

Área de Conocimiento de Arquitectura y Construcción.

Estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto “Construcción de tramo de carretera el Jícaro al Empalme La Mia Del Departamento de Nueva Segovia”.

Proyecto de graduación para optar al título de Ingeniero Civil.

Elaborado por:

Br. Dora Vanessa
Oporta Artola
Carnet:
2016-0745U

Br. Axel José
Palacios Gálvez
Carnet: 2018-0319I

Br. Ronald Marcelo
González Torres
Carnet: 2016-0187I

Tutor:

Ing. Jhonny Antonio
Robles Diaz

Mayo 2026

Managua, Nicaragua

AVAL DEL TUTOR(A)**Nombre del estudiante:**

Br. Dora Vanessa Oporta Artola	2016-0745U
Br. Ronald Marcelo Gonzales Torres	2016-0187I
Br. Axel José Palacios Gálvez	2018-0319I

Programa académico: DACAC**Datos del Tutor(a) Académico(a)**

Nombre del tutor(a): Ing. Jhonny Antonio Robles Diaz

Área de conocimiento o CUR

Correo institucional:

3. Datos del Asesor(a) Académico(a)

Nombre del asesor(a) académico(a)

Área de conocimiento o CUR

Correo institucional:

Declaración del Tutor(a)

Yo, Ing. Jhonny Antonio Robles Diaz, en calidad de tutor(a) certifico que he revisado la propuesta presentada por el estudiante descrito en este formulario y:

- ☒ Avalo la propuesta para su desarrollo.
- ☐ No avalo la propuesta (requiere ajustes).

Observaciones (si aplica):

Firma del Tutor(a):



Fecha: 07 / 03 /2026



Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

Managua, Nicaragua, lunes 15 de diciembre de 2025
REF/CULM.EST/TFCE/CIV/052-2025

Dora Oporta Artola
Axel Palacios Gálvez
Ronald González Torrez
Sus manos. –

Estimado (s) Bachiller (es), reciba (n) cordiales saludos.

En el marco de la **Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)** se le(s) comunica que el Tema y objetivos de Proyecto de Graduación titulado **"ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE TRAMO DE CARRETERA EL JÍCARO AL EMPALME LA MIA DEL DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA"**. Ha sido aprobado y se le ha asignado como Tutor(a) al (a la) Ing. Jhonny Antonio Robles Diaz.

La ejecución, entrega y defensa del **Proyecto de Graduación** tendrá una duración máxima de 05 meses, a partir de la fecha de aprobación de la Dirección, siendo el periodo establecido del **01 de diciembre del 2025 al 30 de abril del 2026**.

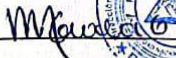
Por lo tanto, ud (s) deberá(n) cumplir en el periodo mencionado con lo siguiente:

- Desarrollar el Cronograma de Ejecución y realizar las actividades en correspondencia con el mismo, en el cual se tienen que programar los periodos de encuentros con el tutor, pre defensa y defensa.
- Presentar al tutor **semanalmente** los avances obtenidos en el proceso de ejecución conforme el cronograma.
- Cumplir con al menos el 90% de asistencia en los encuentros programados con el tutor asignado.
- Realizar al menos una pre defensa del Trabajo Monográfico en versión borrador, según el cronograma establecido en el marco de la **Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)**, con el objetivo de garantizar en todos los aspectos el éxito de la defensa.

Igualmente, se le(s) recuerda que no hay prórroga para el cumplimiento de este proceso y que a través de la firma de la carta compromiso reconoce que esta es la última oportunidad para realizar la culminación de estudios.

Sin más a que hacer referencia y deseándole éxito en su **Proyecto de Graduación** para optar al título de **Ingeniero Civil**, se despide.

Atentamente,


Ma. Marcela Carolina Galán Galán
Directora



Cc. Expediente Culminación de Estudios

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN:	9
2.0 ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL:	11
2.1 Referentes académicos y proyectos previos asociados al tramo	11
2.1.1 El Júcaro – Empalme La Mía	11
2.2 Marco legal, normativo e institucional	12
2.2.1 Marco jurídico	12
2.2.2 Marco institucional	13
2.3 Principios ingenieriles aplicables	13
2.4 Normas y estándares de referencia	14
3 OBJETIVOS:	15
3.1 Objetivo General	15
3.1.1 Objetivos Específicos	15
4.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	16
4.1 Naturaleza o tipología del proyecto	16
4.2 Localización geográfica y contexto socioeconómico	16
4.3 Usuarios, destinatarios y protagonistas del proyecto	17
4.4 Alcances y limitaciones del proyecto	17
4.4.1 Alcances	17
4.4.2 Limitaciones	18
5.0 FUNDAMENTOS TÉCNICOS:	19
5.1 Enfoque técnico del estudio de prefactibilidad	19
5.2 Principios ingenieriles aplicables al proyecto	19
5.2.1 Funcionalidad vial	19
5.2.2 Seguridad y habitabilidad vial	20
5.2.3 Eficiencia técnica y económica	20
5.2.4 Sostenibilidad ambiental y social	20
5.2.5 Innovación tecnológica aplicada	21
5.2.6 Fundamentos técnicos del estudio de mercado vial	21
5.2.7 Fundamentos técnicos del estudio técnico	21
5.2.8 Fundamentos del análisis socioeconómico	22
6.0 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN:	23
6.1 Metodología para el estudio de mercado y demanda	23

6.2 Determinación del tamaño de la muestra	23
6.3 Aplicación del instrumento de encuesta	24
6.4 Proyección de los datos de demanda.....	25
7.0 ESTUDIO TÉCNICO	26
7.1 Tamaño	26
7.2 Localización.....	26
7.3 Ingeniería de Proyecto	26
7.3.1 Parámetros del proceso	26
7.3.2 Diseño de espesores de pavimento.....	27
7.3.3 Ancho de Carril.....	27
7.3.4 Distancia de visibilidad en curvas horizontales	27
7.3.5 Alineamiento Horizontal y Vertical	28
7.3.6 Alineamiento Horizontal.....	28
7.3.7 Rasante.....	28
7.3.8 Bombeo.....	28
7.3.9 Peralte o sobre elevación	28
7.3.10 Niveles de Servicio.....	28
<i>Tabla 1: Nivel de servicio según el tipo de carretera</i>	29
8.0 METODOLOGIA DE EVALUACION SOCIOECONOMICA:	30
8.1 Procedimientos Técnicos	30
8.2 Herramientas e Instrumentos.....	30
8.3 Normas y Especificaciones Técnicas	30
8.4 Levantamiento de Información.....	30
8.5 Procesos de Validación Técnica	31
8.6 Estrategias de Análisis de Resultados.....	31
9.0 RESULTADOS:.....	32
9.1 Estudio de Mercado.....	32
9.2 Descripción del mercado en el cual se llevará a cabo el proyecto.....	32
9.3 Caracterización del Servicio.....	32
9.4 Periodo de diseño	32
9.5 Diseño geométrico	33
9.6 Velocidad de diseño	33
9.7 Tránsito de diseño	34
9.8 Análisis de la demanda.....	34

9.8.1 Población demandante.....	34
9.9.1 Beneficiarios directos.....	35
Tabla 2: Comunidades beneficiadas directamente.....	36
9.9.2 Beneficiarios indirectos	36
9.10 Encuesta a la población	36
9.10.1 Resultado de las encuestas.....	37
Tabla 3: Cantidad de personas encuestadas	37
Tabla 4: Edades de población	38
Tabla 5: Opinión sobre el estado actual del tramo	38
9.11 Problemática debido al mal estado de la vía	38
Figura 1: Inconvenientes que produce el mal estado de la vía	39
9.12 Afectaciones por enfermedades	39
Figura 2: El mal estado de la carretera aumenta las enfermedades	39
Figura 3: Enfermedades producidas por el mal estado de la carretera	40
9.13 Usuarios del proyecto.....	40
9.14 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	40
Tabla 6: Transito promedio actual.....	41
9.14.1 Clasificación Vehicular.....	42
Figura 4: Distribución porcentual de vehículos livianos y pesado del tramo El Júcaro – Empalme La Mía	42
9.14.2 Estación de Mayor Cobertura	43
Tabla 7: Dependencia de Estaciones.....	44
9.14.3 Aplicación de Factores de Ajustes Para la Estimación del TPDA	45
Tabla 8: Factores de ajuste	45
9.14.4 Cálculo del TPDA	46
Tabla 9: Cálculo del TPDA	47
9.14.5 Proyección de Trafico Futuro	48
9.14.6 Crecimiento Vehicular	48
Tabla 10: Registros históricos TPDA.....	48
9.15 PIB Nacional	49
Tabla 11: Tasas Producto Interno Bruto.....	49
9.16 Tránsito Proyectado para el 2046	50
Figura 5: Volumen de transito	51
10.0 Estudio Técnico.....	52
10.1 Tamaño y localización del Proyecto	52

