

Formulación de proyecto en fase perfil para fortalecer las condiciones de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque, mediante el uso de la Metodología de Marco

Lógico

Juan Gabriel Rodríguez Solano

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Ph.D Carlos Lizardo Corzo Ruíz

Doctor en Proyectos

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

2024

Contenido

Introducción.....	10
1. Aspectos contextuales.....	12
1.1 Planteamiento del problema.....	12
2. Objetivos.....	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos	14
3. Descripción institucional	14
4. Revisión técnica de la propuesta	15
5. Marco referencial	16
5.1 Marco conceptual.....	17
5.1.1. Definición de proyecto.....	17
5.1.2. Gestión de proyectos.....	17
5.1.3. Infraestructura vial.....	18
5.1.4. Metodología de marco lógico.....	18
5.2 Estado del arte	20
5.3 Marco legal.....	22
6. Análisis de interesados -involucrados	23
7. Análisis del problema	25
7.1 Modelo árbol de problema	27
8. Análisis de objetivos.....	28
8.1 Modelo árbol de objetivos.....	28
9. Análisis de alternativas	29

9.1 Identificación de alternativas.....	29
9.1.1. Alternativa 1	30
9.1.2. Alternativa 2	31
9.1.3. Alternativa 3	32
9.2 Evaluación de alternativas.....	33
9.2.1. Dimensiones de la vía.....	35
9.2.2. Localización.....	36
9.2.3. Mercado	36
9.2.4. Técnico	38
9.2.5. Ambiental.....	39
9.2.6. Legal	40
9.2.7. Financiero	41
10. Selección de la alternativa de solución.....	42
11. Construcción del modelo analítico del proyecto.....	44
11.1 Estructura analítica	44
11.2 Matriz de marco lógico	45
11.3. Resumen narrativo	47
11.3.1. Fin.....	47
11.3.2. Propósito	47
11.3.3. Componentes o productos.....	47
11.3.4. Actividades	48
11.4. Indicadores	48
11.4.1. Indicadores de propósito	49

11.4.2. Indicadores de componentes.....	49
11.4.3. Indicadores de actividades.....	49
11.4.4. Medios de verificación.....	50
11.4.5. Supuestos.....	51
12. Recursos humanos, materiales y económicos	52
13. Cronograma.....	54
14. Difusión y comunicación.....	55
15. Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación	57
16. Resultados	59
17. Discusión	60
18. Conclusiones	62
19. Recomendaciones.....	64
Referencias	65

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Principales actores interesados en el proyecto</i>	23
Tabla 2. <i>Alternativas de trazado vía</i>	34
Tabla 3. <i>Evaluación dimensiones de la vía</i>	35
Tabla 4. <i>Evaluación de la localización</i>	36
Tabla 5. <i>Proyección de tránsito 2024-2044</i>	37
Tabla 6. <i>Evaluación de mercado TPD 2024</i>	38
Tabla 7. <i>Evaluación técnica</i>	38
Tabla 8. <i>Evaluación ambiental</i>	39
Tabla 9. <i>Evaluación legal</i>	41
Tabla 10. <i>Evaluación presupuestal</i>	42
Tabla 11. <i>Ponderación para evaluar alternativas</i>	43
Tabla 12. <i>Resultados matriz multicriterio</i>	43
Tabla 13. <i>Matriz de marco lógico</i>	45
Tabla 14. <i>Presupuesto del proyecto</i>	52
Tabla 15 <i>Detalle A.I.U</i>	53
Tabla 16 <i>Resultados obtenidos aplicación de metodología de marco lógico</i>	59

Lista de figuras

Figura 1. <i>Esquema de Marco Lógico</i>	19
Figura 2. <i>Árbol de problema del proyecto</i>	27
Figura 3. <i>Árbol de objetivos</i>	28
Figura 4. <i>Relación de alternativas con el árbol de objetivos</i>	30
Figura 5. <i>Trazado alternativa N° 1</i>	31
Figura 6. <i>Trazado alternativa N° 2</i>	32
Figura 7. <i>Trazado alternativa N°3</i>	33
Figura 8. <i>Trazado de las tres alternativas propuestas</i>	34
Figura 9. <i>Sección transversal típica en vías primarias y secundarias</i>	35
Figura 10. <i>Modelo causal subyacente de la evaluación de resultados</i>	58

Lista de apéndices

Apéndice A: *Estado de la vía Yopal - Guayaque, entre los PR 000+0000 al PR 009+000 - Ruta Nacional 6513.*

Apéndice B: *Matriz Multicriterio para evaluación de alternativas*

Apéndice C: *Diagrama Gantt del proyecto*

Apéndice D: *Instructivo visita previa y entrega y recibo definitivo de obra*

Apéndice E: *Lineamientos para la evaluación de resultados a proyectos de inversión financiados con recursos del sistema general de regalías-SGR*

Nota: véase archivos en fuente externa

Resumen

En el presente trabajo se planteó atender el problema evidenciado en la entidad Instituto Nacional de Vías-INVIAS sobre las condiciones de movilidad de la vía nacional ruta 6513 Yopal-Paz de Ariporo en el sector Yopal-Guayaque debido a la inestabilidad geológica y trazado geométrico del sector Yopal, puente la Cabuya sobre el río Cravo Sur.; en tal sentido se planteó como objetivo general “Formular un proyecto en fase perfil para la mejora de las condiciones de movilidad de la vía nacional Yopal-Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque mediante el uso de la metodología de Marco Lógico”. Como método se planteó implementar la formulación de un proyecto en fase perfil que establezca una alternativa de solución técnica a la necesidad planteada con definición de alcance tiempo y valor mediante el uso de la metodología marco lógico; estructurando matriz de interesados, árbol de problemas, árbol de objetivos, definiendo tres (3) alternativas de solución las cuales fueron evaluadas implementando en una matriz multicriterio que permite comparar diversos aspectos determinantes en la ejecución de un proyecto de infraestructura vial tales como Dimensiones de la vía, Localización, Mercado, Técnico, Ambiental, Legal y Financiero, los cuales fueron ponderados según la incidencia directa en el tipo de obras que se pretenden desarrollar. Se obtiene como principal resultado la alternativa número uno (1) con 4,44 puntos de 5,00 posibles, la cual consiste en mantener parte del trazado actual de la vía y construir una nueva infraestructura tipo puente sobre el río Cravo Sur fuera de la zona de inestabilidad geológica garantizando la circulación adecuada de los vehículos por el sector y permitiendo establecer en las discusiones que se requiere esta intervención para brindar un buen servicio a los usuarios de la vía evitando cualquier riesgo y desconexión terrestre de la región como ha ocurrido en varias oportunidades.

Palabras clave: movilidad, seguridad vial, inestabilidad geológica

Abstract

In the present work, it was proposed to address the problem identify in the Instituto Nacional de Vias-INVIAS entity regarding the mobility conditions that occur on the national highway route 6513 Yopal-Paz de Ariporo in the Yopal-Guayaque sector due to the geological instability and geometric layout of the Yopal sector, Cabuya bridge over the Cravo Sur river.; In this sense, the general objective was proposed to “Formulate a project in the profile phase to improve the mobility conditions of the Yopal-Paz national road in Ariporo sector Yopal-Guayaque through the use of the Logical Framework methodology.” As a method, it was proposed to implement the formulation of a project in the profile phase that establishes an alternative technical solution to the raised need with definition of scope, time and value through the use of the logical framework methodology; For which a stakeholder matrix, problem tree, and objective tree were structured, defining three (3) solution alternatives which were evaluated by implementing a multi-criteria matrix that allows comparing various determining aspects in the execution of a road infrastructure project such as as Dimensions of the road, Location, Market, technical, Environmental, Legal and Financial, which were weighted according to the direct impact on the type of works that are intended to be developed. The main result is alternative number one (1) with 4.44 points which consists of maintaining part of the current route of the road and building a new bridge-type infrastructure over the Cravo Sur River outside the zone of geological instability, guaranteeing the adequate circulation of vehicles through the sector and allowing the establishment of discussions that will take place. This intervention is required to provide a good service to road users, avoiding any risk and land disconnection from the region as has occurred on several occasions.

Keywords: mobility, road safety, geological instability

Introducción

En el presente trabajo, abordaremos un aspecto de vital importancia en el dinamismo económico de la Orinoquía Colombia que corresponde al estado y funcionalidad de las carreteras. Las vías de comunicación terrestre son un elemento clave en la movilidad y desarrollo de cualquier sociedad, permitiendo el transporte eficiente de personas y mercancías. Sin embargo, para garantizar un tránsito seguro y fluido, es imprescindible que las carreteras cumplan con estándares de calidad y mantenimiento adecuados, que en ocasiones por condiciones topográficas y geológicas se convierten en verdaderos retos para las entidades encargadas de su administración.

Una de las dificultades que se presenta en el Departamento de Casanare es la conexión terrestre del municipio de Yopal hacia el norte de Casanare en la ruta 6513 que afecta el intercambio comercial y desarrollo económico, principalmente en época invernal debido a la congestión vehicular en el paso urbano de Yopal y a la inestabilidad geológica del sector Yopal, puente la Cabuya sobre el río Cravo Sur, donde constantemente se presenta caída de rocas, procesos de remoción en masa, así como baja velocidad de circulación en el paso sobre el puente debido a que se debe hacer alternado en un sentido.

En este contexto, nuestro objetivo principal es realizar un análisis completo y sistemático de las condiciones de esta carretera específica y formular un proyecto en fase perfil que identifique las posibles soluciones que promuevan el mejoramiento de la movilidad en la vía nacional y establezca un nuevo paso en el río Cravo sur.

Para lograr dicho propósito, se implementará la metodología de marco lógico que es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Se realiza análisis de los involucrados, árbol del problema, árbol de objetivos,

identificación de las alternativas y evaluación de estas mediante una matriz multicriterio para elegir finalmente la más adecuada para atender la necesidad planteada.

Por lo anterior y ya que el proyecto a formular corresponde a una obra de inversión pública se considera que Marco Lógico es la metodología de gestión de proyectos idónea para su implementación que facilitará la obtención de un producto conforme a las disposiciones normativas colombianas para este tipo de proyectos brindando la alternativa de solución adecuada para la problemática presentada.

1. Aspectos contextuales

El presente trabajo de grado tiene como propósito estudiar las condiciones de transitabilidad del corredor vial 6513 Yopal -Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque y analizar las alternativas de solución para mejorar el servicio de la vía aplicando la metodología del Marco Lógico.

En primera medida como etapa fundamental en la planificación y gestión de proyectos está el planteamiento del problema donde se analiza la situación, se identifican las causas y efectos.

1.1 Planteamiento del problema

Una de las dificultades que se presenta en el Departamento de Casanare es la conexión terrestre del municipio de Yopal hacia el norte de Casanare que afecta el intercambio comercial y desarrollo económico, principalmente en época invernal debido a la congestión vehicular en el paso urbano de Yopal y a la inestabilidad geológica del sector Yopal, puente la Cabuya sobre el río Cravo Sur.

El Instituto Nacional de Vías -INVIAS- es una entidad del orden nacional, adscrita al Ministerio de Transporte, encargada de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional, para solucionar necesidades de conectividad, transitabilidad y movilidad de los usuarios, con tecnología sostenible y talento humano calificado, íntegro, visionario y comprometido, que contribuye a la competitividad y modernización de la infraestructura del país (Instituto Nacional de Vías, 2020)

Dentro de la competencia del Instituto Nacional de Vías se encuentra la vía Nacional ruta 6512 Monterrey-Yopal y ruta 6513 Yopal-Paz de Ariporo la cual pasa por el casco urbano del Municipio de Yopal Casanare presentándose congestiones vehiculares en horas pico los cuales

incrementan el riesgo de accidentes de tránsito en el sector. Aunado a lo anterior, en el punto de referencia - PR 2+385 - de la ruta 6513 está ubicado el puente vehicular Cravo sur (o La Cabuya) que actualmente se encuentra restringido con paso en un solo sentido mediante controladores de tránsito, debido al alto volumen de vehículos de carga que transitan por allí y su limitada capacidad geométrica y estructural para soportarlos. Adicionalmente, este sector presenta problemas de inestabilidad geológica en los últimos años como hundimientos, deslizamientos y caída de rocas generados por las condiciones de la cordillera oriental, situación que ha obligado al cierre total de la vía en varias oportunidades, por el riesgo constante al cual se ven sometidos los usuarios, especialmente en periodos de lluvia.

La inestabilidad del sector ha sido publicada constantemente en los artículos de prensa, siendo uno de los casos el 29 de mayo de 2011 cuando debido a un proceso de falla geológica activa con proceso de remoción en masa se generó el cierre total de la vía 6513 en el sector La Cabuya afectando la comunicación terrestre y además la Planta de tratamiento de Agua Potable - PTAP del Municipio de Yopal , quedando sin el servicio básico de acueducto toda la ciudad. (Prensa libre casanare, 2011)

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Formular un proyecto en fase perfil para la mejora de las condiciones de movilidad de la vía nacional Yopal-Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque mediante el uso de la metodología de Marco Lógico.

2.2. Objetivos específicos

Identificar los elementos necesarios para la formulación en fase perfil del proyecto para el mejoramiento de las condiciones de movilidad en el paso urbano del Municipio de Yopal y sector “puente la Cabuya”.

Implementar la formulación de un proyecto en fase perfil que establezca una alternativa de solución técnica a la necesidad planteada con definición de alcance tiempo y valor mediante el uso de la metodología marco lógico.

Validar la formulación de la alternativa de solución utilizando la evaluación ex ante mediante la integración de criterios y parámetros pertinentes.

