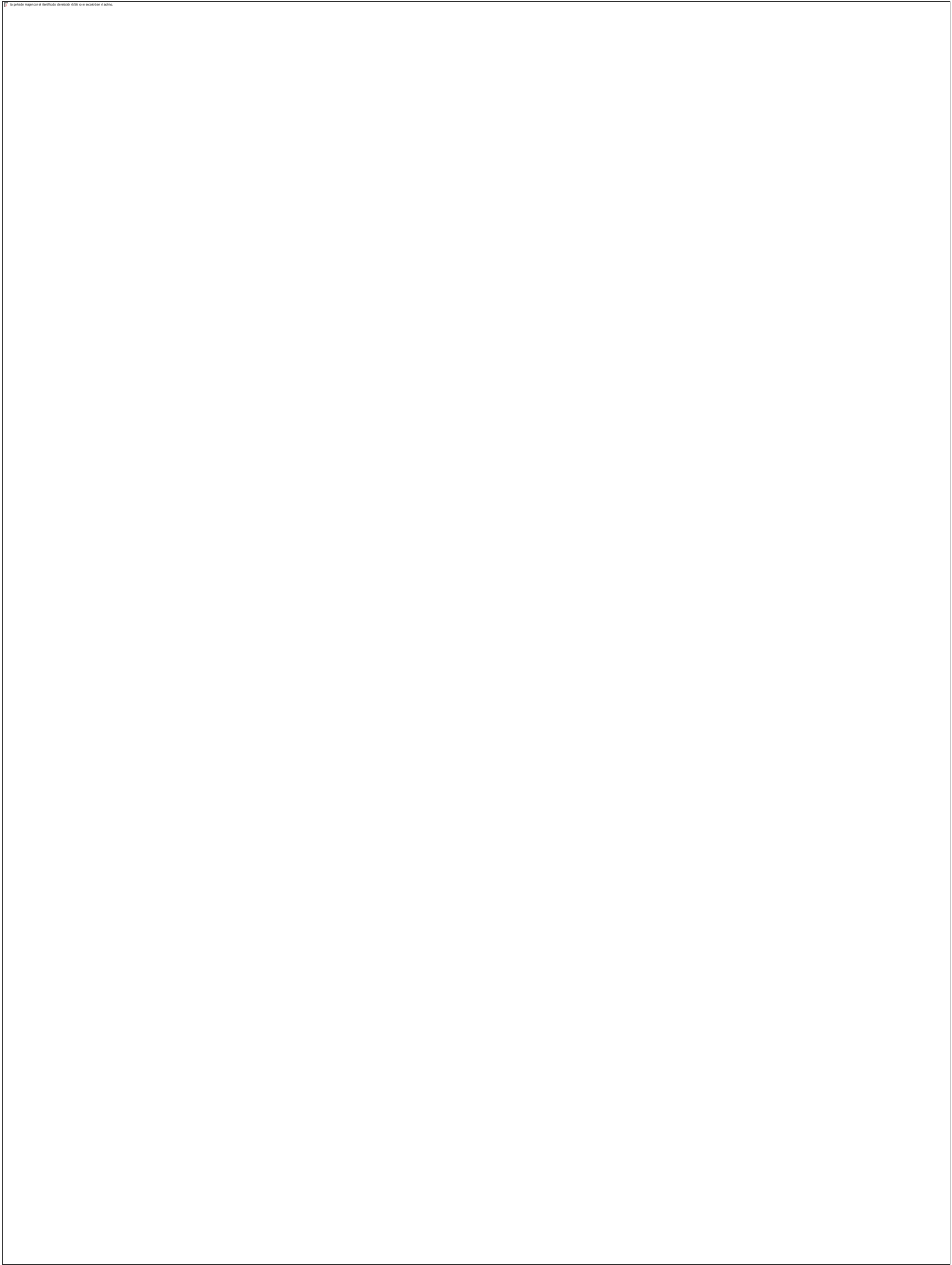
Anexo 1: Respuesta de la Concesionaria ruta al Sur.





Anexo 2: Respuesta de la Concesionaria Autovías





Anexo 3: Frecuencia de recorridos del muestreo

MES	FRECUENCIA	NÚMERO TOTAL DE PRUEBAS	NÚMERO DE COLISIONES	RECORRIDO (Km)
Octubre	1xSemana	4 (por cada carril)	78	297 km
Noviembre	1xSemana	4 (por cada carril)	58	
Diciembre	1xSemana	4 (por cada carril)	77	
Total	12 x 3 meses	12 muestreos	213	297 km

Anexo 4: Diseños sugeridos por el equipo investigador



Anexo 5 Diseño de la encuesta realizada a los conductores de la ruta 45