10.2 Estudio Topográfico.....	52
10.3 Procedimiento de diseño de pavimento	53
Tabla 12: Condiciones de drenaje y porcentaje de saturación	53
Figura 6: Determinación del módulo resiliente de la subrasante	53
10.4 Ingeniería desarrollada del Proyecto	54
Figura 7: Sección típica propuesta para el sitio	54
Fuente: google.....	54
Figura 8: Sección típica en la sección urbana	54
11.0 ESTUDIO SOCIOECONOMICO PARA ESTIPULAR LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO:.....	55
11.1 INVERSION DE PROYECTO	55
11.2 PRESUPUESTO	55
11.2.1 COSTOS DIRECTOS.....	55
Tabla 13: Costos directos	56
11.2.2 COSTOS INDIRECTOS.....	59
Tabla 14: Costos indirectos	59
11.2.3 COSTOS TOTALES.....	66
Tabla 15: Costos totales.....	66
11.2.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO	67
Tabla 16: Costos de mantenimiento	67
11.2.5 INVERSION DIFERIDA	68
Tabla 17: Inversión diferida.....	68
11.2.6 INVERSION TOTAL.....	68
Tabla 18: Inversión total.....	68
11.2.7 COSTO DE OPERACIÓN	68
Tabla 19: Resumen de los costos de mantenimiento	69
11.3 BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	70
Ahorro por disminución de enfermedades	70
Tabla 20: Calculo del ahorro por gastos de enfermedades.....	70
Tabla 21: Proyección de los beneficios por ahorro de enfermedades	71
11.3.1 AUMENTO DEL VALOR DE LAS VIVIENDAS.....	72
Tabla 22: Plusvalía de viviendas.....	72
11.3.2 AHORRO POR GASTO EN DETERIORO DEL PARQUE VEHICULAR	72
Tabla 23: Ahorro de depreciación anual de vehículos.....	73

11.3.3 BENEFICIOS TOTALES	74
<i>Tabla 24: Flujo de beneficios</i>	74
11.4 CORRECCION POR FACTOR DE MANO DE OBRA	75
11.5 FLUJO NETO DE EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO	75
<i>Tabla 25: Flujo neto de efectivo sin financiamiento</i>	75
11.6 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO	76
11.6.1 VALOR ACTUAL NETO ECONOMICO (VANE)	76
11.6.1.1 CRITERIOS DE DECISIÓN	77
<i>Tabla 25: Criterios de decisión del VANE</i>	77
11.6.1.2 Valor actual neto económico	78
11.6.2 TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICA (TIRE)	78
11.6.2.1 Criterios de decisión de la TIRE	78
11.6.2.3 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)	79
11.6.3 RELACION BENEFICIO/COSTO (R B/C)	79
11.6.3.1 CRITERIOS DE DECISIÓN	79
11.6.3.2 Relación beneficio costo económico	79
12 CONCLUSIONES	80
13 RECOMENDACIONES	82
14 REFERENCIAS	84
15 ANEXOS	86
15.1 Figura 9: Vista frontal del tramo Jicaro-Empalme La Mia.	93
15.1.2 Figura 10: Vista frontal del tramo	94
15.1.3 Figura 11: Ruta de Acceso al Tramo	95

1 INTRODUCCIÓN:

La infraestructura vial constituye un elemento fundamental para el desarrollo económico, social y productivo de los territorios, ya que permite la integración regional, facilita el intercambio comercial y garantiza el acceso de la población a servicios básicos. En el ámbito de la Ingeniería Civil, la planificación y evaluación de proyectos de carreteras representa una respuesta técnica ante problemáticas de conectividad, aislamiento territorial y limitaciones en el desarrollo local, especialmente en zonas rurales (Banco Mundial, 2019).

El municipio de El Jícaro, ubicado en el departamento de Nueva Segovia, presenta una marcada dependencia del transporte terrestre para el traslado de productos agropecuarios, la movilización de personas y la conexión con comunidades como El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes. El tramo de carretera El Jícaro – Empalme La Mía presenta deficiencias en sus condiciones actuales, lo que afecta la fluidez del tránsito, incrementa los costos de transporte y limita el desarrollo económico y social de la población. De acuerdo con el Ministerio de Transporte e Infraestructura (2020), el deterioro de la infraestructura vial incide directamente en la eficiencia del transporte y en la competitividad de las regiones.

La relevancia profesional del presente proyecto radica en su pertinencia con la realidad local y regional, dado que la mejora de este tramo carretero contribuiría a fortalecer la conectividad del municipio con corredores estratégicos del departamento y del país. A nivel nacional, el desarrollo de infraestructura vial secundaria y terciaria es clave para reducir brechas territoriales, promover la productividad y mejorar las condiciones de vida de la población (Banco Mundial, 2019), lo que otorga al proyecto un carácter estratégico dentro de los planes de desarrollo.

Desde el punto de vista técnico, la realización de un estudio de prefactibilidad permite analizar de forma preliminar la viabilidad del proyecto mediante la evaluación de aspectos de mercado, técnicos y socioeconómicos (Sapag & Sapag, 2014).

En el ámbito social y económico, el proyecto busca generar beneficios asociados a la reducción de tiempos de viaje, disminución de costos de transporte y fortalecimiento de la actividad productiva local. En el aspecto ambiental, el estudio de prefactibilidad sienta las bases para identificar posibles impactos y orientar futuras etapas hacia un desarrollo vial sostenible. En el plano académico, la monografía contribuye a la formación integral del futuro ingeniero civil, al aplicar conocimientos teóricos y metodológicos en un caso real del contexto nacional.

Asimismo, el proyecto se encuentra alineado con las líneas de desarrollo del Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano, al promover infraestructura que impulsa la economía local y mejora el acceso a servicios. De igual manera, guarda relación con el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio 2025–2026, al facilitar la movilización de la producción agropecuaria y fortalecer las cadenas productivas del territorio. A nivel institucional, el estudio se vincula con las líneas de investigación y extensión en infraestructura vial, desarrollo territorial y planificación de proyectos de ingeniería.

El presente proyecto, titulado “Estudio de prefactibilidad para la construcción del tramo de carretera El Jícaro – Empalme La Mía, departamento de Nueva Segovia (16 km)”, tiene como objetivo general realizar el estudio de prefactibilidad del proyecto. Para su cumplimiento, el trabajo se estructura en función de los objetivos específicos: en primer lugar, se desarrolla un estudio de mercado para determinar la demanda; posteriormente, se realiza un estudio técnico que define el tamaño y la ingeniería del proyecto; y finalmente, se ejecuta un estudio socioeconómico con el fin de estimar la rentabilidad y los beneficios esperados. Esta estructura permite evaluar integralmente la viabilidad del proyecto y aportar información técnica confiable para la toma de decisiones en futuras etapas de diseño y ejecución.

2.0 ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL:

La infraestructura vial constituye un elemento fundamental para el desarrollo económico y social, especialmente en zonas rurales donde la conectividad influye directamente en el acceso a mercados, servicios básicos y oportunidades productivas. En este contexto, los estudios de prefactibilidad representan una etapa clave dentro del ciclo de los proyectos de inversión, ya que permiten evaluar de manera preliminar la viabilidad técnica, económica y social antes de su ejecución (Sapag & Sapag, 2014).

En Nicaragua, el desarrollo de la red vial ha sido impulsado principalmente por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), priorizando la construcción y mejoramiento de carreteras rurales y secundarias como parte de la estrategia nacional de integración territorial. A pesar de los avances logrados, aún existen tramos viales que presentan deficiencias estructurales y funcionales, particularmente en departamentos del norte del país como Nueva Segovia (MTI, 2020).

El tramo de carretera El Jícaro – Empalme La Mía, con una longitud aproximada de 16 km, constituye una vía de importancia estratégica para la movilidad de personas y el transporte de productos agropecuarios. No obstante, el tramo no cuenta en su totalidad con una infraestructura vial adecuada, presentando problemas de transitabilidad, drenaje insuficiente y condiciones geométricas deficientes, lo que justifica la realización del presente estudio de prefactibilidad para la construcción de la carretera.

2.1 Referentes académicos y proyectos previos asociados al tramo

2.1.1 El Jícaro – Empalme La Mía

En mayo de 2024, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) inauguró un tramo de 2 km de carretera de concreto hidráulico correspondiente a la vía El Jícaro – La Mía, en el departamento de Nueva Segovia. Esta obra incluyó la construcción de la superficie de rodamiento, obras de drenaje y señalización vial básica, mejorando significativamente la transitabilidad y seguridad en ese segmento específico.

No obstante, dicha intervención cubre únicamente una parte del corredor vial, quedando aún tramos sin una solución definitiva, lo que refuerza la necesidad de evaluar de forma integral la construcción del tramo completo de 16 km mediante un estudio de prefactibilidad (MTI, 2024).

Durante el período 2022–2023, se desarrollaron estudios técnicos, documentos de supervisión y planes de inversión asociados a programas de mejoramiento de caminos rurales en el departamento de Nueva Segovia, donde se incluyó el eje vial El Jícaro – La Mía como parte de intervenciones progresivas. Estos documentos establecieron parámetros preliminares de diseño, control de calidad y costos unitarios, constituyéndose en antecedentes técnicos relevantes para el presente estudio (MTI, 2023).

En el ámbito académico, entre los años 2020 y 2022, se elaboraron monografías de Ingeniería Civil en universidades nacionales orientadas a estudios de prefactibilidad y factibilidad de caminos rurales en el norte del país, incluyendo análisis aplicados al tramo El Jícaro – La Mía. Dichos trabajos abordaron estudios de mercado, estudios técnicos y evaluaciones socioeconómicas, aportando metodologías y criterios comparativos que sirven de referencia directa para la presente investigación.

Finalmente, entre 2016 y 2019, se desarrollaron estudios generales sobre caminos productivos rurales en Nicaragua, los cuales, aunque más antiguos, continúan siendo válidos como referencia metodológica para el análisis de tránsito, estimación de costos y evaluación de beneficios socioeconómicos (Banco Mundial, 2019).