3. Descripción institucional

El Instituto Nacional de Vías -INVIAS- inició labores el primero de enero de 1994 mediante el decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992, que creó un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito al Ministerio de Transporte, encargada de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional, para solucionar necesidades de conectividad, transitabilidad y movilidad de los usuarios, con tecnología sostenible y un talento humano calificado, íntegro, visionario y comprometido, contribuyendo a la competitividad y modernización de la infraestructura del país. (Instituto nacional de vías, 2022)

La visión de la entidad es para el año 2030 ser reconocido a nivel Latinoamericano, por su liderazgo en la estructuración, ejecución y operación de proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo a cargo, con procesos de desarrollo sostenible e innovación

tecnológica y normativa, para el fortalecimiento del transporte intermodal, la conectividad entre centros de producción y de consumo; y la integración territorial y regional, contribuyendo a la competitividad del país y aumentando la satisfacción de los grupos de valor. (Instituto Nacional de Vías, 2020)

INVIAS es una entidad descentralizada del orden nacional, adscrita al Ministerio de Transporte de Colombia. Cuenta con una estructura jerarquizada y funcional, encabezada por un Director General, quien es el máximo responsable de la entidad. La dirección general es apoyada por diferentes subdirecciones, direcciones y dependencias especializadas en áreas como planeación, construcción, mantenimiento, administración y control de la infraestructura vial.

Dentro de las principales funciones se resalta *“Elaborar conjuntamente con el Ministerio de Transporte los planes, programas y proyectos tendientes a la construcción, reconstrucción, mejoramiento, rehabilitación, conservación, atención de emergencias, y demás obras que requiera la infraestructura de su competencia.”* y *“Controlar y evaluar la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos relacionados con el desarrollo de la infraestructura a su cargo.”* (Instituto nacional de vías, 2022)

4. Revisión técnica de la propuesta

Debido a las condiciones de la vía, la señora María de la Cruz Avendaño impetró la Acción Popular N°2006-00365, contra el Ministerio del Transporte e INVIAS, en la que solicita se garantice el paso en el sector PR4+0050 al PR47+0400 de la vía nacional 6513 Yopal – Paz de Ariporo, la cual presentó pérdida de gran parte de la banca en el sector del puente la Cabuya, para lo cual solicitó se ejecutaran las obras necesarias para garantizar el libre paso de vehículos por la zona.

El Juzgado Segundo Administrativo del Circuito de Yopal Casanare, con fallo del 12 de noviembre de 2008, modificado por el Tribunal Administrativo de Casanare el 12 de marzo de 2009, ordenó al Ministerio de Transporte /INVIAS, a ejecutar las acciones necesarias para mejorar la infraestructura y condiciones de movilidad en el sector pues la vía actual no garantiza la estabilidad necesaria, ordenando además se coordine con las autoridades departamentales y municipales las acciones a seguir para seleccionar la posible ruta y la construcción de un nuevo Puente sobre el Río Cravo Sur.

El Instituto Nacional de Vías INVIAS mediante concurso público, adjudicó a CONSORCIO DEL LLANO el contrato de Consultoría No. 845 de 2018 cuyo objeto es los ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS, Y ESTUDIOS A FASE II DE LA VARIANTE YOPAL. DEPARTAMENTO DE CASANARE.

5. Marco referencial

Se realizó revisión de producción literaria e investigativa relacionada con la conectividad por carreteras, inestabilidad de taludes, condiciones de movilidad en las vías de Colombia y la aplicación de la metodología de marco lógico para estructurar proyectos de mantenimiento, mejoramiento y construcción de vías.

Se consultó el repositorio de trabajos de grado de la Universidad Santo Tomás, de la Universidad Nacional de Colombia, así como revistas científicas.

5.1 Marco conceptual

5.1.1. Definición de proyecto

Según la Organización de las Naciones Unidas, un proyecto es el conjunto de antecedentes y elementos de juicio que permiten estimar la conveniencia de asignar recursos a la producción de determinados bienes y servicios (Universidad Santo Tomás , 2019).

Un proyecto de inversión pública según el Departamento Nacional de Planeación-DNP corresponde a la unidad operacional de la planeación del desarrollo que vincula recursos públicos (humanos, físicos, monetarios, entre otros) para resolver problemas o necesidades sentidas de la población. Contemplan actividades limitadas en el tiempo, que utilizan total o parcialmente estos recursos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción o de provisión de bienes o servicios por parte del Estado. Éste plasma el proceso de creación de valor. (Departamento nacional de planeación , 2023)

Para el caso en estudio considerando la condición de vía de primer orden a cargo del Instituto Nacional de Vías, la materialización de soluciones por parte el Estado se logra mediante la ejecución de un proyecto de inversión pública.

5.1.2. Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es una disciplina y metodología que se aplica para administrar, diseñar y orientar esfuerzos dentro de los proyectos aumentando la probabilidad de una ejecución exitosa de los mismos.

5.1.3. Infraestructura vial

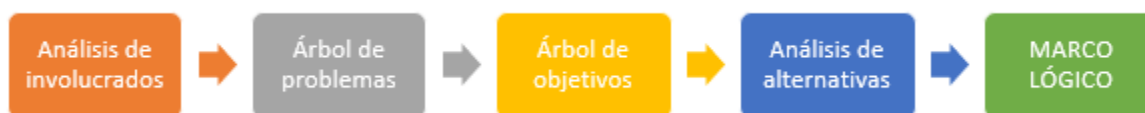
La infraestructura vial es el conjunto de elementos físicos que permiten el desplazamiento de vehículos y personas de un lugar a otro en condiciones óptimas generando intercambios comerciales, sociales, culturales en los países. Dicha infraestructura está compuesta por los pavimentos, puentes, señalización, túneles, controles de movilidad entre otros que funcionan como un sistema.

La red vial colombiana está compuesta por 206.102 km, de los cuales 16.983 km corresponde a red vial primaria ,44.400 km a la red vial secundaria y 142.284 km a la red terciaria (Logistics cluster, 2022). La ruta nacional 6513 Yopal-Paz de Ariporo hace parte de la red vial primaria a cargo del Instituto Nacional de Vías con una longitud de 90 Km, corresponde a un tramo de la denominada vía Marginal de la Selva.

La vía Marginal de la Selva es la vía de mayor importancia en el Departamento de Casanare y garantiza la comunicación don el océano Pacífico, Ecuador, Perú y Venezuela, conectando nueve cabeceras municipales en los 317 km que se extiende en territorio Casanareño. (Departamento de Casanare, 2021)

5.1.4. Metodología de marco lógico

La metodología de marco lógico es una herramienta que ayuda a planificar, implementar y evaluar proyectos de manera coherente y lógica con enfoque hacia los resultados deseados y la medición del impacto, facilitando la participación y la comunicación entre las partes interesadas. Comprende una secuencia de pasos que permiten dar una visión global del proyecto: Análisis de involucrados, árbol de problemas, árbol de objetivos, análisis de alternativas. (Servicio nacional de aprendizaje-SENA, 2016)

Figura 1. *Esquema de Marco Lógico*

La metodología contempla dos etapas que se desarrollan paso a paso en las fases de identificación y de diseño del ciclo de vida del proyecto. (Pacheco, Prieto y Ortigón, 2015):

- Identificación del problema y alternativas de solución: Se analiza la situación existente para establecer la situación deseada y determinar las estrategias para conseguirla. Existen cuatro tipos de análisis para realizar: el análisis de involucrados, el análisis de problemas (imagen de la realidad), el análisis de objetivos (imagen del futuro y de una situación mejor) y el análisis de estrategias (comparación de diferentes alternativas en respuesta a una situación precisa)
- Planificación: En esta etapa la idea del proyecto se convierte en un plan operativo; se elabora la matriz de marco lógico, la cual presenta en forma resumida los aspectos más importantes del proyecto

El enfoque marco lógico está compuesto por los siguientes elementos (Servicio nacional de aprendizaje-SENA, 2016):

- Análisis de los involucrados: corresponde al estudio de todas las personas o un grupo de personas que pueden intervenir o incidir en las decisiones del proyecto.
- Análisis de problemas/análisis de situación: consiste en formular el problema a identificar ¿Por qué ocurre ese problema? Causas y efectos.
- Análisis de objetivos: se tiene como herramienta del árbol de objetivos que se maneja dando una respuesta positiva a las causas, determinando un objetivo central, los medios y los fines que se logran cuando se alcanzan los cambios deseados en la solución del problema.

- Análisis de alternativas: se identifica las acciones que pueden adelantar para concretar cada uno de los medios y fines y se convertirán en estrategias del proyecto.

Luego de la implementación de los anteriores pasos, se consolida la información en la Matriz de Marco Lógico la cual muestra de manera general, organizada, con una secuencia lógica lo que se pretende alcanzar con el proyecto.

5.2 Estado del arte

A través de un análisis detallado de investigaciones, experiencias, estudios y casos de éxito de la aplicación de la metodología marco lógico en la gestión de proyectos de infraestructura vial, se presenta un resumen de las principales referencias encontradas que son tomadas como soporte teórico y analítico para la estructuración en desarrollo como solución a la problemática de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque.

En su estudio “Aplicación de la metodología de marco lógico como herramienta para la gestión del mejoramiento de la vía terciaria de la vereda San José en el corregimiento seis del Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta”, Arnobys Dandeny Mendoza Ladino y Hernán Darío Chía Quevedo formularon la gestión de un proyecto de mejoramiento de vías terciarias utilizando la metodología de marco lógico concluyendo que dicha metodología se puede adaptar a proyectos de ingeniería civil , permitiendo hacer un análisis minucioso de incluso necesidades sociales de movilidad en la comunidad integrando los grupos de interés para la programación de las obras. (Chía y Mendoza, 2022)

A su vez Johan Sebastian Alvarez Colina y Sergio Alberto García Gutiérrez desarrollaron el trabajo de grado “ Plan de gestión de mantenimiento vial bajo la metodología de marco lógico en la vereda la Argentina del corregimiento tres de Villavicencio- Meta.”, destacando la facilidad

con que la metodología marco lógico se utiliza para la creación de proyectos de inversión a través de la Metodología General Ajustada(MGA) , siendo herramientas determinantes para las entidades públicas en su gestión administrativa y cumplimiento de sus planes de desarrollo. (Alvarez y García, 2023)

Luis Eduardo Acosta en su trabajo de investigación “Transformaciones urbanísticas en el área de influencia de las variantes de la red nacional de carreteras.” observó que la construcción de variantes promueve la implantación de desarrollos urbanos, debido a que el análisis de los cambios en el uso y ocupación del suelo en el tiempo, cambiando del uso agrícola tradicional por otros tipos de uso, asociados a la conectividad dada por las nuevas carreteras. Lo anterior es importante tener presente en la alternativa de solución de la vía 6513 pues el cambiar el trazado sería una posibilidad. (Medina, 2021)

Junieles y Vence (2020), en su proyecto de grado MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS PRINCIPALES TRAMO AVENIDA LIBERTADOR, AVENIDA FERROCARRIL Y AVENIDA DEL RÍO, PARA ASÍ GARANTIZAR MEJOR MOVILIDAD Y DISMINUCIÓN EN LA TASA DE ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD SANTA MARTA concluyeron que el mejoramiento de la infraestructura vial es indispensable para generar mayor desarrollo socioeconómico, disminuyendo las tasas de accidentalidad y los embotellamientos del tráfico. (Junieles y Vence, 2020)

En su tesis “Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú” para optar el título en Magister en Geología con mención en Geotecnia Christian Hernán Breña Vásquez, recomienda para evitar la infiltración de las aguas de lluvia se recomienda el uso de sub drenes en toda la extensión superior del talud. Para

así contener la masa inestable, adicionalmente al drenaje de las obras propuestas, se recomienda la colocación de mallas de contención flexibles y gaviones, etc. (Breña, 2019)

5.3 Marco legal

De conformidad con lo previsto en el artículo 2° de la Ley 105 de 1993 (Congreso de Colombia, 1993) corresponde a la Nación, a través del Ministerio de Transporte y sus organismos adscritos y vinculados, llevar a cabo la planeación, el control, la regulación y la vigilancia del transporte y de las actividades a él vinculadas; garantizar que toda persona pueda circular libremente por el territorio nacional, con las limitaciones que establezca la ley; así como la seguridad de las personas aspecto éste que constituye una prioridad del sistema y del sector Transporte. A partir de estas competencias, la misma ley definió la infraestructura del transporte a cargo de la Nación, como aquella de su propiedad que cumple la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del país, dentro de la cual se incluye la Red Nacional de Carreteras, como es el caso de la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo. (Instituto nacional de vías, 2024)

Así mismo, en el Plan Nacional de Desarrollo de Colombia PND-2022-2026 “COLOMBIA POTENCIA MUNDIAL DE LA VIDA”, el Ministerio de Transporte y el INVIAS han considerado necesario realizar inversiones en la infraestructura vial que permitan el cumplimiento de metas físicas y fortalezcan la presencia del Estado en las regiones del país, así como también el mejoramiento de la Red Vial Nacional favoreciendo conexiones estratégicas en las regiones de Colombia desde el punto de vista logístico, geográfico, social, de seguridad y economía. (Congreso de Colombia, 2023)

El desarrollo de proyectos de infraestructura vial en el país constituye una ruta esencial para el desarrollo productivo del país y promueve el cierre de las brechas regionales; la reducción de costos de transporte; facilita la comercialización de productos; y contribuyen con el proceso de reactivación económica del país.