2.2 Marco legal, normativo e institucional

2.2.1 Marco jurídico

El estudio de prefactibilidad para la construcción de la carretera El Jícaro – Empalme La Mía se fundamenta en la legislación vigente de la República de Nicaragua, la cual establece el marco normativo para la planificación, ejecución y evaluación de proyectos de infraestructura pública.

En este sentido, la Constitución Política de la República de Nicaragua reconoce la responsabilidad del Estado en la promoción del desarrollo económico y social mediante la inversión en infraestructura estratégica (Asamblea Nacional, 2014).

Asimismo, la Ley No. 550, Ley de Administración Financiera y del Régimen Presupuestario, regula los procesos de formulación, evaluación y ejecución de los proyectos de inversión pública, garantizando el uso eficiente de los recursos del Estado (Asamblea Nacional, 2005). Por su parte, la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, establece las disposiciones para la protección y conservación del medio ambiente, siendo de obligatorio cumplimiento en proyectos de infraestructura vial (Asamblea Nacional, 1996).

De igual manera, la Ley No. 376, Ley de Régimen Jurídico Municipal, respalda la participación de los gobiernos locales en la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo territorial, fortaleciendo la gestión descentralizada y el desarrollo municipal (Asamblea Nacional, 2000).

2.2.2 Marco institucional

Las principales instituciones vinculadas al desarrollo del proyecto son el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), como ente rector del sector vial encargado de la planificación, diseño y ejecución de proyectos de infraestructura; el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), responsable de la regulación, control y evaluación ambiental; y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), encargado de proveer información técnica en materia geográfica, climática y territorial para la planificación de proyectos (MTI, 2020).

2.3 Principios ingenieriles aplicables

El estudio se fundamenta en principios propios de la Ingeniería Civil, tales como la funcionalidad vial, la seguridad, la eficiencia económica, la durabilidad de la infraestructura y la sostenibilidad ambiental. Estos principios orientan el desarrollo del análisis de mercado, el estudio técnico y el estudio socioeconómico del proyecto, garantizando soluciones integrales que respondan a las necesidades del entorno y a los criterios de diseño moderno en infraestructura vial (Sapag & Sapag, 2014).

2.4 Normas y estándares de referencia

Para el desarrollo del estudio de prefactibilidad se consideran las normas y manuales técnicos vigentes del Ministerio de Transporte e Infraestructura, así como el Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras, las especificaciones técnicas de construcción y la normativa ambiental aplicable emitida por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Estas normas establecen los criterios técnicos necesarios para garantizar la calidad, seguridad y funcionalidad de la infraestructura vial (MTI, 2020).

3 OBJETIVOS:

3.1 Objetivo General

- Realizar el estudio de prefactibilidad para la Construcción del tramo de carretera el Jícaro al Empalme La Mia del departamento de Nueva Segovia.

3.1.1 Objetivos Específicos

- Elaborar un estudio de mercado para determinar la demanda del proyecto.
- Efectuar un estudio técnico para determinar tamaño e ingeniería de proyecto.
- Realizar un estudio socio económico para estipular la rentabilidad del proyecto.

4.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

4.1 Naturaleza o tipología del proyecto

El presente trabajo corresponde a un proyecto de infraestructura vial, específicamente a un estudio de prefactibilidad para la construcción de una carretera rural en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía, con una longitud aproximada de 16 km, ubicado en el departamento de Nueva Segovia. El estudio tiene como finalidad evaluar de manera preliminar la viabilidad técnica, económica y socioeconómica del proyecto, constituyéndose como base para la toma de decisiones sobre su posible ejecución (Sapag & Sapag, 2014).

Desde el enfoque de la Ingeniería Civil, el proyecto se orienta al análisis de una vía terrestre destinada al tránsito vehicular mixto, cuyo propósito principal es mejorar la conectividad entre comunidades rurales y los principales ejes de transporte local. El estudio contempla la evaluación general de alternativas de diseño geométrico, estructura de pavimento, obras de drenaje y elementos básicos de seguridad vial, conforme a las normativas técnicas vigentes en Nicaragua, sin alcanzar el nivel de diseño definitivo (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020).

4.2 Localización geográfica y contexto socioeconómico

El proyecto se localiza en el municipio de El Jícaro, departamento de Nueva Segovia, al norte de la República de Nicaragua. El tramo de estudio inicia en el casco urbano del municipio y se extiende hasta el Empalme La Mía, punto de conexión con comunidades como El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes, las cuales dependen de esta vía para su movilidad local y regional.

A nivel macro, el área de influencia del proyecto presenta una economía predominantemente agropecuaria, basada en la producción de granos básicos, café y actividades ganaderas. En este contexto, la carretera constituye un eje fundamental para el traslado de productos hacia los mercados locales y regionales, así como para el acceso de la población a servicios esenciales como educación, salud y comercio (Banco Mundial, 2019).

Desde el punto de vista físico y ambiental, la zona presenta una topografía mayormente ondulada, con presencia de cauces naturales y áreas susceptibles a escorrentía superficial, lo que requiere la incorporación de adecuadas obras de drenaje para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la vía. Asimismo, el régimen climático, caracterizado por una estación lluviosa bien definida, influye directamente en las condiciones de transitabilidad, especialmente en los tramos que carecen de una estructura vial permanente. Este apartado posee un carácter descriptivo, reservándose el análisis detallado para los capítulos técnicos posteriores.

4.3 Usuarios, destinatarios y protagonistas del proyecto

Los usuarios directos del proyecto están conformados por los habitantes de las comunidades ubicadas a lo largo del tramo El Jícaro – Empalme La Mía, quienes utilizan la vía para el desplazamiento cotidiano hacia actividades laborales, educativas y de acceso a servicios básicos. Asimismo, los productores agropecuarios de la zona representan un grupo relevante, dado que dependen de la carretera para el transporte y comercialización de sus productos.

Los usuarios indirectos incluyen transportistas, comerciantes y poblaciones de comunidades aledañas, quienes se benefician de manera secundaria mediante la mejora en la conectividad, la reducción de tiempos de viaje y la disminución de costos de transporte.

Entre los principales actores institucionales del proyecto se encuentran el Ministerio de Transporte e Infraestructura, los gobiernos municipales del área de influencia y otras instituciones vinculadas al ordenamiento territorial y la gestión ambiental. La población local también constituye un actor clave en su calidad de beneficiaria directa del proyecto.

4.4 Alcances y limitaciones del proyecto

4.4.1 Alcances

El estudio de prefactibilidad abarca la evaluación integral del tramo carretero de 16 km, incluyendo la identificación de la demanda de tránsito, el análisis preliminar de alternativas técnicas, la estimación general de costos de inversión y mantenimiento, así como una evaluación socioeconómica preliminar que permita determinar la rentabilidad del proyecto (Sapag & Sapag, 2014).

Los resultados obtenidos servirán como base para el desarrollo de estudios posteriores con mayor nivel de detalle, como el estudio de factibilidad y el diseño definitivo.

4.4.2 Limitaciones

El proyecto se desarrolla a nivel de prefactibilidad, por lo que no contempla diseños constructivos definitivos ni presupuestos detallados. Asimismo, no incluye la ejecución física de la obra. Los aspectos ambientales se abordan de forma general, sin sustituir los estudios específicos requeridos en etapas posteriores del proyecto.

5.0 FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

El presente capítulo expone los principios, conceptos y fundamentos técnicos que orientan el desarrollo del estudio de prefactibilidad para la construcción de la carretera en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía, con una longitud aproximada de 16 km. Su finalidad es proporcionar una base de referencia clara, aplicada y coherente que sirva de apoyo a las decisiones de diseño, formulación y evaluación del proyecto, permitiendo una adecuada articulación entre el sustento teórico y los resultados que se desarrollarán en las etapas posteriores.

5.1 Enfoque técnico del estudio de prefactibilidad

Desde el enfoque de la ingeniería de proyectos, la prefactibilidad constituye una etapa preliminar en la que se analizan alternativas generales de solución, se identifican requerimientos tecnológicos y se evalúan de manera inicial los beneficios, costos y restricciones del proyecto (Sapag & Sapag, 2014).

En el caso del tramo El Jícaro – Empalme La Mía, la prefactibilidad orienta la evaluación de la construcción de una carretera rural de 16 km, considerando criterios técnicos, socioeconómicos y ambientales que permitan determinar su viabilidad integral.

5.2 Principios ingenieriles aplicables al proyecto

5.2.1 Funcionalidad vial

La funcionalidad vial se refiere a la capacidad de la carretera para cumplir su propósito dentro de la red vial, permitiendo una circulación eficiente, continua y acorde con el tipo de tránsito esperado. En carreteras rurales, este principio se relaciona directamente con el volumen de tránsito, el tipo de vehículos predominantes y el rol de la vía en la conectividad local y regional (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020).

Este principio respalda decisiones preliminares relacionadas con el ancho de calzada, el tipo de superficie de rodamiento y el nivel de servicio, los cuales serán evaluados en el estudio técnico del proyecto.

5.2.2 Seguridad y habitabilidad vial

La seguridad vial tiene como objetivo reducir el riesgo de accidentes mediante la implementación de soluciones técnicas adecuadas, mientras que la habitabilidad vial se relaciona con el confort y la comodidad de los usuarios durante la circulación. Ambos conceptos se encuentran estrechamente vinculados al diseño geométrico, la visibilidad, el drenaje y la señalización de la vía (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020).

En el proyecto, estos principios justifican la consideración de parámetros geométricos adecuados, sistemas de drenaje eficientes y elementos básicos de señalización que permitan una circulación segura y confortable para los usuarios del tramo.

5.2.3 Eficiencia técnica y económica

La eficiencia en proyectos viales se orienta a maximizar los beneficios obtenidos en relación con los recursos invertidos. Desde el punto de vista técnico, implica la selección de soluciones constructivas adecuadas a las condiciones del entorno; desde el punto de vista económico, busca optimizar los costos de inversión y mantenimiento sin comprometer la funcionalidad del proyecto (Sapag & Sapag, 2014).

Este principio se relaciona directamente con la evaluación de alternativas técnicas y con el análisis socioeconómico del proyecto.

5.2.4 Sostenibilidad ambiental y social

La sostenibilidad en proyectos de infraestructura vial implica la consideración de aspectos ambientales, sociales y económicos que garanticen la durabilidad de la obra y minimicen los impactos negativos. En carreteras rurales, este principio se relaciona con el manejo adecuado de aguas superficiales, la adaptación al entorno natural y la reducción de costos de mantenimiento a largo plazo (Banco Mundial, 2019).

En el tramo El Jícaro – Empalme La Mía, este principio orienta la evaluación preliminar del tipo de pavimento, del sistema de drenaje y de las soluciones constructivas más compatibles con las condiciones del área de influencia.

5.2.5 Innovación tecnológica aplicada

La innovación tecnológica en proyectos viales no se limita al uso de tecnologías avanzadas, sino que incluye la aplicación de soluciones técnicas apropiadas, el uso de materiales mejorados y la implementación de metodologías actualizadas que incrementen la eficiencia y durabilidad de la infraestructura. En el contexto de carreteras rurales, la innovación puede reflejarse en el uso de estructuras de pavimento optimizadas, mejores prácticas constructivas y herramientas de análisis modernas (Banco Mundial, 2019).

Este principio respalda la evaluación de alternativas técnicas modernas que puedan adaptarse a las condiciones locales y a los recursos disponibles.

5.2.6 Fundamentos técnicos del estudio de mercado vial

El estudio de mercado en proyectos viales se fundamenta en la teoría de la demanda y la oferta aplicada al servicio de transporte. La demanda se conceptualiza como la necesidad de movilidad de la población dentro del área de influencia, mientras que la oferta corresponde a la capacidad de la infraestructura vial existente para satisfacer dicha demanda (Sapag & Sapag, 2014).

Desde el punto de vista técnico, el análisis de la demanda se apoya en conceptos matemáticos y estadísticos como el volumen de tránsito, el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y la proyección del tránsito, los cuales permiten estimar el tamaño y las características del proyecto.

5.2.7 Fundamentos técnicos del estudio técnico

El estudio técnico se apoya en teorías y principios de la Ingeniería Civil que permiten definir las características físicas del proyecto.

El diseño geométrico se conceptualiza como la definición del alineamiento horizontal, vertical y la sección transversal de la vía, influyendo directamente en la seguridad, funcionalidad y habitabilidad del proyecto (Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras, 2011).

La estructura de pavimento se define como el conjunto de capas diseñadas para soportar las cargas vehiculares y distribuirlas hacia la subrasante. Su selección depende del volumen de tránsito, las condiciones del suelo y los costos de inversión y mantenimiento, constituyendo un elemento clave en la durabilidad de la vía (MTI, 2020).

El drenaje vial constituye un elemento esencial para la sostenibilidad del proyecto, ya que controla las aguas superficiales y evita el deterioro prematuro de la estructura vial (MTI, 2020).

5.2.8 Fundamentos del análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico se basa en la teoría de evaluación de proyectos de inversión, la cual consiste en comparar los costos del proyecto con los beneficios generados para la sociedad (Sapag & Sapag, 2014). Entre los principales beneficios de los proyectos viales se destacan la reducción de los costos de operación vehicular, el ahorro en los tiempos de viaje y la mejora en el acceso a servicios básicos (Banco Mundial, 2019).

Este análisis se apoya en indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), los cuales permiten determinar la rentabilidad social del proyecto y su conveniencia desde el punto de vista económico.

Este análisis se apoya en indicadores matemáticos y económicos como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), los cuales permiten determinar la rentabilidad social del proyecto (BID, 2018).

6.0 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN:

6.1 Metodología para el estudio de mercado y demanda

Para la elaboración del estudio de demanda correspondiente al proyecto de construcción de la carretera del tramo El Jícaro – Empalme La Mía, con una longitud aproximada de 16 km, se definió un área de influencia directa conformada por las comunidades ubicadas a lo largo del corredor vial y sus alrededores inmediatos.

Con el propósito de obtener información confiable y representativa, se seleccionaron como población muestra aquellas comunidades que presentan mayor número de habitantes, viviendas y actividades socioeconómicas relacionadas con el uso de la vía. Estas comunidades concentran aproximadamente el 70 % de la población total del área de influencia, por lo que se consideran adecuadas para el análisis de la demanda del proyecto.

La elección de estas comunidades nos permitió evaluar de manera más precisa las necesidades de desplazamiento, transporte de productos, acceso a servicios básicos y las limitaciones que enfrenta actualmente la población debido al estado de la carretera.

6.2 Determinación del tamaño de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra, considerando que la información a recolectar corresponde a datos de tipo cualitativo, relacionados con aspectos sociales y percepciones de los usuarios, se empleó la fórmula propuesta por Münch Galindo, ampliamente utilizada en estudios de carácter socioeconómico.

La expresión matemática aplicada es la siguiente:

$$n = \frac{(Z^2 * N * p * q)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n: Número de elementos de la muestra.

N: Número de elementos del universo (o población total (habitantes beneficiados en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía)

P: Proporción-desconocida-de individuos que poseen las características en la población.

Q: 1-P

z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza seleccionado.

e: Margen de error permitido.

En aquellos casos en los que los valores de **p** y **q** no son conocidos, se adopta el escenario más conveniente a tomar, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para $P = Q = 50\%$, luego, $P = 50\%$ y $Q = 50\%$.

Este criterio permite obtener el tamaño máximo de la muestra y asegurar una mayor confiabilidad de los resultados obtenidos.

Donde:

Z2: 1.96 es el nivel de confianza, generalmente del 95%.

N: Tamaño de la población o universo en este caso se utilizó el número de habitantes de las zonas beneficiadas del tramo a lo largo de los 16km

P y Q = 0.5: probabilidades complementarias de 0.5

e: error de estimación aceptable para encuestas en 10% o 0.1

n: tamaño de la muestra.

6.3 Aplicación del instrumento de encuesta

La encuesta fue utilizada como el principal instrumento de recolección de información primaria para el estudio de demanda. Dicho instrumento se aplicó a los habitantes de las comunidades seleccionadas dentro del área de influencia del proyecto.

A través de las encuestas se recopiló información relacionada con:

- Condiciones socioeconómicas de la población
- Frecuencia de uso de la carretera
- Motivos de desplazamiento
- Medios de transporte empleados

- Dificultades generadas por el mal estado actual de la vía
- Beneficios esperados con la construcción de la carretera

Los resultados obtenidos permitieron identificar la necesidad real del proyecto y su influencia en la movilidad y el desarrollo socioeconómico de la zona.

6.4 Proyección de los datos de demanda

Para estimar el comportamiento futuro de la demanda vehicular en el tramo de estudio, se realizó la proyección del tránsito a partir del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) obtenido mediante el aforo vehicular. Este valor fue considerado como el año base para el análisis de crecimiento del tránsito.

Con el fin de determinar la tasa de crecimiento vehicular, se analizaron los datos históricos de TPDA correspondientes a la estación ECS-8303, los cuales comprenden diferentes años de registro. A partir de estos datos se calcularon las tasas de crecimiento anual del tránsito (TCA) para cada período, lo que permitió determinar una tasa promedio de crecimiento que posteriormente se utilizó para la proyección del tránsito.

La proyección de la demanda vehicular se realizó mediante el modelo de crecimiento geométrico, el cual permite estimar el incremento del volumen de tránsito a lo largo del tiempo considerando una tasa de crecimiento anual constante.

Para ello se utilizó la siguiente expresión:

$$TPDA_f = TPDA_o(1 + i)^n$$

Donde:

TPDA_f: Tránsito proyectado

TPDA_o: Tránsito promedio anual del año base

i: Tasa de crecimiento anual en %

n: Número de años proyectados

7.0 ESTUDIO TÉCNICO

7.1 Tamaño

El tamaño del proyecto ya está definido por el presupuesto del gobierno de Nicaragua, son 16Km de carretera.

7.2 Localización

En la etapa de construcción del presente proyecto, no se necesitará abrir camino ya que este existe, además, considerando las viviendas edificadas en el tramo de estudio, nuestro trabajo consiste primeramente en replantear (redefinir geométricamente) el alineamiento tanto vertical como horizontal que más se adapte al camino existente. Este se encuentra en el tramo del Jícaro-La Mia, en el municipio el Jícaro, departamento de Nueva Segovia.

7.3 Ingeniería de Proyecto

En esta etapa del proyecto se valorará la parte técnica, con los diferentes estudios especializados para que el proyecto una vez se ha ejecutado tenga un correcto funcionamiento y cumpla con las normas existentes.

7.3.1 Parámetros del proceso

Comprende la etapa para la evaluación de la línea definitiva, la cual estará sujeta a las alineaciones verticales, horizontales y la sección de la vía, además de las especificaciones establecidas para la misma. La conformación y aprobación de la red de carreteras y/o vías nacionales lleva la implícita necesidad de que su diseño, construcción, mantenimiento y operación se rija por normas y procedimientos para asegurar su coherencia y uniformidad funcional.