6. Análisis de interesados -involucrados

Este análisis se realizó considerando los distintos actores interesados en el desarrollo del proyecto, donde se identificaron las personas, organizaciones, entidades y el entorno social, quienes tienen algún nivel de interacción y se pueden ver afectados directa e indirectamente, de forma positiva o negativa. Se utilizó la matriz que proporciona la metodología de marco lógico en la que vamos a revisar los actores, la anuencia y la fuerza de estos que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Principales actores interesados en el proyecto

Interesado	Influencia en el proyecto	Clasificación	Anuencia
Usuarios de la vía	Tienen interés en mejorar sus condiciones de movilidad para realizar sus desplazamientos	Externo	Partidario
Instituto Nacional de Vías	Financiador principal del proyecto	Interno	Partidario
Subdirección de Gestión Integral de Carreteras INVIAS	Es la unidad ejecutora del convenio, quien autoriza modificaciones, prórrogas, asignación de nuevos recursos. de la Interventoría	Interno	Partidario
Dirección Territorial Casanare INVIAS	Dependencia que realiza el seguimiento técnico y administrativo a la ejecución del proyecto	Interno	Partidario
Gobernación de Casanare	Posible financiador del proyecto	Externo	Partidario
Alcaldía de Yopal	El plan de ordenamiento territorial del Municipio de determinante para tomar decisiones.	Externo	Indiferente

Interesado	Influencia en el proyecto	Clasificación	Anuencia
Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA	Entidad que otorga los permisos ambientales previo a la ejecución de las obras. Puede influir negativamente en la medida de que los permisos no se generen oportunamente.	Externa	Indiferente
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	Dependiendo de la complejidad de la solución se deben tramitar licencias ambientales ante esta entidad	Externa	Indiferente
Ecopetrol S.A	Posible financiador del proyecto	Externa	Partidario

- Usuarios de la vía: los conductores, ciclistas y peatones que utilizan la vía tienen un interés directo en su seguridad y eficiencia. Quieren una vía segura, bien mantenida y que reduzca los tiempos de viaje.
- Instituto Nacional de Vías-INVIAS: entidad que tiene a cargo la administración de la vía nacional 6513 Yopal-Paz de Ariporo.
- Subdirección de Gestión Integral de Carreteras INVIAS : Unidad Ejecutora y encargada de la red nacional del carreteras
- Dirección Territorial Casanare INVIAS quien desarrolla el Seguimiento a la ejecución de los proyectos en su jurisdicción, influye positivamente.
- Gobernación de Casanare: la vía objeto de estudio beneficia directamente al Departamento de Casanare, influye positivamente.
- Alcaldía de Yopal: el tramo de vía en estudio se encuentra en jurisdicción del Municipio de Yopal.
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA, entidad que otorga los permisos ambientales previo a la ejecución de las obras. Puede influir negativamente en la medida de que los permisos no se generen oportunamente.

Corporinoquia como autoridad ambiental y administradora de los recursos naturales, gestiona el desarrollo sostenible, garantizando la oferta de bienes y servicios ambientales, mediante la implementación de acciones de prevención, protección y conservación por una región viva. (Corporación autónoma regional de la orinoquia, 2021)

- **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales:** dependiendo del tipo de intervención o solución a la problemática ANLA sería determinante desde el punto de vista ambiental para el desarrollo del proyecto. El grupo de Infraestructura de ANLA realiza seguimiento a los proyectos que cuentan con instrumento de manejo y control, ya sea que cuenten con Plan de Manejo Ambiental o Licencia Ambiental, dichos proyectos se enmarcan en vías, segundas calzadas, túneles, puertos, aeropuertos, vías férreas entre otros, tanto en la fase de construcción como de operación según aplique para esta última fase, por lo tanto la intervención del tramo nuevo en la ruta 6513 será objeto de seguimiento por parte de esta entidad . (Autoridad nacional de licencias ambientales-ANLA, 2024)
- **Ecopetrol SA:** tiene operaciones en el corregimiento El Morro en Yopal en CPF Floreña.

7. Análisis del problema

Las vías terrestres son esenciales para la conectividad y el desarrollo de las comunidades y regiones. No obstante, cuando una carretera se ubica en una zona caracterizada por la inestabilidad geológica, como deslizamientos de tierra, hundimientos o movimientos de rocas, se generan serios obstáculos para la movilidad de las personas y el transporte de bienes, siendo este el caso de la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque, en el Municipio de Yopal, Departamento de Casanare. En el apéndice A se presenta informe de la Administración Vial Consorcio Draco-010 que muestra el estado del tramo vial con registro fotográfico.

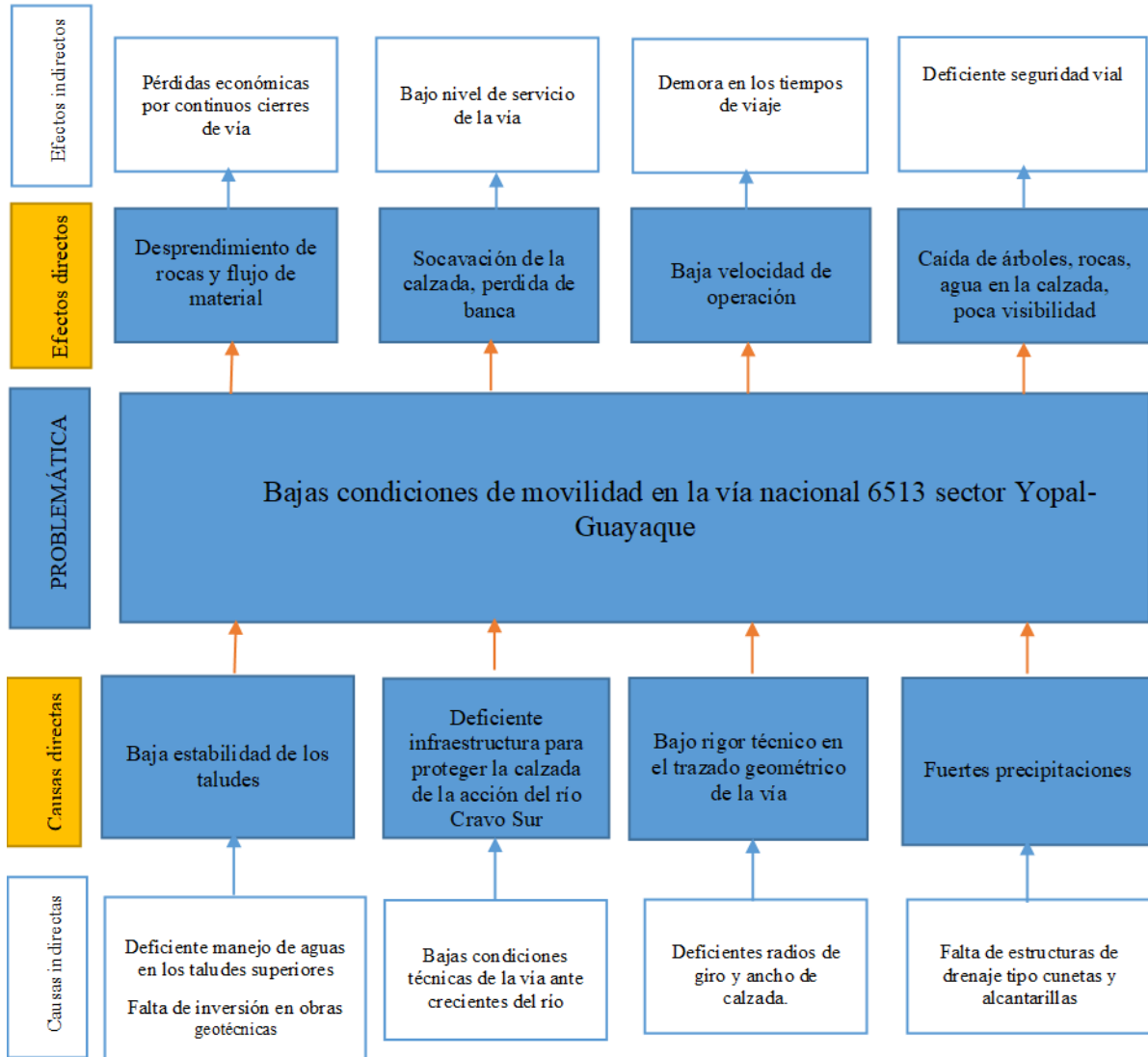
Este trabajo pretende plantear una alternativa de solución a la problemática derivada del fallo del 12 de noviembre de 2008 en el marco de la acción popular N° 365 de 2006 donde El Juzgado Segundo Administrativo del Circuito de Yopal Casanare, ordenó al Ministerio de Transporte /Invias, a ejecutar las acciones necesarias para mejorar la infraestructura y condiciones de movilidad en el sector pues la vía actual no garantiza la estabilidad necesaria, ordenando además se coordine con las autoridades departamentales y municipales las acciones a seguir para seleccionar la posible ruta y la construcción de un nuevo Puente sobre el Río Cravo Sur.

Una caso similar de inconvenientes de movilidad se presentó desde el PR 123+700 de la ruta 45 A 06 hasta él y PR1+0500 de la ruta 45 A 07 San Gil – Bucaramanga , paso urbano por el Municipio de San Gil debido a las bajas características de diseño geométrico (radios de giro, pendientes longitudinales, sección transversal), infraestructura insuficiente para cruces transversales, insuficiente zona disponible para el tránsito peatonal, uso del suelo y mal uso del espacio público, por lo que el Instituto Nacional de Vías decide contratar la construcción de una variante. (Colombia compra eficiente -SECOP II, 2018)

En la vía Bogotá-Villavicencio se presenta un sitio de gran complejidad geotécnica conocido como Km 58 donde recurrentemente se presenta cierre total de la vía por caída de material a la calzada representando riesgo a los usuarios y afectación en la economía del departamento del Meta, El Instituto Nacional de Vías suscribió contrato de obra N°1646 de 2021 para realizar la construcción de un viaducto con longitud aproximada de 720 metros y estará compuesto por una estructura de 6 apoyos que tendrán 2 estribos y 4 pilas. Además, contará con 3 luces centrales cada 180 metros y dos cada 90 metros. (El Tiempo, 2022)

7.1 Modelo árbol de problema

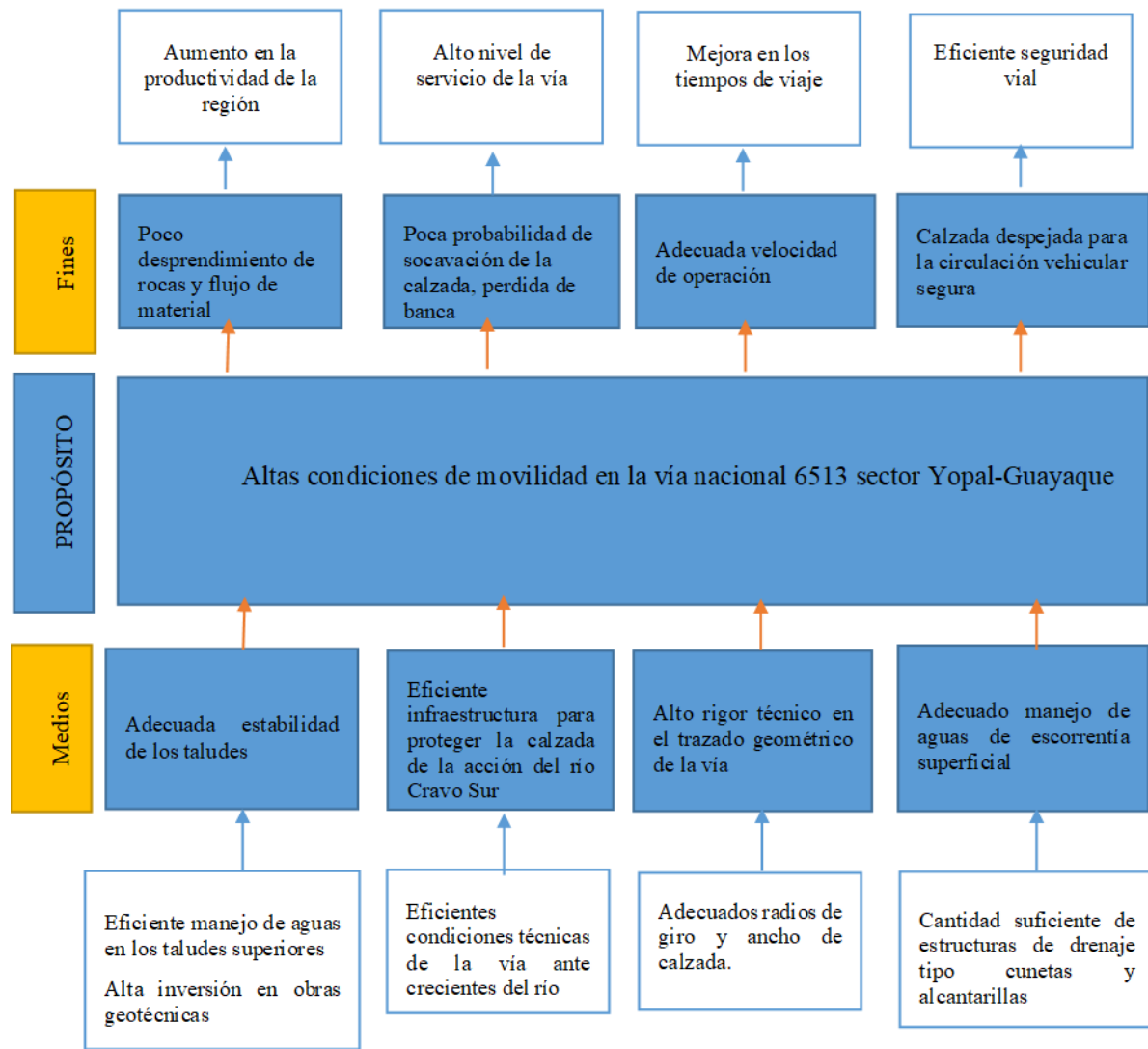
Figura 2. Árbol de problema del proyecto