Para obtener las condiciones adecuada en el estudio se tomará en consideración los siguientes aspectos:

- Tipo de área
- Condiciones de terreno (Topografía y geotecnia)
- Volumen de tránsito
- Condiciones ambientales
- Consistencias en vías similares
- Velocidad de diseño

Los criterios básicos a considerarse en el estudio son: conocer las características físicas y mecánicas del subsuelo donde se cimentará la obra, las características topográficas del terreno en estudio, Los anchos y el número de carriles proyectados, depende del tipo y tamaño de los vehículos (composición vehicular), Volúmenes de tránsito, velocidad de diseño y niveles de servicio requeridos. La determinación del ancho del derecho de vía de una carretera y por consiguiente la determinación del ancho óptimo de los componentes de la sección transversal típica es para un período de diseño de 20 años según AASHTO Art. 8.2.1 “Variable de tiempo”, y también por la vida útil del adoquín.

7.3.2 Diseño de espesores de pavimento.

Con la ayuda del TPDA proyectado y las características del suelo de la zona, se determinará los espesores de la estructura de pavimento, adoquín, cama de arena, base, sub-base (si lo amerita), el terreno natural o existente.

7.3.3 Ancho de Carril

La escogencia del ancho de los carriles es una decisión que tiene incidencia determinante en la capacidad de las carreteras. Como parámetro de referencia durante el diseño, se debe tener a la vista la estructura del tránsito proyectado, que a su vez y en la medida de la importancia relativa del tránsito pesado dentro del mismo, hará necesario que la dimensión de cada carril sea habilitada para que los camiones y las combinaciones de vehículos de diseño, con tres metros de ancho de ambos carriles, se puedan inscribir cómodamente dentro de la franja de circulación que les ha sido habilitada.

7.3.4 Distancia de visibilidad en curvas horizontales

Para uso general en el caso de una curva horizontal, la línea de visibilidad es una cuerda de la curva y la distancia de visibilidad de parada aplicable es medida a lo largo de la línea central de la curva del carril interno. Se aplica cuando la longitud de las curvas circulares es mayor que la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de diseño en consideración; en este caso la distancia de visibilidad es mayor que las longitudes de curvas horizontales.

7.3.5 Alineamiento Horizontal y Vertical

El alineamiento horizontal y vertical no debe ser diseñado independientemente. En áreas en desarrollo el alineamiento debe ser diseñado para minimizar molestias a la población. El diseño óptimo será aquel que conjugue la curvatura y la rasante, ofreciendo seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación y apariencia placentera entre los límites de terreno y áreas de recorrido.

7.3.6 Alineamiento Horizontal

Será la proyección sobre un plano horizontal del eje de la sub-corona de la carretera. Los elementos que conforman el alineamiento horizontal son: las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

7.3.7 Rasante

Aquí se designará la posición vertical de la superficie del camino en relación a la superficie del terreno. La localización final de la rasante está afectada por la topografía, así, en terrenos planos la mayor consideración para el establecimiento de la rasante es usualmente el drenaje.

7.3.8 Bombeo

Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre la carretera.

7.3.9 Peralte o sobre elevación

Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas horizontales. Existen valores de la sobre elevación que se consideran como valores máximos, los cuales dependen del tipo de tránsito y de las condiciones climáticas. El peralte máximo evaluado para este estudio es del 6%.

7.3.10 Niveles de Servicio

Al seleccionar el nivel de servicio, que mejor se adecue a la realidad del proyecto que se propone desarrollar y no suponer irrealidades absurdas que, más bien conllevan a errores.

La selección de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones operativas se han desmejorado con respecto a dicho nivel. Como criterio de análisis se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño, debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La AASHTO ha determinado una manera para seleccionar el nivel de servicio de una carretera, en función de su tipología y las características del terreno.

Tabla 1: Nivel de servicio según el tipo de carretera

TIPO DE CARRETERA	Tipo de área y nivel de servicio			
	Rural Plano	Rural ondulado	Rural montañoso	Urbano- suburbano
Autopista especial	B	B	C	C
Troncales	B	B	C	C
Colectoras	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Rural Highways and Streets, 2008

8.0 METODOLOGIA DE EVALUACION SOCIOECONOMICA:

8.1 Procedimientos Técnicos

Para el cumplimiento de la evaluación socioeconómica se realizará un estudio de tipo aplicado y descriptiva, mediante un proyecto donde se evaluará la rentabilidad de un proyecto de adoquinado de 16 km que conecta el empalme la Mia y el jícaro.

El estudio socioeconómico se realizará mediante la identificación, recopilación y análisis de información socioeconómica del área de influencia directa e indirecta del proyecto. Se evaluarán variables como población beneficiada, actividades económicas predominantes, condiciones actuales de accesibilidad, costos de transporte, tiempos de viaje y nivel de desarrollo social. Posteriormente se comparará con la situación actual (sin proyecto) con la población futura (con proyecto) con el fin de estimar los beneficios por la construcción de carretera.

8.2 Herramientas e Instrumentos

Para el desarrollo de estudio se emplearán herramientas como hojas de cálculo en Microsoft Excel para el procedimiento de datos, elaboración de tablas y análisis financiero básico. Asimismo, se utilizarán cuestionarios y fichas de levantamiento de información estadística proveniente de fuentes oficiales.

8.3 Normas y Especificaciones Técnicas

El análisis se realizará tomando como referencia lineamientos metodológicos para estudio de prefactibilidad de proyectos de infraestructura vial, así como criterios de evaluación socioeconómica utilizados en proyecto de inversión pública, considerando indicadores como la relación beneficio-costos y el valor actual neto, cuando aplique.

8.4 Levantamiento de Información

La información socioeconómica será obtenida mediante encuesta dirigidas a la población del área de influencia, entrevistas, observación directa del entorno.

8.5 Procesos de Validación Técnica

La validación de la información se realizará mediante la comparación de los datos obtenidos en campo con fuentes estadísticas oficiales, así como la verificación de la coherencia de los resultados obtenidos durante el procedimiento y análisis de información.

8.6 Estrategias de Análisis de Resultados

Los resultados del estudio socioeconómico serán analizados mediante tablas que permitan visualizar los beneficios sociales y económicos del proyecto.

Para estimar dicha rentabilidad social se recurre al Valor Actual Neto Económico (VANE), se usa una Tasa Social de Descuento (TSD) del 8% para Nicaragua; para que el proyecto sea aceptado el VANE tendrá que ser un valor mayor que 0 y la TIRE será mayor que la TSD. Esta es la misma metodología utilizada en la evaluación económica a precios privados y según lo establecido por el SNIP.

$$VANE = -10 + \sum_{n=1}^n \frac{FCn}{(1+r)^n}$$

$$TIRE = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+r)^n} = 0$$

$$R \frac{C}{B} = \frac{Beneficios}{Costos}$$

Ecuación 5 Relación Beneficios y Costos

El criterio de evaluación socioeconómica de proyectos es tomado de la “teoría del bienestar” si los beneficios de un proyecto pueden compensar a los perdedores del mismo y todavía gozar de un efecto positivo, el proyecto puede considerarse como un aporte al bienestar socioeconómico.

9.0 RESULTADOS:

9.1 Estudio de Mercado

Este estudio tiene como propósito identificar los principales elementos que contribuyen a determinar la demanda de los usuarios de la vía que comunica a las comunidades del Jícaro. El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes. Asimismo, se busca establecer los servicios similares y sustitutos que actualmente se encuentran disponibles en la zona. El análisis permitió comprender con mayor precisión las necesidades de movilidad de la población y las alternativas existentes dentro del entorno local.

9.2 Descripción del mercado en el cual se llevará a cabo el proyecto

El mercado se encuentra delimitado dentro de la categoría de servicios, ya que, a diferencia de los bienes, este tipo de mercado posee una naturaleza intangible y no puede ser producido, sino que se ofrece; en este caso, se proporcionará el servicio relacionado con la infraestructura de transporte. Debido a su ubicación, también puede establecerse que el mercado presenta una característica local y de interés turístico.

9.3 Caracterización del Servicio

La construcción de esta carretera tiene como objetivo enlazar y facilitar la movilidad de la población de las comunidades de El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes, proporcionando mejores condiciones de operación, eficiencia y seguridad. La vía contempla una extensión de 16 kilómetros.

Según los Términos de Referencia establecidos para este proyecto, se seleccionaron las normas de diseño AASHTO y SIECA. Dichas normativas fueron adaptadas a las condiciones geotécnicas propias del área donde se localiza la carretera.

9.4 Periodo de diseño

Para el presente estudio se adoptó un período de diseño de 20 años, considerando que al finalizar este tiempo resulta adecuado realizar actividades de rehabilitación, mejoramiento o ampliación de la vía, con el fin de mantener niveles adecuados de servicio y seguridad en el tramo en estudio.

Esta consideración se fundamenta en lo establecido por el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras (2004), el cual indica:

“En las carreteras regionales se recomienda adoptar un período de proyección de veinte años como la base para el diseño, aunque igualmente se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de diez años”. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras, 2004).

9.5 Diseño geométrico

El diseño geométrico del tramo en estudio se plantea considerando una sección transversal típica de dos carriles de circulación, configuración comúnmente utilizada en carreteras de carácter local o rural. La vía está conformada por dos carriles de rodamiento con un ancho total de 7.00 m, equivalente a 3.50 m por carril, lo que permite garantizar condiciones adecuadas de circulación, seguridad y comodidad para los usuarios.

Adicionalmente, se contemplan cunetas laterales con bordillo, cuya función es conducir y evacuar adecuadamente las aguas superficiales, contribuyendo a la conservación de la estructura vial y a la seguridad del tránsito. En el presente diseño no se consideran elementos complementarios como aceras, debido a que el tramo presenta características predominantemente rurales, con bajo flujo peatonal.

Las dimensiones adoptadas se fundamentan en los criterios establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras (2004), el cual recomienda anchos de carril de aproximadamente 3.50 m para carreteras de dos carriles, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de operación y seguridad vial.

9.6 Velocidad de diseño

Para efectos de diseño, se adoptó una velocidad de 50 km/h, considerando las características funcionales y operativas del tramo. Esta decisión se justifica debido a la presencia frecuente de elementos móviles como peatones, semovientes, ciclistas y transporte no motorizado, los cuales influyen directamente en las condiciones de seguridad vial.

Asimismo, se tomó en cuenta que la velocidad de operación actual del tramo es cercana a 50 km/h, por lo que se consideró adecuado adoptar este valor como velocidad de diseño. Este valor se encuentra dentro del rango recomendado por el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras (2004), el cual establece velocidades entre 40 y 60 km/h para carreteras en condiciones restrictivas.

9.7 Tránsito de diseño

El tránsito característico en la zona está compuesto principalmente por vehículos livianos, con presencia moderada de camiones de carga y unidades de transporte colectivo.

Para el diseño geométrico, se considera como vehículo de diseño aquel cuyas dimensiones y características de operación representan condiciones críticas para el dimensionamiento de la vía.

En este sentido, se adoptan como vehículos de diseño los tipos C-2 y buses, debido a que presentan mayores requerimientos en términos de radio de giro, dimensiones y condiciones de operación, permitiendo garantizar un diseño seguro y funcional para todos los usuarios.

9.8 Análisis de la demanda

9.8.1 Población demandante

Los demandantes son los pobladores de las comunidades de El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes siendo 3,325 habitantes. La mayor necesidad de la población de este sector es tener una carretera en buen estado físico, revestidas mediante una carpeta de rodamiento adecuada que proteja la capa base y con obras de drenaje menor que conduzcan las corrientes de aguas para evitar que se escurran sobre la calzada, permitiéndoles movilización fluida y eficiente, reducción en los tiempos de desplazamiento, incrementar la higiene comunal y el nivel de vida

9.9 Beneficiarios del proyecto

Con este proyecto se pretende beneficiar de manera directa a 3,325 personas que habitan en las comunidades de El Carrizal, Muyuca, San Diego y Las Mercedes. Estas personas son las que perciben los efectos de manera directa.

El proyecto, una vez en funcionamiento, generará los siguientes beneficios para la comunidad:

- Impulso al desarrollo social y comunitario.
- Optimización de las condiciones sanitarias de la población.
- Mejora en la accesibilidad y circulación vehicular.
- Reducción en la incidencia de enfermedades.
- Incremento en las oportunidades y dinamización económica local.

9.9.1 Beneficiarios directos

La proyección de la población al año 2026 se realizó mediante el método de crecimiento geométrico, el cual permite estimar la evolución de la población a lo largo del tiempo considerando una tasa de crecimiento anual constante. Este método es ampliamente utilizado en estudios demográficos y de planificación, debido a su simplicidad y capacidad para representar el crecimiento poblacional en períodos determinados (Münch Galindo, 2012).

La expresión matemática utilizada es la siguiente:

$$P_f = P_0(1 + r)^t$$

Donde:

Pf: Es el número de habitantes proyectado al año 2026.

Po: Es la población conocida en el año de referencia (Censo Nacional 2005)

r: Tasa de crecimiento anual.

t: Es el número de años transcurridos entre el año base y el año proyectado

Se utilizó el método de crecimiento geométrico para la proyección poblacional, aplicando la fórmula de crecimiento exponencial compuesto. Empleando una tasa media anual de crecimiento del 1.5% correspondiente al promedio intercensal nacional de INIDE.

El factor de crecimiento acumulado para 21 años fue de 1.366, resultando en una población estimada total de 3,325 habitantes en el área de estudio. En la siguiente tabla se detallan el número de habitantes correspondiente a las comunidades antes mencionados, que representan los beneficiarios directos del proyecto.

Tabla 2: Comunidades beneficiadas directamente

Comunidad	Cantidad de Habitantes
El Carrizal	216
Valle Muyuca	1,287
San Diego	754
Las Mercedes	1,068
Total	3,325

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (2005)

9.9.2 Beneficiarios indirectos

Estos corresponden a la población urbana del municipio de El Jícaro, estos no están ligados al proyecto de manera directa, son 34,000 habitantes.

9.10 Encuesta a la población

Para el análisis de la demanda fue necesario la aplicación de la fórmula expresada por Munch Galindo en 1996, siendo esta la siguiente expresión:

$$n = \frac{(Z^2 * N * p * q)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * P * q}$$

Ecuación 7 Estimación de muestra

Donde:

n: Número de elementos de la muestra. N: Número de elementos del universo.

P: Proporción-desconocida-de individuos que poseen las características en la población.

Q: 1-P

z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

e = Margen de error permitido.

Cuando el valor de P y de Q no se conozca, o cuando la encuesta se realice sobre diferentes aspectos en los que estos valores pueden ser diferentes, es conveniente tomar el caso más favorable, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para $P = Q = 50\%$, luego, $P = 50\%$ y $Q = 50\%$.

Donde:

Z2: 1.96 es el nivel de confianza, generalmente del 95%.

N: Tamaño de la población o universo en este caso se utilizó el número de habitantes de las zonas beneficiadas del tramo, que en este caso es de 3420.

p y q= 0.5: probabilidades complementarias de 0.5

e: error de estimación aceptable para encuestas en 10% o 0.1 n: tamaño de la muestra.

A continuación, se muestra el cálculo de la población objeto de estudio. Sustituyendo:

$$n = \frac{(1.96)^2(3,325) (0.5) (0.5)}{[(3,325 - 1) * (0.1)^2] + [1.96^2(0.5) (0.5)]} = 94$$

La muestra calculada es de 94 habitantes y es a quienes se les aplicó la encuesta¹, con la finalidad de conocer el nivel de aceptación del proyecto y los posibles aportes de los ciudadanos al proyecto.

9.10.1 Resultado de las encuestas

Las encuestas se realizaron en el tramo en estudio, tratando de distribuir su número entre toda la población: estudiantes de secundaria, amas de casa y personas que viajaban al trabajo.

Tabla 3: Cantidad de personas encuestadas

Sexo	Frecuencia
Masculino	47
Femenino	47
Total	94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Edades de población

Edad	Frecuencia	(%)
18-25	18	19.10%
26-35	22	23.40%
36-45	20	21.30%
46-55	17	18.10%
56-65	10	10.60%
66 o mas	7	7.50%
Total	94	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Opinión sobre el estado actual del tramo

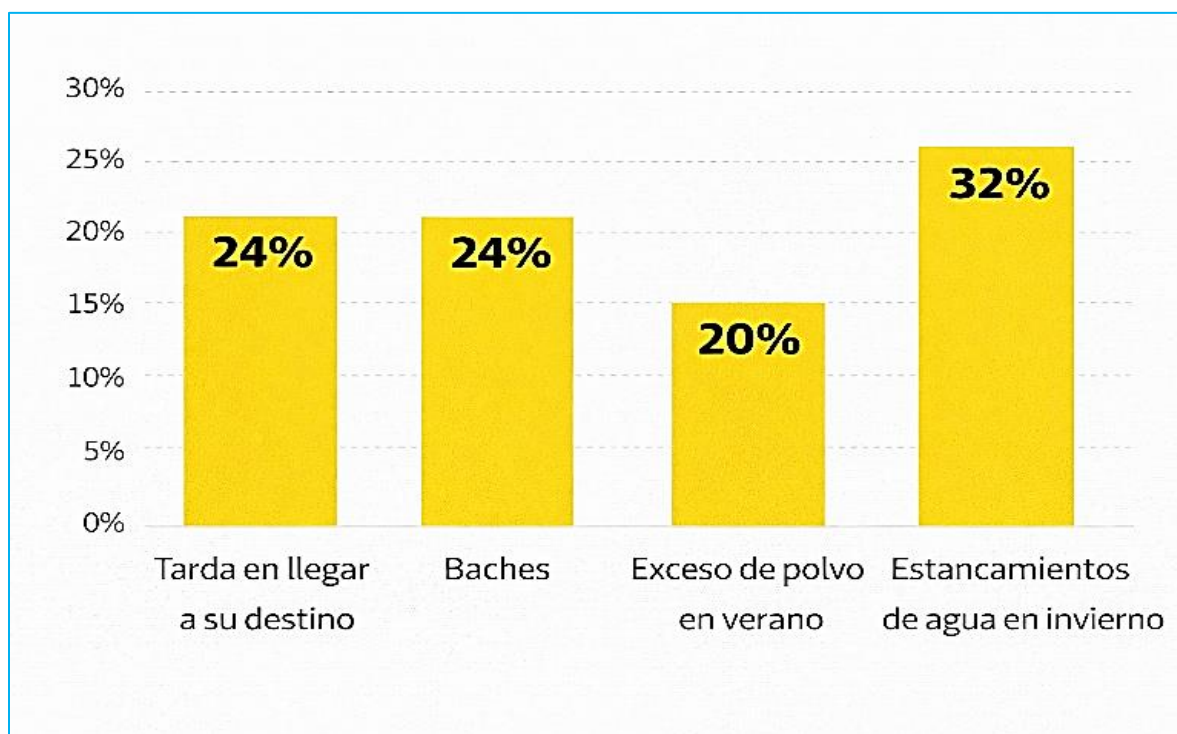
Opinión del estado actual del Tramo	Frecuencia
Buenas condiciones	2
Regulares condiciones	38
Malas condiciones	54
Total	94

Fuente: Elaboración propia

9.11 Problemática debido al mal estado de la vía

A continuación, se muestran los problemas que generan el mal estado de la vía. De el grafico se puede deducir que el 24% de la comunidad en estudio menciona que demoran en llegar a su destino, el 24% comentan que existen demasiados baches, también el 20% de los mismos remarcando el hecho de que la vía presenta estancamiento de agua en épocas de invierno y el 32% dijo que en esta vía existe mucha proliferación de polvo en épocas de verano.