8. Análisis de objetivos

8.1 Modelo árbol de objetivos

Figura 3. Árbol de objetivos



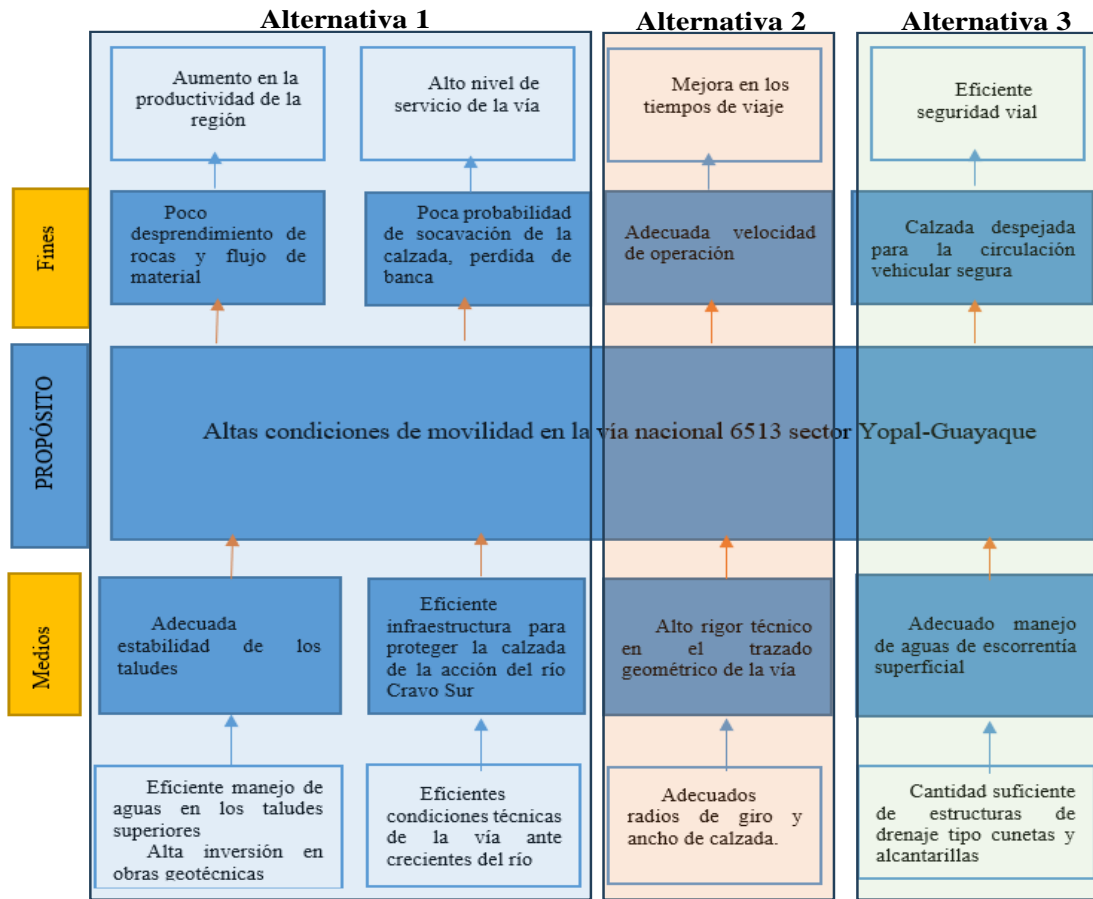
9. Análisis de alternativas

Para establecer las alternativas se tuvieron en cuenta los factores relacionados con el planteamiento del problema, el objetivo principal y la necesidad que se pretende suplir en beneficio de las comunidades que utilizan el transporte terrestre en el sector Yopal hacia el norte de Casanare. Se consideraron los estudios que ha realizado el Instituto Nacional de Vías para la vía Yopal-Guayaque así como los pronunciamientos del señor Magistrado del Tribunal Administrativo de Casanare en el marco de la acción popular N°2006-00365. Se analiza desde el punto de vista técnico, económico, social, ambiental la mejor alternativa para solucionar el inconveniente de interconexión que tiene la comunidad por las condiciones de la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo, puntualmente para el sector Yopal-Guayaque.

9.1 Identificación de alternativas

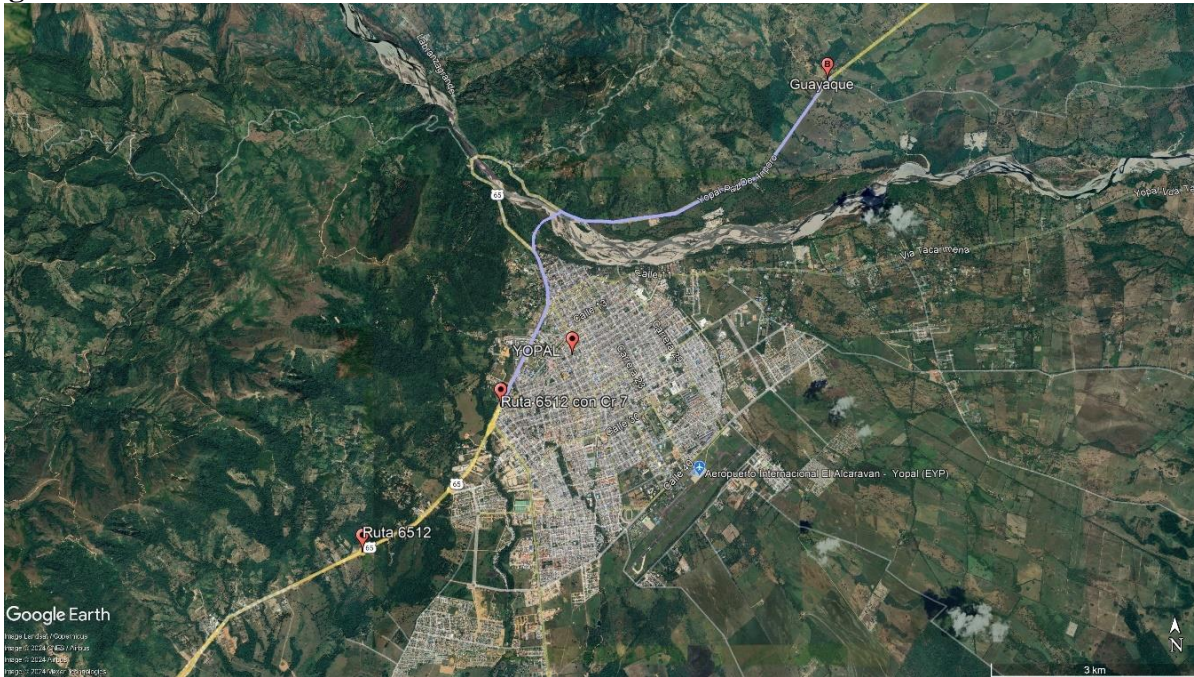
Con el fin de dar solución a la problemática planteada se estudian tres alternativas como son :1. Mantener el trazado actual de la vía, puente nuevo sobre el río Cravo Sur. 2. Generar un nuevo trazado de la vía utilizando vías urbanas y nuevo ponteadero aguas abajo 3. Variante fuera del perímetro urbano de Yopal, con nuevo paso sobre el río Cravo Sur. Estas alternativas van en línea con lo planteado en el árbol de objetivos.

Figura 4. Relación de alternativas con el árbol de objetivos



9.1.1. Alternativa 1

Corresponde a mantener parte del trazado existente, construyendo un puente nuevo sobre el río Cravo Sur. La vía existente iniciando desde el intercambiador donde termina la Concesión Covioriente y terminando en Guayaque , tiene una longitud de 8.5 km , por su trazado y paso urbano por la ciudad de Yopal se limita su velocidad de operación a 40 km/hr .Se propone la construcción del puente nuevo sobre el río Cravo Sur, 1.5 km aguas abajo de la estructura actual con una luz aproximada de 360 mts. Esta alternativa tiene una pendiente máxima de 6 % , el 30% de su trazado corresponde a zonas urbanas .Aproximadamente 35% de su trazado en zonas inestables por la condición del talud superior y acción del río Cravo Sur en el costado derecho.

Figura 5. *Trazado alternativa N° 1*

Adaptado de imagen Google Earth,(2024)

9.1.2. Alternativa 2

Esta alternativa se inicia aproximadamente 7 km antes de llegar a Yopal en el sector Aguazul-Yopal y se plantea paralela fuera del perímetro urbano, se inicia el corredor al sur del predio de la Cárcel de Yopal en el PR 95+000 de la vía nacional 6512 Monterrey-Yopal, continuando por la sabana de la llanura, para continuar por el costado sur entre el predio militar y el Colegio Gimnasio de los Llanos interceptando la vía Yopal-Morichal, continua con trazado nuevo pasando a 250 mts de la Subasta Ganadera de Yopal hasta la zona de ponteadero sobre el río Cravo Sur, para conectar con la vía en afirmado existente entre las canteras de material pétreo Petrioriente y Meyan y termina en la vía nacional 6513 sector Guayaque, PR 8+900, la longitud de la vía es de 24,2 km y la longitud del Puente 390 m. Tiene una pendiente máxima del 4%. Este trazado fue determinado mediante contrato de Consultoría N° 845-2018 suscrito entre el Instituto Nacional de Vías y Consorcio del Llano.

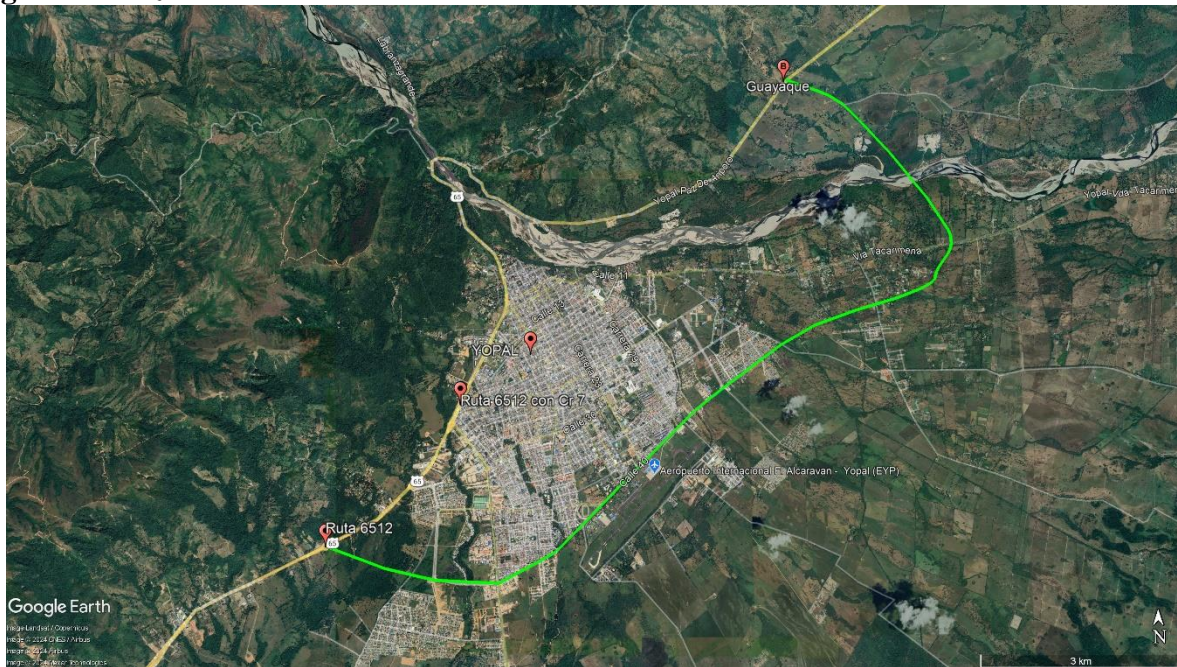
Figura 6. *Trazado alternativa N° 2*

Adaptado de Google Earth (2024), conforme el producto de consultoría N°845-2018

9.1.3. Alternativa 3

La longitud total de esta alternativa es de 15.2 km. Esta alternativa inicia aproximadamente 1.56 km antes de llegar a Yopal en la glorieta ubicada en el sector puesto de atención a migrantes Cruz Roja de la vía Nacional 6512 Monterrey-Yopal, conectando con glorieta de la Diagonal 47 con Cra 1 del Municipio de Yopal , accediendo frente a la fuerza aérea para tomar la calle 40 hasta el cruce con la vía Matepantano donde se inicia un tramo de vía totalmente nueva hasta conectar con la vía nacional 6513 sector Guayaque PR 8+900 . Con ponteadero a 8 km aguas abajo del puente actual sobre el río Cravo Sur.

Esta alternativa tiene una pendiente máxima de 4% y una velocidad de diseño de 80 km/hr. El 43% de su trazado corresponde a zonas urbanas en doble calzada y cuenta con un puente de sobre el río Cravo Sur de 390 m. No cuenta con terrenos inestables en su recorrido.

Figura 7. Trazado alternativa N°3

Adaptado de Google Earth, (2024)

9.2 Evaluación de alternativas

La evaluación de alternativas de este proyecto se realiza considerando la naturaleza de este que corresponde a infraestructura vial por lo que se tienen en cuenta factores como tamaño, localización, mercado, técnico, financiero, análisis ambiental, análisis jurídico, seguridad vial, tiempo de construcción entre otros que son determinantes para elegir una alternativa que dé solución a la problemática identificada y se ajuste a las condiciones técnicas y financieras de la entidad. Se utiliza una matriz de evaluación teniendo en cuenta la ponderación de criterios.

Una vez se hayan evaluado todas las alternativas con la debida ponderación de cada criterio, se realiza el análisis comparativo para determinar la mejor opción.

Figura 8. Trazado de las tres alternativas propuestas



Adaptado de Google Earth, (2024)

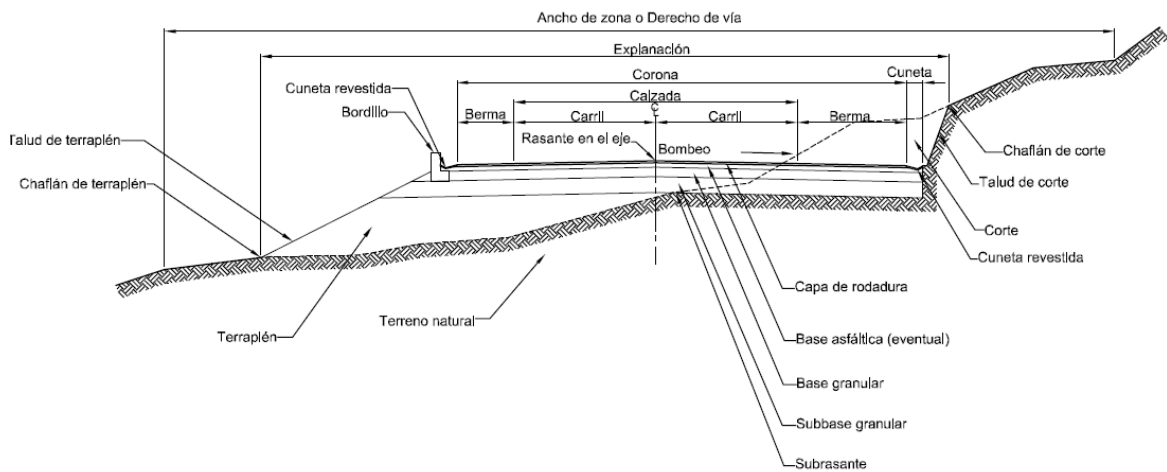
Tabla 2. Alternativas de trazado vía

Alternativa	Longitud	Velocidad de diseño	Pendiente máxima	Otras características
Alternativa 1	8.5 km	40 km/hr	6%	Mantiene parte del trazado actual, el 30% del trazado corresponde a paso urbano. El Puente sobre el río Cravo Sur tiene una luz aproximada de 360 mts
Alternativa 2	24.2 km	80 km/hr	4%	Inicia aproximadamente 7 km antes de llegar a Yopal y se plantea fuera del área urbana de Yopal. Una luz estimada de puente sobre el río cravo sur de 390 mts.
Alternativa 3	15.2 km	40 km/hr	4%	El 43% de su trazado corresponde a zonas urbanas en doble calzada y cuenta con un puente de sobre el río Cravo Sur de 390 m.

9.2.1. Dimensiones de la vía

Para establecer las dimensiones de cada alternativa se toma como base lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 del Instituto Nacional de Vías, considerando que la vía es de orden nacional.

Figura 9. Sección transversal típica en vías primarias y secundarias



Tomado de Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008-Instituto Nacional de Vías

Tabla 3. Evaluación dimensiones de la vía

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Ancho de zona o derecho de vía	30 mts a cada lado medidos desde el eje	30 mts a cada lado medidos desde el eje	30 mts a cada lado medidos desde el eje
Ancho de calzada	7,30 mts	7,30 mts	7,30 mts
Ancho de Bermas	0,5 mts	2 mts	2 mts
Altura de terraplén	1 mts	2 mts	3 mts
Longitud	8.5 km	24.2 km	15.2

9.2.2. Localización

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Yopal, departamento de Casanare, hace parte de la ruta 65, que conecta los Departamentos del Meta-Casanare y Arauca en la Orinoquia Colombiana, donde podrán comunicarse con Bogotá y el resto del país.

Esta vía es denominada como la troncal del Llano, iniciando en Saravena (Arauca), pasando por Fortul y Tame; luego ingresa en Casanare, pasando por Hato Corozal, Paz de Ariporo, Pore, hasta llegar a Yopal. De ahí sigue hasta Aguazul (con cruce a Sogamoso y Bogotá), Tauramena, Monterrey y Villanueva; entrando finalmente al Meta en el municipio de Barranca de Upía, pasando por Restrepo, Cumaral, Villavicencio, Cumaral, Acacías, Guamal, San Martín, Granada y La Uribe, por la Ruta 65A. (Consortio del Llano, 2020)

Se genera el análisis del tipo de terreno en cuanto a la topografía con el valor de la pendiente aproximada, se identifica si el tramo de vía pasa por el área urbana de Yopal y los kilómetros de vía completamente nueva que son necesarios construir.

Tabla 4. *Evaluación de la localización*

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Pendiente del terreno	Pendiente máxima del 6 %	Pendiente máxima del 4 %	Pendiente máxima del 4 %
Tramo con vías urbanas	2.5 km	0 km	6.5 km
Tramo nuevo por construir	0.85 km	24.2 km	8.7 km

9.2.3. Mercado

El análisis de mercado se realizó teniendo en cuenta la demanda de tránsito, para lo cual se toman las mediciones y proyecciones realizadas en el marco del contrato de consultoría N° 845-

2018 con objeto ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS, Y ESTUDIOS A FASE II DE LA VARIANTE YOPAL. DEPARTAMENTO DE CASANARE suscrito entre el Instituto Nacional del Vías y el CONSORCIO DEL LLANO, encontrándose que para el año 2024 el tránsito promedio diario TPD para la conexión vial Yopal-Araguaney es de 4754 vehículos. La proyección anual 2024-2044 por tipos de vehículos se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. *Proyección de tránsito 2024-2044*

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	C6	TOTAL MIXTOS
	CI	CII	CIII	CIV	CV	CVI	CII	
2.024	2.110	442	358	443	351	153	897	4.754
2.025	2.256	483	379	469	371	162	949	5.069
2.026	2.403	524	400	495	392	171	1.002	5.387
2.027	2.557	554	413	511	404	176	1.034	5.649
2.028	2.715	576	420	519	411	179	1.051	5.871
2.029	3.824	689	465	574	415	181	1.062	7.210
2.030	4.045	709	470	580	420	183	1.074	7.481
2.031	4.272	724	475	586	425	185	1.086	7.753
2.032	4.506	736	480	592	430	187	1.098	8.029
2.033	4.747	744	485	598	435	189	1.110	8.308
2.034	4.995	752	490	605	440	191	1.122	8.595
2.035	5.250	760	495	612	445	193	1.134	8.889
2.036	5.512	768	500	619	450	195	1.146	9.190
2.037	5.781	776	505	626	455	197	1.158	9.498
2.038	6.058	785	511	633	460	199	1.171	9.817
2.039	6.343	794	517	640	465	201	1.184	10.144
2.040	6.636	803	523	647	470	203	1.197	10.479
2.041	6.938	812	529	654	475	205	1.210	10.823
2.042	7.248	821	535	661	480	207	1.223	11.175
2.043	7.567	830	541	668	485	209	1.236	11.536
2.044	7.895	839	547	675	490	211	1.249	11.906

Tomado de Estudio de Tránsito Contrato N° 845, (2018)

Para efectos de la evaluación de alternativas se determina que el TPD es el mismo para las tres opciones ya que de Yopal hacia el Norte de Casanare solo se contaría con un paso terrestre independientemente del trazado elegido.

Tabla 6. *Evaluación de mercado TPD 2024*

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
TPD 2024 Autos	2110	2110	2110
TPD 2024 Buses	442	442	442
TPD 2024 C2P	358	358	358
TPD 2024 C2G	443	443	443
TPD 2024 C3-C4	351	351	351
TPD 2024 C5	153	153	153
TPD 2024 C6	897	897	897
TOTAL TPD MIXTO	4754	4754	4754

Adaptado de Consultoría N° 845, (2018)

9.2.4. Técnico

Como parámetros a evaluar se establece la velocidad de diseño, la luz del puente sobre el río Cravo Sur, la presencia de sitios o zonas de inestabilidad, la necesidad de construir obras de protección para evitar la socavación por acción del río Cravo Sur, así como el número de intersecciones a nivel con las cuales quedará la vía.

Tabla 7. *Evaluación técnica*

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Velocidad de diseño	40 km/hr	80 km/hr	40 km/hr
Luz puente sobre el río Cravo Sur	360 mts	390 mts	390 mts
Sitios inestables	SI	NO	NO
Obras de protección río Cravo Sur	500 mts de enrocado	NO	NO
Número de intersecciones a nivel	2	5	4

9.2.5. Ambiental

La evaluación del componente ambiental para cada una de las alternativas se fundamenta en que debido a que todos los trazados de vía involucran la construcción de vía nueva al menos en algún porcentaje, se debe estructurar un Estudio de Impacto Ambiental que por tratarse de una vía del orden nacional es revisado por la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA . La incidencia ambiental de las alternativas será mayor o menor de manera directamente proporcional a los kilómetros de vía nueva que se deben ejecutar, luego la alternativa N° 2 es la que involucra mayor afectación e impacto a los recursos naturales así como a la oferta de servicios ecosistémicos.

Tabla 8. *Evaluación ambiental*

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Requisitos de manejo ambiental	Considerando que hay tramos de vía completamente nuevos, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental-EIA	Considerando que la vía es completamente nueva, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental-EIA	Considerando que hay tramos de vía completamente nuevos, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental-EIA
Entidad ambiental competente	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía - CORPORINOQUÍA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía - CORPORINOQUÍA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía - CORPORINOQUÍA

ítem		Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Fuentes de Materiales		Fuente de material río Charte	Fuente de material río Charte	Fuente de material río Charte
		Fuente de material Rio Unete	Fuente de material Rio Unete	Fuente de material Rio Unete
		Fuente de Material Rio Cravo Sur	Fuente de Material Rio Cravo Sur	Fuente de Material Rio Cravo Sur
		Fuente de material Rio Tocaría	Fuente de material Rio Tocaría	Fuente de material Rio Tocaría
Generación de residuos sólidos	de	Se debe implementar Plan de Manejo Ambiental - PMA y entregar a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal-EAAAY	Se debe implementar Plan de Manejo Ambiental - PMA y entregar a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal-EAAAY	Se debe implementar Plan de Manejo Ambiental - PMA y entregar a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal-EAAAY
Emisiones atmosféricas		No requiere permiso de emisiones	No requiere permiso de emisiones	No requiere permiso de emisiones
ZODME-Zona de disposición materiales excavación escombros	de de de y	Autorización de CORPORINOQUIA para la disposición de materiales y escombros.	Autorización de CORPORINOQUIA para la disposición de materiales y escombros.	Autorización de CORPORINOQUIA para la disposición de materiales y escombros.
Tipos de permisos ambientales necesarios		-Concesión de aguas forestal. -Aprovechamiento forestal. -Ocupación de cauce. -ZODME	Concesión de aguas forestal. -Aprovechamiento forestal. -Ocupación de cauce. -ZODME	Concesión de aguas forestal. -Aprovechamiento forestal. -Ocupación de cauce. -ZODME

9.2.6. Legal

La evaluación del componente legal se genera considerando los requisitos de índole contractual necesarios para adelantar el proceso de contratación tanto de obra como de interventoría además de las determinaciones jurídicas para la ejecución del proyecto. En el marco

legal, el proceso de selección se debe realizar conforme lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia, la Ley 80 de 1993 , Ley 1150 de 2007 , Ley 1882 de 2018, Ley 1474 de 2011, Decreto 1082 de 2015 , Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, Código General del Proceso .

Tabla 9. Evaluación legal

ítem	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Condiciones proceso de selección	Constitución Política de Colombia, la Ley 80 de 1993 , Ley 1150 de 2007 , Ley 1882 de 2018, Ley 1474 de 2011, Decreto 1082 de 2015	Constitución Política de Colombia, la Ley 80 de 1993 , Ley 1150 de 2007 , Ley 1882 de 2018, Ley 1474 de 2011, Decreto 1082 de 2015	Constitución Política de Colombia, la Ley 80 de 1993 , Ley 1150 de 2007 , Ley 1882 de 2018, Ley 1474 de 2011, Decreto 1082 de 2015
Normatividad ambiental aplicable	Ley 99 de 1993, Ley 165 de 1994, Decreto 1076 de 2015, Decreto 2981 de 2013, Decreto 1079 de 2015.	Ley 99 de 1993, Ley 165 de 1994, Decreto 1076 de 2015, Decreto 2981 de 2013, Decreto 1079 de 2015.	Ley 99 de 1993, Ley 165 de 1994, Decreto 1076 de 2015, Decreto 2981 de 2013, Decreto 1079 de 2015.
Categorización de la vía Permiso del Municipio de Yopal para utilizar vías urbanas en vía nacional	Ley 1228 de 2008 No se requiere	Ley 1228 de 2008 Necesario en una extensión de 6.5 km	Ley 1228 de 2008 No se requiere
Predial	Ley 1682 de 2023	Ley 1682 de 2023	Ley 1682 de 2023

9.2.7. Financiero

Teniendo en cuenta que el presente trabajo tiene como objeto la formulación del proyecto en fase perfil, la estimación del presupuesto corresponde a un aproximado teniendo como base producto de la consultoría No 1585-2021” ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y ESTUDIO PREDIAL DE LA VARIANTE YOPAL, DEPARTAMENTO CASANARE.” determinando un valor de actividad por kilómetro de vía nueva, así como utilizando referencia de

precios en proyectos similares. El presupuesto de cada una de las alternativas se detalla a continuación.