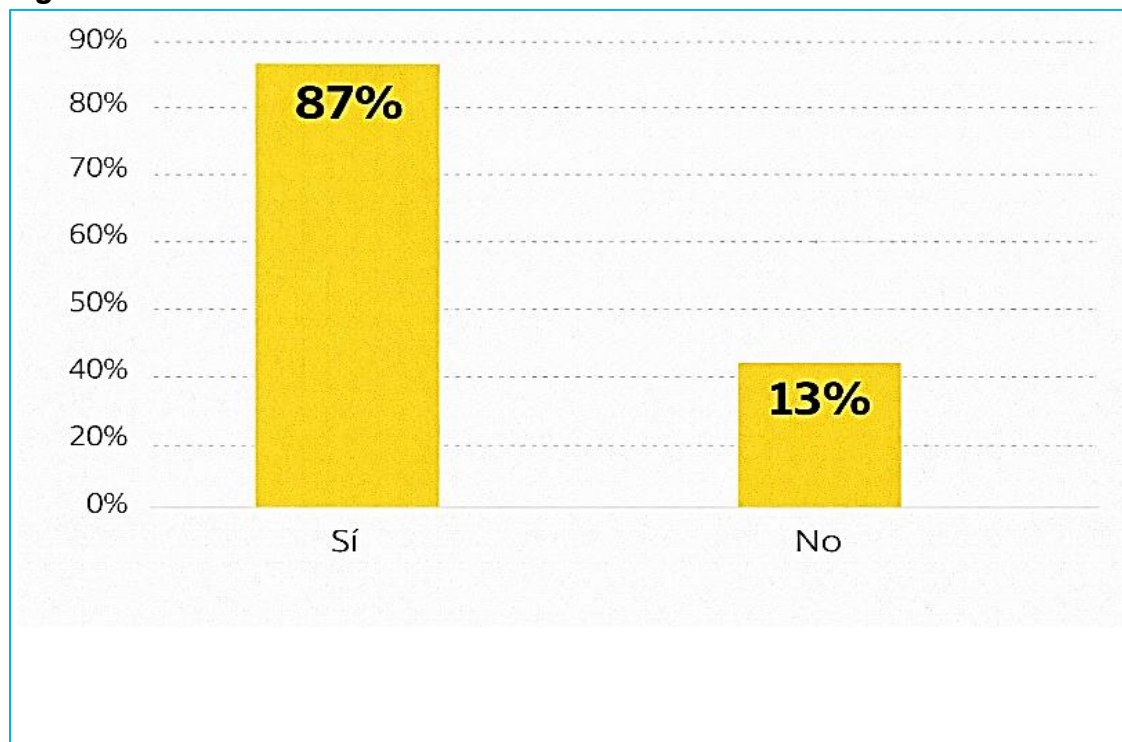
Figura 1: Inconvenientes que produce el mal estado de la vía



Fuente: Elaboración propia

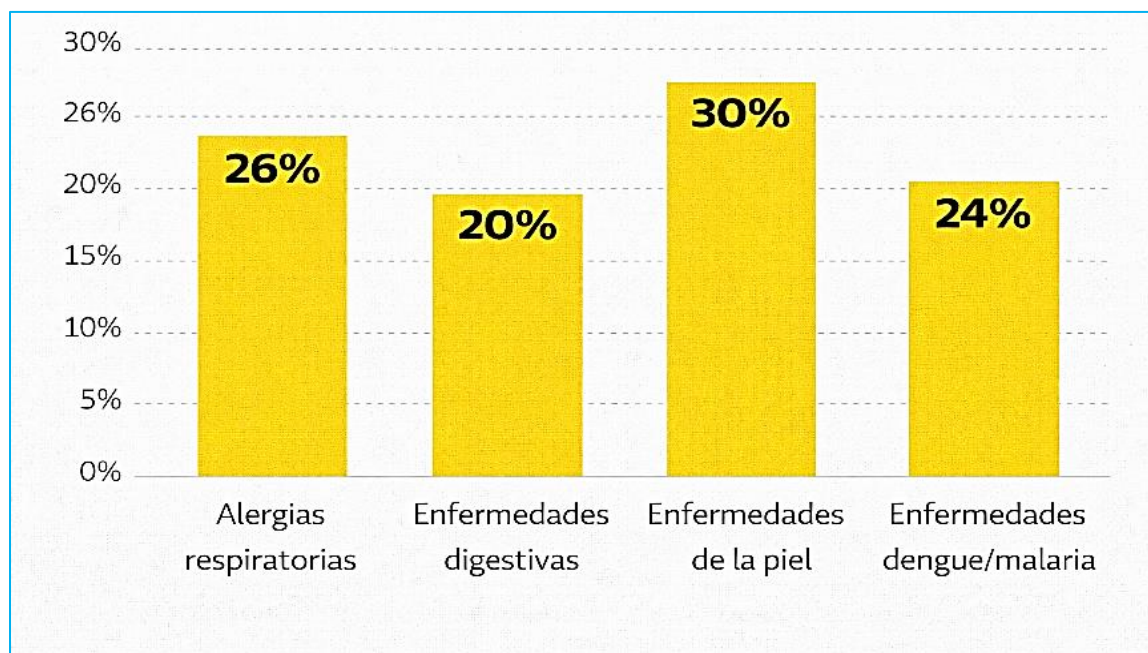
9.12 Afectaciones por enfermedades

Figura 2: El mal estado de la carretera aumenta las enfermedades



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Enfermedades producidas por el mal estado de la carretera



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos anteriores están directamente relacionados. Obteniendo como resultado un 87% de los encuestados opina que el mal estado de la vía si ocasiona enfermedades siendo el mayor consecuente con un 30% las enfermedades de la piel, un 20% enfermedades digestivas, las alergias respiratorias con 26% y el 24% de la población enfermedades dengue/malaria.

9.13 Usuarios del proyecto

Los usuarios del proyecto son los vehículos de carga y pasajeros, que tienen un origen y un destino y que transitan por el tramo en estudio, estos son los principales demandantes del proyecto. Para el análisis de la demanda fue necesario realizar un conteo vehicular, para obtener la composición del tipo de vehículo que circula y el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) de la zona.

9.14 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Los levantamientos se realizaron durante tres días con conteos de 12 horas de 06:00 am a 06:00 pm, de resultados del conteo vehicular lunes a miércoles, en anexos se adjuntó los aforos vehiculares. En la siguiente tabla se presentan los resultados del tramo El Jícaro-Empalme La Mia.

Tabla 6: Transito promedio actual

El Jicaro-Empalme La Mia	Vehículos Livianos				Vehículos de Pasajeros			Vehículos de Carga			Equipo Pesado	Total
Días	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Bus	Mb>15P	C2 Liv	C2>5ton	C3	VA	
Lunes 09/02/2026	329	30	5	60	4	8	0	7	9	5	0	457
Martes 10/02/2026	254	32	9	21	4	7	0	13	8	7	0	355
Miércoles 11/02/2026	273	24	7	35	3	7	0	14	10	4	0	377
TPDi 12h	286	29	7	39	4	7	0	12	9	6		399
Porcentaje Vehicular	71.68%	7.27%	1.75%	9.77%	1.02%	1.75%	-	3.01%	2.26%	1.50%	-	100%
	90.48%				9.52%							100%
	Porcentaje de Vehículos Livianos				Porcentaje de Vehículos Pesados							

Fuente. Elaboración propia

Se realizó el cálculo del Tránsito Promedio Diario (TPD) mediante la sumatoria de los volúmenes vehiculares registrados en cada uno de los días de aforo, dividiendo posteriormente dicho total entre el número de días evaluados. Como resultado, se obtuvo un tránsito promedio diario de 399 vehículos por día.

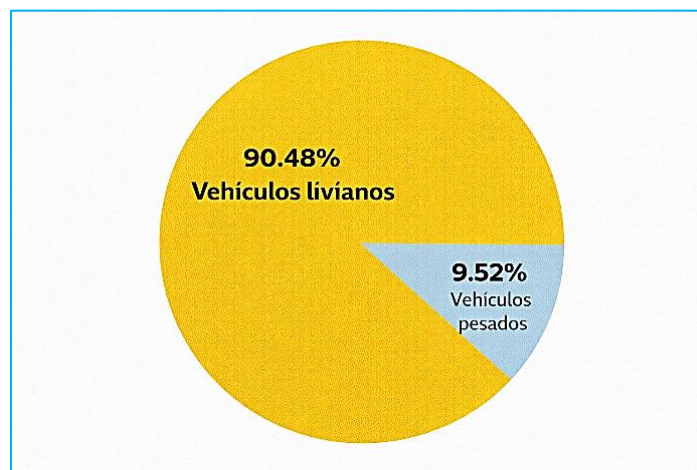
El análisis comparativo de los volúmenes diarios indica que el día lunes presentó el mayor flujo vehicular, con un total de 329 vehículos, mientras que el día martes registró el menor volumen, con 254 vehículos. En cuanto a la composición vehicular, se determinó que las motocicletas constituyen la categoría predominante, representando el 71.68% del tránsito total, lo que evidencia una alta participación de este tipo de vehículo en la vía analizada.