Tabla 10. Evaluación presupuestal

Actividad	Und	Valor Unitario	Alternativa 1.	Alternativa 2.	Alternativa 3.
Preliminares	km	\$ 73.250.647,73	\$ 62.263.050,57	\$ 1.772.665.675,00	\$ 637.280.635,23
Explicaciones	km	\$ 4.777.416.698,84	\$ 4.060.804.194,02	\$ 115.613.484.112,00	\$ 41.563.525.279,93
Afirmados, subbases y bases	km	\$ 880.590.796,40	\$ 748.502.176,94	\$ 21.310.297.273,00	\$ 7.661.139.928,72
Pavimentos asfálticos	km	\$ 2.512.371.154,75	\$ 2.135.515.481,54	\$ 60.799.381.945,00	\$ 21.857.629.046,34
Obras de drenaje (alcantarillas y box couverts)	km	\$ 2.882.754.521,53	\$ 2.450.341.343,30	\$ 69.762.659.421,00	\$ 25.079.964.337,30
Estructuras (muros de contención y pantallas)	km	\$ 95.511.252,60	\$ 81.184.564,71	\$ 2.311.372.313,00	\$ 830.947.897,65
Estructuras (pontones, puentes y otras estructuras)	ml	\$ 97.530.741,67	\$ 35.111.067.000,53	\$ 88.752.974.918,00	\$ 38.036.989.250,57
Estabilización de taludes	km	\$ 469.416,32	\$ 399.003,87	\$ 11.359.875,00	\$ 4.083.922,00
Señalización y seguridad	km	\$ 168.586.392,07	\$ 143.298.433,26	\$ 4.079.790.688,00	\$ 1.466.701.610,98
Obras varias	km	\$ 1.003.890.445,83	\$ 853.306.878,95	\$ 24.294.148.789,00	\$ 8.733.846.878,69
Transportes	km	\$ 424.650.343,76	\$ 360.952.792,20	\$ 10.276.538.319,00	\$ 3.694.457.990,71
Evaluación de impacto ambiental-EIA	km	\$ 39.616.935,74	\$ 33.674.395,38	\$ 958.729.845,00	\$ 344.667.340,97
Plan de manejo de tránsito	km	\$ 15.528.495,50	\$ 13.199.221,17	\$ 375.789.591,00	\$ 135.097.910,81
Gestión social y predial	km	\$ 8.119.603.426,57	\$ 6.901.662.912,58	\$ 196.494.402.923,00	\$ 70.640.549.811,16
Revisión, ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación de estudios y diseños	GL		\$ 500.000.000,00	\$ 1.100.000.000,00	\$ 650.000.000,00
Provisión para ajustes y jornadas 24/7	km	\$ 3.350.542.296,10	\$ 2.847.960.951,69	\$ 81.083.123.565,63	\$ 29.149.717.976,07
Costo de interventoría	km	\$ 812.651.203,35	\$ 690.753.522,85	\$ 19.666.159.121,00	\$ 7.070.065.469,12
VALOR TOTAL			\$ 56.994.885.923,56	\$ 698.662.878.373,63	\$ 257.556.665.286,27

10. Selección de la alternativa de solución

Luego de haber realizado la evaluación de las tres alternativas, se utiliza una matriz multicriterio de valoración (ver Apéndice B) para establecer cuál es la alternativa más conveniente para dar solución a la problemática planteada.

Se determina una ponderación por componente a evaluar para determinar el puntaje de cada alternativa como se relacionan a continuación:

Tabla 11. *Ponderación para evaluar alternativas*

Componente por evaluar	Ponderación
Dimensiones de la vía	10%
Localización	10%
Mercado	10%
Técnico	20%
Ambiental	20%
Legal	10%
Financiero	20%
Total	100%

Una vez realizado el análisis de la matriz multicriterio se obtienen los siguientes resultados en una escala de 1,00 a 5,00 puntos:

Tabla 12. *Resultados matriz multicriterio*

Componente a evaluar	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Dimensiones de la vía	10%	0,46	0,34	0,38
Localización	10%	0,38	0,34	0,39
Mercado	10%	0,50	0,50	0,50
Técnico	20%	0,60	0,92	0,85
Ambiental	20%	1,00	0,40	0,80
Legal	10%	0,50	0,44	0,46
Financiero	20%	1,00	0,60	0,80
Total	100%	4,44	3,54	4,18

Como se puede apreciar en la tabla anterior la alternativa N° 1 obtiene el puntaje mayor correspondiente a 4,44 puntos, las alternativas 2 y 3 quedaron con un puntaje de 3,54 y 4,18 respectivamente. Por este motivo se selecciona la alternativa N° 1 como la adecuada para dar solución a la problemática de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque.

11. Construcción del modelo analítico del proyecto

11.1 Estructura analítica

La matriz de marco lógico está formada por cuatro elementos en orden vertical (filas): Fin, propósito, componentes y actividades y en la horizontal (columnas) : Resumen narrativo, indicadores, medios de verificación y supuestos (Pacheco, Prieto, & Ortigón, 2015)

- Fin : descripción de la solución a la problemática.
- Propósito: corresponde a los cambios que fomentará el proyecto, describe el efecto o resultados esperados.
- Componentes (resultados) : son las obras, estudios , servicios producidos en búsqueda de lograr el propósito.
- Actividades: son las necesarias para producir cada componente y requieren de utilización de recursos.
- Indicadores: presentan información necesaria para establecer el avance hacia lograr los objetivos del proyecto.
- Medios de verificación: indica donde el ejecutor o evaluador puede obtener información de los indicadores; por ejemplo, informes, memorias, fotos.
- Supuestos: situaciones o factores que pueden hacer que el proyecto fracase tales como riesgos financieros, ambientales, institucionales sociales, políticos. Están más allá del control directo de la gerencia del proyecto.

11.2 Matriz de marco lógico

Para brindar una estructura al proceso de planificación para con base en ella poder comunicar la información relacionada con el proyecto, se elabora la matriz de marco lógico siguiendo el modelo del manual de la Cepal (Pacheco, et ál., 2015)

Tabla 13. *Matriz de marco lógico*

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin Generar una infraestructura que ofrezca menores tiempos de viaje, mayores niveles de servicio en la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo lo que redundará en un aumento en la productividad de la región.	Con el proyecto se mejoran 8,5 km de los 90 Km que hacen parte de la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo, correspondiendo esto al 9,4% Indicador: Kilómetros de vía nuevos requeridos /Total construidos x 100	Acta de entrega y recibo definitivo de obra según Manual de Interventoría de obra pública de INVIAS debidamente suscrita por representante legal de obra interventoría.	Alta probabilidad de no asignación de licencia ambiental por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA
Propósito Mejorar las condiciones de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque	En el tramo de vía Yopal-Guayaque se tiene un tiempo promedio de tránsito de 20 minutos y se espera realizar este recorrido en 10 minutos con las nuevas condiciones de la vía, reduciendo el tiempo de tránsito a la mitad. Indicador: Tiempo promedio en transitar el sector Yopal -Guayaque / tiempo esperado luego de la ejecución de las obras X100	Informes de medición de tiempos de viaje con aforos vehiculares	Variación de precios de insumos tales como agregados pétreos, cemento, acero y asfalto.
Componentes (resultados) Construcción de puente de 360 mts de luz Mantenimiento de 7,65 km de vía. Construcción de 0,85 km de vía nueva. Construcción de enrocado 500 mts.	Se tienen 8.5 km a intervenir bien sea con mantenimiento y construcción de vía nueva. Indicador: Porcentaje ejecutado /Porcentaje programado	Informes mensuales de interventoría según Manual de Interventoría INVIAS Registros fotográficos indicando el antes y el después de cada tramo de vía	No se da cumplimiento estricto a la programación de obra aprobada. Falta de suministro de materiales

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Actividades</p> <p>1. Estudios y diseños fase III (definitivos)</p> <p>2. Obtención de permisos ambientales.</p> <p>3. Proceso de contratación</p> <p>4. Ejecución de las obras</p> <p>5. Supervisión y control</p>	<p>1. Según la Guía De Estructuración De Proyectos De Infraestructura De Transporte del INVIAS, para este tipo de proyectos se deben realizar 15 estudios que corresponden a : Topografía, Tránsito, Diseño Geométrico, Seguridad Vial, Geología, Estabilidad de taludes, Diseño de Fundaciones, Hidrogeología, Hidráulica, Pavimentos, Estructuras, Redes, Riesgos, Presupuesto, Evaluación económica.</p> <p>Indicador: Estudios y diseños aprobados/ total de estudios requeridos X100</p> <p>12. Se requieren cuatro (4) permisos ambientales: Ocupación de cauce, Aprovechamiento forestal, Disposición de material sobrante, Concesión de aguas.</p> <p>Indicador: Número de permisos aprobados/ Total de permisos requeridos X100.</p> <p>3. Al corresponder a un proceso de licitación pública se estima que el proceso de contratación tenga una duración estimada de 4 meses.</p> <p>Indicador: Tiempos del proceso de contratación/ Plazos estimados del proceso X100</p> <p>13. Se plantea un porcentaje de atraso de 2% en la programación como alarma para iniciar procesos de incumplimiento y planes de contingencia.</p> <p>Indicador: Porcentaje ejecutado (menos)- Porcentaje programado</p> <p>14. La supervisión y control se desarrolla durante todo el tiempo de ejecución del proyecto que corresponde a 30 meses, luego cada mes se debe generar un informe de seguimiento.</p> <p>Indicador:</p>	<p>Bitácora de obra con registro diario suscrita por los residentes de obra e interventoría.</p> <p>Memoria de cantidades ejecutadas con detalles de cálculo firmadas por los ingenieros residentes de obra e interventoría.</p> <p>Resultados de los ensayos de laboratorio tanto de obra como interventoría validados por los especialistas, se debe anexar certificados de calibración de los equipos utilizados.</p> <p>Formato de seguimiento al plan de inversión semanal suscrito por los directores de obra e interventoría.</p> <p>Cronograma del proceso de contratación en SECOP II.</p> <p>Actas de comités técnicos de obra semanales según formato del Manual de Interventoría INVIAS.</p>	<p>Estudios técnicos entregados fuera de los tiempos pactados sin cumplir con los requisitos establecidos por INVIAS.</p> <p>Obras sin cumplir las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS y las particulares del proyecto.</p> <p>Condiciones climáticas atípicas que afecten la dinámica del río Cravo Sur y se requiera modificación de las obras de protección, así como la estructura del puente.</p>

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
	Informe de avances aprobados / Total de informes requeridos		

11.3. Resumen narrativo

A continuación, se detalla de manera más amplia la información plasmada en la matriz de marco lógico para el proyecto.

11.3.1. Fin

Generar una infraestructura que ofrezca menores tiempos de viaje, mayores niveles de servicio en la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo lo que redundará en un aumento en la productividad de la región.

11.3.2. Propósito

Mejorar las condiciones de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque.

11.3.3. Componentes o productos

Como principales productos en el proyecto se determinan que a su vez corresponden a los entregables como metas físicas generales:

- Construcción de puente de 360 mts de luz : La estructura corresponde al paso sobre el río cravo sur que en el sector presenta la condición de un caudal trezado luego se requiere una luz suficiente dejando a la vía por encima de la cota de inundación.
- Mantenimiento de 7,65 km de vía: El mantenimiento comprende reparación de estructuras de drenaje, rehabilitación de carpeta asfáltica y señalización vial.

- Construcción de 0,85 km de vía nueva: Incluye las intersecciones viales, los enfoques al puente nuevo.
- Construcción de enrocado 500 mts: Necesarios en la margen izquierda del río aguas abajo del puente nuevo, necesario para contrarrestar los procesos de socavación que pueden afectar la calzada de la vía.

11.3.4. Actividades

- Estudios y diseños fase III(definitivos)
- Obtención de permisos ambientales.
- Proceso de contratación
- Ejecución de las obras
- Supervisión y control
- Operación y mantenimiento.

11.4. Indicadores

Los indicadores de la matriz de marco lógico medibles y cuantificables que permiten monitorear y evaluar el avance en el proyecto dando oportunidad de tomar medidas correctivas si es necesario. Los indicadores se vinculan a cada uno de los niveles de la matriz.

11.4.1. Indicadores de propósito

En el tramo de vía Yopal-Guayaque se tiene un tiempo promedio de tránsito de 20 minutos y se espera realizar este recorrido en 10 minutos con las nuevas condiciones de la vía, reduciendo el tiempo de tránsito a la mitad.

Indicador:

Tiempo promedio en transitar el sector Yopal -Guayaque / tiempo esperado luego de la ejecución de las obras X100.

11.4.2. Indicadores de componentes

Teniendo en cuenta que los componentes o productos del proyecto corresponde a metas físicas o algún tipo de infraestructura, se establece como indicador de cumplimiento lo siguiente:

Se tienen 8.5 km a intervenir bien sea con mantenimiento y construcción de vía nueva.

Indicador:

Porcentaje ejecutado /Porcentaje programado

11.4.3. Indicadores de actividades

- Según la Guía De Estructuración De Proyectos De Infraestructura De Transporte del INVIAS, para este tipo de proyectos se deben realizar 15 estudios que corresponden a: Topografía, Tránsito, Diseño Geométrico, Seguridad Vial, Geología, Estabilidad de taludes, Diseño de Fundaciones, Hidrogeología, Hidráulica, Pavimentos, Estructuras, Redes, Riesgos, Presupuesto, Evaluación económica.

Indicador:

Estudios y diseños aprobados/ total de estudios requeridosX100

- Se requieren cuatro (4) permisos ambientales: Ocupación de cauce, Aprovechamiento forestal, Disposición de material sobrante, Concesión de aguas.

Indicador:

Número de permisos aprobados/ Total de permisos requeridos X100.

- Al corresponder a un proceso de licitación pública se estima que el proceso de contratación tenga una duración estimada de 4 meses.

Indicador:

Tiempos del proceso de contratación/ Plazos estimados del procesoX100

- Se plantea un porcentaje de atraso de 2% en la programación como alarma para iniciar procesos de incumplimiento y planes de contingencia.

Indicador:

Porcentaje ejecutado (menos)- Porcentaje programado

- La supervisión y control se desarrolla durante todo el tiempo de ejecución del proyecto que corresponde a 30 meses, luego cada mes se debe generar un informe de seguimiento.

Indicador:

Informe de avances aprobados / Total de informes requeridos

11.4.4. Medios de verificación

Como medios de verificación en los distintos niveles de la matriz se tiene:

- Acta de entrega y recibo definitivo de obra según Manual de Interventoría de obra pública de INVIAS debidamente suscrita por representante legal de obra e interventoría.
- Informes de medición de tiempos de viaje con aforos vehiculares
- Informes mensuales de interventoría según Manual de Interventoría INVIAS

- Registros fotográficos indicando el antes y el después de cada tramo de vía
- Bitácora de obra con registro diario suscrita por los residentes de obra e interventoría.
- Memoria de cantidades ejecutadas con detalles de cálculo firmadas por los ingenieros residentes de obra e interventoría.
- Resultados de los ensayos de laboratorio tanto de obra como interventoría validados por los especialistas, se debe anexar certificados de calibración de los equipos utilizados.
- Formato de seguimiento al plan de inversión semanal suscrito por los directores de obra e interventoría.
- Cronograma del proceso de contratación en SECOP II.
- Actas de comités técnicos de obra semanales según formato del Manual de Interventoría INVIAS.

11.4.5. Supuestos

- Alta probabilidad de no asignación de licencia ambiental por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA.
- Variación de precios de insumos tales como agregados pétreos, cemento, acero y asfalto.
- No se da cumplimiento estricto a la programación de obra aprobada.
- Falta de suministro de materiales
- Estudios técnicos entregados fuera de los tiempos pactados sin cumplir con los requisitos establecidos por INVIAS.
- Obras sin cumplir las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS y las particulares del proyecto.

- Condiciones climáticas atípicas que afecten la dinámica del río Cravo Sur y se requiera modificación de las obras de protección, así como la estructura del puente.

12. Recursos humanos, materiales y económicos

La alternativa de solución escogida corresponde a mantener parte del trazado existente, construyendo un puente nuevo sobre el río Cravo Sur de 360 mts de luz, 0.85 km de vía nueva en pavimento asfáltico, 500 mts de enrocado de protección en el río Cravo Sur, así como mantenimiento de 6.5 km de vía existente. Teniendo en cuenta que el alcance del trabajo de grado corresponde a un perfil de proyecto, se presenta un presupuesto aproximado que incluye los costos de la obra (insumos, mano de obra), de la revisión y ajuste de estudios y diseños, de la interventoría; debe ser actualizado una vez se cuente con los estudios y diseños definitivos.

Tabla 14. *Presupuesto del proyecto*

Actividad	Unidad	Valor Unitario	Alternativa solución
Preliminares	km	\$ 73.250.647,73	\$ 62.263.050,57
Explanaciones	km	\$ 4.777.416.698,84	\$ 4.060.804.194,02
Afirmados, subbases y bases	km	\$ 880.590.796,40	\$ 748.502.176,94
Pavimentos asfálticos	km	\$ 2.512.371.154,75	\$ 2.135.515.481,54
Obras de drenaje (alcantarillas y box coulverts)	km	\$ 2.882.754.521,53	\$ 2.450.341.343,30
Estructuras (muros de contención y pantallas)	km	\$ 95.511.252,60	\$ 81.184.564,71
Estructuras (pontones, puentes y otras estructuras)	ml	\$ 97.530.741,67	\$ 35.111.067.000,53
Estabilización de taludes	km	\$ 469.416,32	\$ 399.003,87
Señalización y seguridad	km	\$ 168.586.392,07	\$ 143.298.433,26
Obras varias	km	\$ 1.003.890.445,83	\$ 853.306.878,95
Transportes	km	\$ 424.650.343,76	\$ 360.952.792,20
Evaluación de impacto ambiental-EIA	km	\$ 39.616.935,74	\$ 33.674.395,38
Plan de manejo de tránsito	km	\$ 15.528.495,50	\$ 13.199.221,17
Gestión social y predial	km	\$ 8.119.603.426,57	\$ 6.901.662.912,58
Revisión, ajuste y/o actualización y/o Modificación y/o complementación de Estudios y diseños	Gl	\$ 500.000.000,00	\$ 500.000.000,00

Actividad	Unidad	Valor Unitario	Alternativa solución
Provisión para ajustes y jornadas 24/7	km	\$ 3.350.542.296,10	\$ 2.847.960.951,69
Costo de interventoría	km	\$ 812.651.203,35	\$ 690.753.522,85
VALOR TOTAL			\$ 56.994.885.924

El valor de las actividades de obra contempla un factor de Administración, Imprevistos y Utilidades- A.I.U correspondiente al 30% como se detalla en la tabla 15.

Tabla 15 Detalle A.I.U

	DESCRIPCION	% PARCIAL	% SUBTOTAL
1	ADMINISTRACION		
A.	ADM. CENTRAL	1,34%	
	1 Sueldos y prestaciones de la dirección (profesionales, administrativos y técnicos)	1,21%	
	2 Gastos de Oficina (arriendos, dotación, papelería, copias, servicios públicos, comunicaciones)	0,03%	
	3 Transporte	0,10%	
	4 Otros		
B.	ADM. DE LA OBRA	4,37%	
	1 Sueldos y prestaciones del personal vinculado directamente a la obra. (Residente, administración, técnico, Inspectores, oficinistas, conductores, contador, almacenista, conserje, otros.)	2,85%	
	2 Instalaciones para empleados y obreros (oficinas, laboratorios, talleres, servicios médicos, comedores, dormitorios, otros.)	0,10%	
	3 Gastos de Oficina y Campamento (Valla, dotaciones, servicios públicos, comunicaciones, papelería, copias, otros)	0,01%	
	4 Equipo completo de Topografía (incluye tránsito, nivel, y elementos complementarios) y Comisión de Topografía (Topógrafo y 2 Cadeneros)	1,11%	
	5 Equipo de laboratorios (Incluye laboratorista- inspector)	0,15%	
	6 Transporte	0,15%	
C.	GASTOS LEGALES , JURIDICOS Y TRIBUTARIOS	17,29%	
	TOTAL ADMINISTRACION (A)		23,00%
2	IMPREVISTOS		
	TOTAL IMPREVISTOS (I)		2,00%
3	UTILIDAD		
	TOTAL UTILIDAD (U)		5,00%
	TOTAL A.I.U.		30,00%

El valor total del proyecto se estima en CINCUENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS VEINTICUATRO PESOS MCTE (\$ 56.994.885.924).

13. Cronograma

El cronograma o programación es fundamental para la planificación, ejecución y control eficiente de los proyectos, proporciona un detalle de las tareas a ejecutar con sus plazos, secuencias permitiendo una administración eficiente de los recursos, personal, materiales y equipo.

Se generó una programación del proyecto en Diagrama de Gantt que ofrece una representación visual clara de las características y duración de cada tarea, definiendo la dependencia entre las actividades (sucesoras, predecesoras, concurrentes) lo cual permite identificar la secuencia que debe seguirse para ejecutar de manera eficiente el proyecto.

Como resultado de la programación se encuentra que el tiempo de duración del proyecto es del treinta (30) meses. Ver apéndice C.

La organización del cronograma se establece conforme las actividades principales relacionadas en la matriz de marco lógico presentada en la Tabla 13.

- Estudios y diseños fase III(definitivos)
- Obtención de permisos ambientales.
- Proceso de contratación
- Ejecución de las obras
- Supervisión y control

14. Difusión y comunicación

La difusión y comunicación del proyecto es indispensable para socializar y mantener informados a los interesados sobre el alcance, avances, inconvenientes y situaciones particulares que se da en la ejecución de las obras, esto aporta a un desarrollo armónico del proyecto con canales eficientes en los distintos componentes del proyecto.

La comunicación eficiente de los avances de las obras es determinante para garantizar la transparencia en el manejo de la información y en la buena administración de los recursos públicos.

Público interesado:

- Usuarios de la vía.
- Organizaciones de Acción Comunes.
- Autoridades Municipales, Departamentales y Nacionales.
- Instituto Nacional de Vías.
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA.
- Autoridades de Tránsito.
- Medios de comunicación locales, regionales y nacionales.

Mensajes Clave:

- Este proyecto mejorará el desarrollo económico con la región y garantizará continuidad en el servicio de la vía.
- Es determinante la participación de los interesados y estamos comprometidos con la transparencia en el desarrollo del proyecto.
- De la mano con las comunidades lograremos sacar adelante la infraestructura vial nacional para conectar a la Orinoquía Colombiana con el interior del país.

Estrategias de comunicación:

- Reuniones informativas: Se realizará una reunión inicial de socialización y reuniones periódicas mensuales con la comunidad aledaña a la ejecución de las obras donde se expongan los avances y se recopilen observaciones.
- Mesas de trabajo con autoridades: Cada tres (3) meses se realizarán mesas de trabajo con autoridades que tengan relación directa con el proyecto como Municipio de Yopal, Departamento de Casanare , entes de control para articular acciones tendientes al desarrollo exitoso del proyecto.
- Boletines informativos: Se divulgarán de manera semanal boletines informativos de los por menores del proyecto en las redes sociales de INVIAS, se compartirán con los equipos de prensa regional y nacional.
- Señalización de obra: Teniendo en cuenta que la ejecución de los trabajos eventualmente requerirá de cierres parciales o totales de la vía 6513, es necesario informar las condiciones de circulación de los vehículos mediante pasacalles, señalización vertical, volantes.
- Redes sociales: en las cuentas oficiales de INVIAS Instagram: @inviasoficial ,“X”:@Inviasoficial , Facebook: Instituto Nacional de Vías , se publicarán videos y fotografías de las novedades más representativas en la ejecución del proyecto.
- Canales directos con las autoridades y usuarios: El contratista de obra debe disponer de un Sistema de Atención al Usuario-SAU presencial en el sector donde se están ejecutando las obras con personal social y técnico que pueda resolver en tiempo real las inquietudes de los interesados.

Responsables de la comunicación:

Para las labores de comunicación y difusión en el proyecto serán responsables los profesionales sociales de obra e interventoría, los directores de obra e interventoría, el jefe de comunicaciones del Instituto Nacional de Vías, el director territorial Casanare, subdirector de Gestión Integral de Carreteras y Director General de INVIAS. Cualquier publicación, boletín de prensa, cuña radial debe estar validada previamente por parte de la oficina de comunicaciones INVIAS. El vocero para medios nacionales es el director general quien delegará por escrito de considerarlo necesario a otros funcionarios del nivel directivo para participar en entrevistas.

15. Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación

La evaluación de los resultados en la implementación del proyecto es fundamental para realizar la medición de las metas, analizar los logros, impactos y beneficios de las obras ejecutadas en procura de resolver la problemática planteada la cual fue determinante en la estimación del tipo de intervenciones necesarias.

La evaluación ex post del proyecto de inversión se realiza en la etapa final del ciclo de este teniendo como propósito conocer si las metas propuestas se ejecutaron en la cantidad y oportunidad previstas, establecer el impacto macroeconómico de la infraestructura construida, medir la calidad en el cumplimiento de los objetivos, conocer la capacidad de institucional para identificar , llevar a cabo y hacer seguimiento de sus proyectos con la identificación de oportunidades de mejora e implementando los correctivos en futuros proyectos. (Grupo asesor de la gestión de programas y proyectos de inversión pública, 2004)

Según el Departamento Nacional de Planeación la evaluación de los resultados busca dar respuesta a las siguientes preguntas orientadoras: a) ¿Cuál es la contribución específica del proyecto al desarrollo territorial/regional/nacional? b) ¿Qué se debe mejorar hacia el futuro en el Sistema General de Regalías? (Departamento nacional de planeación-DNP, 2019)

En la figura 10 se detallan los criterios con base en los cuales se da respuesta a las preguntas orientadoras.

Figura 10. Modelo causal subyacente de la evaluación de resultados



Tomado de Departamento Nacional de Planeación (2019).

Para la evaluación del proyecto se implementa lo establecido en el formato MEPI-MN1-IN-16 INSTRUCTIVO VISITA PREVIA Y ENTREGA Y RECIBO DEFINITIVO DE OBRA del Manual de Interventoría de obra Pública 2022 del Instituto Nacional de Vías (Ver Apéndice D) y considerando la naturaleza de proyecto de inversión pública se adopta la metodología de evaluación establecida por el Departamento Nacional de Planeación-DNP en el documento LINEAMIENTOS PARA LA EVALUACION DE RESULTADOS A PROYECTOS DE

INVERSIÓN FINANCIADOS CON RECURSOS DEL SISTEMA GENERAL DE REGALIAS-SGR (ver Apéndice E).

16. Resultados

La planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial es esencial en el desarrollo de las regiones, particularmente el caso de estudio la ruta 6513 Yopal-Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque representa gran relevancia para la dinámica económica de la Orinoquía Colombiana generando impacto en la conectividad y accesibilidad de las comunidades. Se utilizó la metodología de marco lógico como herramienta de gestión de proyectos, la cual proporciona una estructura para la planificación, implementación y evaluación de los proyectos.

Los resultados se exponen considerando el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del trabajo de grado que corresponde a un proyecto fase perfil, alineados a la aplicación de la metodología de marco lógico.

Tabla 16 Resultados obtenidos aplicación de metodología de marco lógico

N°	Objetivo específico	Resultado
1	Identificar los elementos necesarios para la formulación en fase perfil del proyecto para el mejoramiento de las condiciones de movilidad en el paso urbano del Municipio de Yopal y sector “puente la Cabuya”.	<p>Aplicando la metodología de marco lógico se obtienen los siguientes resultados con los cuales se da cumplimiento a este objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Árbol del problema: Se caracteriza la problemática de movilidad en la vía 6513 Yopal-Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque, especificando las causas y los efectos que se vienen presentando en el corredor vial. Se establecieron cuatro categorías para la posterior identificación de las alternativas de solución. • Matriz de involucrados: se consolidó un análisis de los involucrados permitiendo identificar la anuencia, fuerzas o nivel de participación de cada uno de ellos en la ejecución del proyecto.

N°	Objetivo específico	Resultado
2	Implementar la formulación de un proyecto en fase perfil que establezca una alternativa de solución técnica a la necesidad planteada con definición de alcance tiempo y valor mediante el uso de la metodología marco lógico.	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de objetivos: Se genera esta herramienta que contrarresta las causas y efectos expuestos en el árbol del problema con el fin de que las alternativas de solución permitieran atacar integralmente la problemática. • Alterativas de solución: Considerando la información del árbol de objetivos se realizó la caracterización de tres (3) alternativas de solución que están alineadas con los medios y fines identificados como determinantes para dar solución a la problemática planteada.
3	Validar la formulación de la alternativa de solución utilizando la evaluación ex ante mediante la integración de criterios y parámetros pertinentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de una alternativa de solución: Una vez implementada una matriz multicriterio con parámetros como Dimensiones de la vía, Localización, Mercado, técnico. Ambiental, Legal y Financiero, a los cuales se les asigno un valor porcentual; se establece técnicamente una alternativa de solución a los inconvenientes de movilidad presentes en el corredor vial Yopal-Guayaque.

17. Discusión

Los resultados del presente trabajo permitieron formular en fase perfil un proyecto para mejorar las condiciones de movilidad de la vía nacional 6513 Yopal -Paz de Ariporo sector Yopal-Guayaque utilizando la metodología de marco lógico. Se realizó la evaluación y caracterización de la problemática presentada dando como resultado un árbol del problema con cuatro categorías con igual número de causas y efectos, siendo esta herramienta determinante para enrutar los esfuerzos hacia una alternativa de solución que contrarreste los factores más determinantes que en la actualidad impiden el prestar un nivel de servicio adecuado en esta vía nacional; con la información del árbol de problema se logra tener un panorama más claro de la situación,

comprendiendo la complejidad para que las alternativas de solución focalicen los recursos y esfuerzos en las áreas donde se obtienen mayores beneficios.

El análisis de los involucrados se consolidó en una matriz permitiendo identificar la anuencia del 75% de los interesados; fuerzas o nivel de participación de cada uno de ellos en la ejecución del proyecto donde se destaca la fuerza de las autoridades ambientales debido que la zona donde se tiene prevista la intervención de las obras corresponde a la ronda de protección del río Cravo Sur por lo que la ejecución de las obras implica un trabajo articulado con ANLA y CORPORINOQUIA. Se realiza un estudio de las características propias de cada actor en el proyecto que es fundamental para generar los canales de comunicación y concertación necesarios en pro de un desarrollo eficiente en la ejecución de las obras.

Para la estructuración del árbol de objetivos, se toma como base el árbol de problemas para definir los resultados deseados que se esperan con los cuales se atienden o contrarrestan las falencias identificadas en el árbol de problemas. Al igual que en el árbol de problemas se establecen cuatro (4) categorías con igual número de medios y fines los cuales brindar un panorama de objetivos hacia los cuales se deben encausar las alternativas de solución, destacando como medios: Adecuada estabilidad de los taludes, Eficiente infraestructura para proteger la calzada de la acción del río Cravo Sur, Alto rigor técnico en el trazado geométrico de la vía y Adecuado manejo de aguas de escorrentía superficial.

Para cada una de las tres (3) alternativas de solución se realizó caracterización estudiando parámetros como Dimensiones de la vía, Localización, Mercado, técnico. Ambiental, Legal y Financiero. Al contar con un espectro amplio de opciones todas alineadas con el árbol de objetivos se aumenta la probabilidad de éxito y se mitigan los riesgos durante la ejecución del proyecto.

La evaluación de las tres (3) alternativas se utiliza una matriz multicriterio que permite comparar diversos aspectos determinantes en la ejecución de un proyecto de infraestructura vial los cuales fueron ponderados según la incidencia directa en el tipo de obras que se pretenden desarrollar: Dimensiones de la vía (10%), Localización(10%), Mercado(10%), Técnico (20%), Ambiental(20%), Legal(10%) y Financiero(20%). El análisis realizado se dio de manera minuciosa, luego hay claridad y fiabilidad en los resultados obtenidos al definir la puntuación total que dio como elegida la alternativa número uno (1) con 4,44 puntos de 5,00 posibles.

18. Conclusiones

La herramienta de árbol del problema ofrecida por la metodología de marco lógico permitió identificar como causas directas de la problemática la baja estabilidad de los taludes, la deficiente infraestructura para proteger la calzada de la acción del río Cravo Sur, el bajo rigor técnico en el trazado geométrico de la vía y las fuertes precipitaciones. Este diagrama es la base para avanzar en la búsqueda objetiva de la solución de la problemática tal como se realizó en el presente trabajo donde gracias al establecimiento de las cuatro categorías del árbol del problema permitieron establecer una coherencia completa con la problemática y la anuencia de los interesados, dando cumplimiento al objetivo específico número uno (1) junto con el análisis de los involucrados.

La matriz de involucrados identificó que el 75% de estos son partidarios a la realización de las intervenciones tendientes al mejoramiento de las condiciones de movilidad en la vía nacional 6513 Yopal-Paz de Ariporo , no obstante el 25 % que corresponden a los autoridades ambientales se consideraron como indiferentes lo cual traduce en mayores esfuerzos por parte del director de proyectos en generar los espacios y estrategias de armonización que permitan la evolución eficiente de los procesos ambientales para finalmente obtener las viabilidades necesarias por parte

de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA.

El árbol de objetivos se constituye en un insumo determinante en la configuración de las alternativas de solución, para mejorar las condiciones de movilidad de la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque permitiendo de esta manera organizar tres (3) alternativas con la certeza de que atacan directamente las condiciones que dan lugar a la problemática luego es garantía de efectividad en las intervenciones proyectadas. Con la estructuración del árbol de objetivos y el análisis de las alternativas se dio alcance al objetivo específico número dos (2) del presente trabajo de grado.

El análisis de las alternativas en la metodología de marco lógico es esencial para lograr un proyecto diseñado de manera objetiva y sólida desde sus inicios. Se plantearon tres (3) alternativas de solución como son: 1. Mantener parte del trazado actual de la vía y construir un puente nuevo sobre el río Cravo Sur. 2. Generar un nuevo trazado de la vía utilizando vías urbanas y nuevo ponteadero aguas abajo 3. Variante fuera del perímetro urbano de Yopal, con nuevo paso sobre el río Cravo Sur.

Los criterios evaluados en la matriz con los siguientes ponderaciones: Dimensiones de la vía 10%, Localización 10% , Mercado 10% , técnico 20% , Ambiental 20% , Legal 10% y Financiero 20%, permitieron establecer la alternativa número uno (1) como ganadora, correspondiente a mantener parte del trazado actual de la vía y construir un puente nuevo sobre el río Cravo Sur obteniendo el puntaje mayor correspondiente a 4,44 puntos, las alternativas 2 y 3 quedaron con un puntaje de 3,54 y 4,18 respectivamente. Por este motivo se selecciona la alternativa N° 1 como la adecuada para dar solución a la problemática de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque.

La metodología de Marco Lógico es la herramienta de gestión de proyectos adecuada para su implementación en los proyectos de inversión pública de infraestructura vial ya que facilita los insumos y estrategias necesarias para la obtención de una alternativa de solución bien estructurada para atender la problemática presentada, así como enrutar exitosamente la ejecución del proyecto.

19. Recomendaciones

Se recomienda como factor determinante en el futuro del proyecto, realizar las validaciones previas del componente ambiental con la Corporación Autónoma de la Orinoquia-Corporinoquia así como con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA.

Para efectos de la evaluación de las alternativas en la matriz multicriterio se recomienda el establecimiento de la mayor cantidad de criterios a evaluar con ponderaciones claras, fácilmente medibles para lograr la escogencia de la alternativa que técnicamente ofrece la atención de la problemática planteada.

Considerando que el presente trabajo tiene como objeto la formulación del proyecto en fase perfil, para la materialización del proyecto se recomienda avanzar a la etapa de factibilidad donde se involucren estudios especializados para analizar la conveniencia de las alternativas, permitiendo minimizar los riesgos en la toma de decisiones.

Referencias

Alvarez, J. S., & García, S. A. (2023). *Plan de gestión de mantenimiento vial bajo la metodología de marco lógico en la vereda la Argentina del corregimiento tres de Villavicencio-Meta*. Bogotá.

Autoridad nacional de licencias ambientales-ANLA. (2024). *Sector Infraestructura ANLA*.

Obtenido de <https://www.anla.gov.co/evaluacion-de-licencias-ambientales/sector/infraestructura-sela>

Breña, C. H. (2019). Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

CEPAL-Naciones unidas . (abril de 2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.

Chía, H. D., & Mendoza, A. D. (2022). *Aplicación de la metodología de marco lógico como herramienta para la gestión del mejoramiento de la vía terciaria de la vereda San José en el corregimiento seis del Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta*. Bogotá.

Colombia compra eficiente -SECOP II. (2018). Proceso de contratación LP-DO-003-2018. Instituto Nacional de Vías.

Congreso de Colombia. (30 de Diciembre de 1993). Ley 105 de 1993. *Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones*. Bogotá DC.

Congreso de Colombia. (19 de Mayo de 2023). Ley 2294 del 19 de mayo de 2023. *Por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2022- 2026 “Colombia potencia mundial de la vida”*.

Bogotá DC, Colombia.

Consortio del llano. (2020). *Informe final ejecutivo cto 845-2018*. Bogota DC: Instituto nacional de vias.

Corporación autonoma regional de la orinoquia. (11 de Diciembre de 2021). *Corporinoquia*.

Obtenido de <https://corporinoquia.gov.co/es/la-corporacion/transparencia-y-acceso-a-la-informacion/estructura-organica-y-talento-humano/mision-y-vision.html>

Departamento de Casanare. (2021). *Plan vial departamental Casanare 2021-2030*. Yopal : Departamento de Casanare.

Departamento nacional de planeación . (enero de 2023). Metodología General Ajustada para la formulación de proyectos de inversión pública en Colombia. Bogotá, Colombia.

Departamento nacional de planeación-DNP. (2019). *Lineamientos para la evaluación de resultados a proyectos de inversión financiados con recursos del sistema general de regalías-SGR*. Bogotá DC: DNP.

El Tiempo. (21 de Febrero de 2022). Se inició construcción del viaducto en el kilómetro 58 de la vía al Llano. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/via-al-llano-comenzo-construccion-del-viaducto-en-el-kilometro-58-653131#:~:text=Arturo%20Ardila%20Arias-,21%20de%20febrero%202022%2C%2008%3A42%20A.,M.&text=El%20Instituto%20Nacional%20de%20V%C3%ADas,150%20>

Grupo asesor de la gestión de programas y proyectos de inversión pública. (2004). *Metodología de Evaluación Expost de programas y proyectos de inversión*. Bogotá DC: Departamento nacional de planeación.

Instituto Nacional de Vías. (24 de Agosto de 2020). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/mision-y-vision>

Instituto nacional de vías. (16 de Junio de 2022). *Instituto nacional de vías*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>

Instituto nacional de vías. (21 de Febrero de 2024). Construcción de obras complementarias - Sector avenida Simón Bolívar Ruta 4001. Departamento del Valle del Cauca. *Proceso de contratación SA-MC-DT-VAL-001-2024*. Bogota DC.

Junieles, M. M., & Vence, E. M. (22 de Octubre de 2020). Mejoramiento de las vías principales tramo avenida libertador, avenida ferrocarril y avenida del río, para así garantizar mejor movilidad y disminución en la tasa de accidentalidad en la ciudad Santa Marta. Santa Marta, Colombia.

Logistics cluster. (2022). *2.3 Colombia Red Carretera*. Obtenido de <https://dlca.logcluster.org/es/23-colombia-red-carretera>

Medina, L. E. (2021). *“Transformaciones urbanísticas en el área de influencia de las variantes de la red nacional de carreteras.”* . Bogotá: UNAL.

Pacheco, J. F., Prieto, A., & Ortigón, E. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: CEPAL.

Prensa libre casanare. (29 de Mayo de 2011). *Deslizamientos causaron que colapsara la planta de tratamiento de agua potable de Yopal*. Obtenido de

<https://prensalibrecasanare.com/yopal/143-deslizamientos-causaron-que-colapsara-la-planta-de-tratamiento-de-agua-potable-de-yopal.html>

Servicio nacional de aprendizaje-SENA. (2016). *Guía practica de marco lógico*. Bucaramanga.

Universidad Santo Tomás . (Mayo de 2019). Capitulo 1 Introducción a la dirección y gestión de proyectos. *Maestría en dirección y gestión de proyectos*. Bucaramanga, Colombia.