9.14.1 Clasificación Vehicular

Con base en el Tránsito Promedio Diario (TPDi = 399 veh/día) obtenido del aforo realizado durante tres días consecutivos, se procedió a determinar la distribución porcentual del tránsito vehicular, clasificándolo en vehículos livianos y vehículos pesados.

Los resultados indican que los vehículos livianos representan el 90.48% del volumen total registrado, mientras que los vehículos pesados constituyen el 9.52% del tránsito total. Esta composición permite caracterizar preliminarmente el comportamiento del flujo vehicular en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía, evidenciando un predominio de tránsito liviano.

Figura 4: Distribución porcentual de vehículos livianos y pesado del tramo El Jícaro – Empalme La Mía



Fuente: Elaboración propia.

9.14.2 Estación de Mayor Cobertura

La estación de mayor cobertura San Marcos-Masatepe (EMC 1802), contiene la estación El Jícaro-Empalme La Mía. Presenta una composición vehicular semejante a la obtenida en el aforo realizado en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía. Esta similitud se evidencia principalmente en el predominio de vehículos livianos y en la baja participación relativa de vehículos pesados. Se refleja un comportamiento de tránsito comparable en ambas estaciones y similar en términos de distribución porcentual por tipo de vehículo. Por esta similitud es permitido utilizar esta estación la elección esta respaldada

Por lo que la estación EMC-1802 fue utilizada como referencia para la obtención de los factores de ajuste debido a que el Anuario de Aforos establece que las estaciones de mayor cobertura proporcionan factores representativos para estimar el TPDA a partir de conteos de corta duración. La selección se realizó considerando la similitud en la composición vehicular observada en el aforo realizado en el tramo El Jícaro – Empalme La Mía.

Tabla 7: Dependencia de Estaciones

**DEPENDENCIA DE ESTACIONES
2020**

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
1802 San Marcos - Masatepe	NN-19	8303	ECS	La Mia - El Jicaro
	NN-20	5503	ECS	Sabana Larga - Valle Siapalí
	NN-22	2906	ECD	Jalapa - Monte Frio
	NN-23	2905	ECS	Jalapa - El Escambray
	NN-24	5105	ECD	Palacaguina - Santa Rosa
	NN-25	5106	ECS	Palacaguina - Río Grande - La Plazuela
	NN-26	5107	ECS	Palacaguina - Los Lirios
	NN-30	5103	ECS	San Juan del Rio Coco - Emp. Las Cruces (Las Vueltas)
	NN-33	5108	ECS	Montecristo - Patio Grande - Quilalí
	NN-35	7501	ECS	Condega - El Peñasco
	NN-37	3509	ECS	Escuela Agricultura -Escuela Miraflores
	NN-38	3206	ECS	Emp. EL Regadío - El Regadío

Fuente: Anuario de Aforos de Trafico 2020

9.14.3 Aplicación de Factores de Ajustes Para la Estimación del TPDA

Se emplearon los factores de ajuste correspondientes a la estación de mayor cobertura 1802, correspondientes al primer cuatrimestre del año, de enero-abril.

Tabla 8: Factores de ajuste

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx- Sx<=4	Tx- Sx=>5	Cx- Rx=<4	Cx- Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,34	1,29	1,18	1,25	1,23	1,14	1,38	1,15	1,20	1,21	1,00	1,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor Semana	0,95	0,96	1,00	0,97	0,92	0,93	0,89	0,91	0,83	0,86	1,00	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89
Factor Fin de Semana	1,15	1,11	0,99	1,08	1,30	1,22	1,44	1,33	2,07	1,68	1,00	1,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,48
Factor Expansión a TPDA	1,15	1,15	1,35	1,13	1,20	1,23	1,16	1,15	1,04	1,27	1,00	1,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,88

Fuente: Anuario de Aforos de Trafico 2020.

9.14.4 Cálculo del TPDA

Para la estimación del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) se emplearon factores de ajuste que permiten considerar las variaciones del tránsito vehicular durante el año. En el presente estudio se utilizaron los factores correspondientes a la estación de mayor cobertura 1802 (San Marcos – Masatepe), los cuales proporcionan una referencia representativa del comportamiento del tránsito. A continuación, se presenta la fórmula utilizada para el cálculo del TPDA, la cual fue tomada del Anuario de Aforos.

$$TPDA = TPDi_{12H} * Fdia * Fsemana * Fexpansion$$

Ecuación 8. cálculo del TPDA

Donde:

TPDi12H: Trafico Promedio Diurno 12H

Fdia: Factor Dia

Fsemana: Factor Semana

Fexpansión: Factor Expansión

Tabla 9: Cálculo del TPDA

El Jicaro-Empalme La Mia (AMBOS SENTIDOS)	Vehículos Livianos				Vehículos de Pasajeros			Vehículos de Carga			Equipo Pesado	Total
Días	Motos	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Bus	Mb>15P	C2 Liv	C2>5ton	C3	VA	
TPDI	286	29	7	39	4	7	-	12	9	6	0	399
F.Dia	1.34	1.29	1.18	1.25	1.23	1.38		1.15	1.2	1.21	0	
F.Semana	0.95	0.96	1	0.97	0.92	0.89		0.91	0.83	0.86	0	
F.Expansión	1.15	1.15	1.35	1.13	1.2	1.16		1.15	1.04	1.27		
TPDA	419	42	12	54	6	10	0	15	10	8	0	576
%	91.49%				8.51%							100%
	Porcentaje de Vehículos Livianos				Porcentaje de Vehículos Pesados							

Fuente: Elaboración propia

Dando como resultado que el TPDA calculado para el tramo El Empalme El Jícaro es de 576 vehículos por día.

9.14.5 Proyección de Trafico Futuro

La proyección del tráfico futuro permite estimar el comportamiento de la demanda vehicular durante el período de análisis del proyecto. Este proceso es fundamental para evaluar la evolución del tránsito en el tiempo y determinar la necesidad de mejoras en la infraestructura vial.

9.14.6 Crecimiento Vehicular

El crecimiento vehicular representa el incremento progresivo del número de vehículos que circulan por una vía a lo largo del tiempo. Este crecimiento está influenciado por diversos factores, entre los que destacan el desarrollo económico, el crecimiento poblacional y la expansión de las actividades productivas en la zona de influencia del proyecto.

Tabla 10: Registros históricos TPDA

AÑO	TPDA ECS 8303	DIF. DE AÑOS	TCA
1999	103		
2002	121	3	5.50%
2006	201	4	13.50%
2009	215	3	2.30%
2015	229	6	1.10%
2020	317	5	6.70%
PROMEDIO			5.80%

Fuente Anuario de aforos de tráfico 2020

De acuerdo con los datos históricos, el TPDA pasó de 103 vehículos por día en 1999 a 317 vehículos por día en 2020, lo que evidencia un incremento significativo del volumen de tránsito en la vía a lo largo del tiempo. Durante los diferentes intervalos analizados se registraron variaciones en la tasa de crecimiento anual del tránsito (TCA), destacándose el periodo 2002–2006, donde se presentó el mayor crecimiento con 13.5 %, mientras que en el periodo 2009–2015 se registró el menor crecimiento con 1.1 %.

En términos generales, el análisis de los datos históricos permitió determinar una tasa de crecimiento promedio del 5.8 %, lo cual refleja una tendencia creciente en la demanda vehicular del tramo.

9.15 PIB Nacional

El Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador económico que mide el valor total de los bienes y servicios producidos en un país durante un período determinado. Este indicador permite analizar el comportamiento y crecimiento de la economía.

En estudios de tránsito, el PIB se utiliza como referencia para analizar la tendencia del crecimiento vehicular, debido a que el desarrollo económico influye en el incremento de la movilidad.

Para el presente estudio se tomaron como referencia los datos del crecimiento del PIB publicados en los últimos años por el Banco Central de Nicaragua, con el propósito de relacionar el crecimiento económico con la proyección del tránsito futuro en el tramo en estudio.

Tabla 11: Tasas Producto Interno Bruto

Año	PIB (%)
2015	4.8%
2016	4.6%
2017	4.6%
2018	-3.4%
2019	-2.9%
2020	-2.2%
2021	10.5%
2022	3.60%
2023	4.40%
2024	3.60%
Promedio	2.96%

Fuente: Banco Central de Nicaragua

El resultado promediado es de 2.96 % $\approx$ 3 %, lo cual coincide con el crecimiento económico reciente de Nicaragua, y sirve para justificar el crecimiento de la demanda vehicular en el análisis de proyección de tránsito.

9.16 Transito Proyectado para el 2046

Para realizar la proyección del tránsito a 20 años, se utiliza el modelo de crecimiento geométrico, el cual permite estimar el incremento del volumen vehicular a lo largo del tiempo considerando una tasa de crecimiento anual constante, tomando en cuenta el TPDA actual 2026. La expresión utilizada es:

$$TPDA_f = TPDA_o(1 + i)^n$$

Ecuación 9. Transito proyectado

Donde:

TPDA_f: Transito proyectado

TPDA_o: Transito promedio anual del año base

i: Tasa de crecimiento anual en %

n: Número de años proyectados

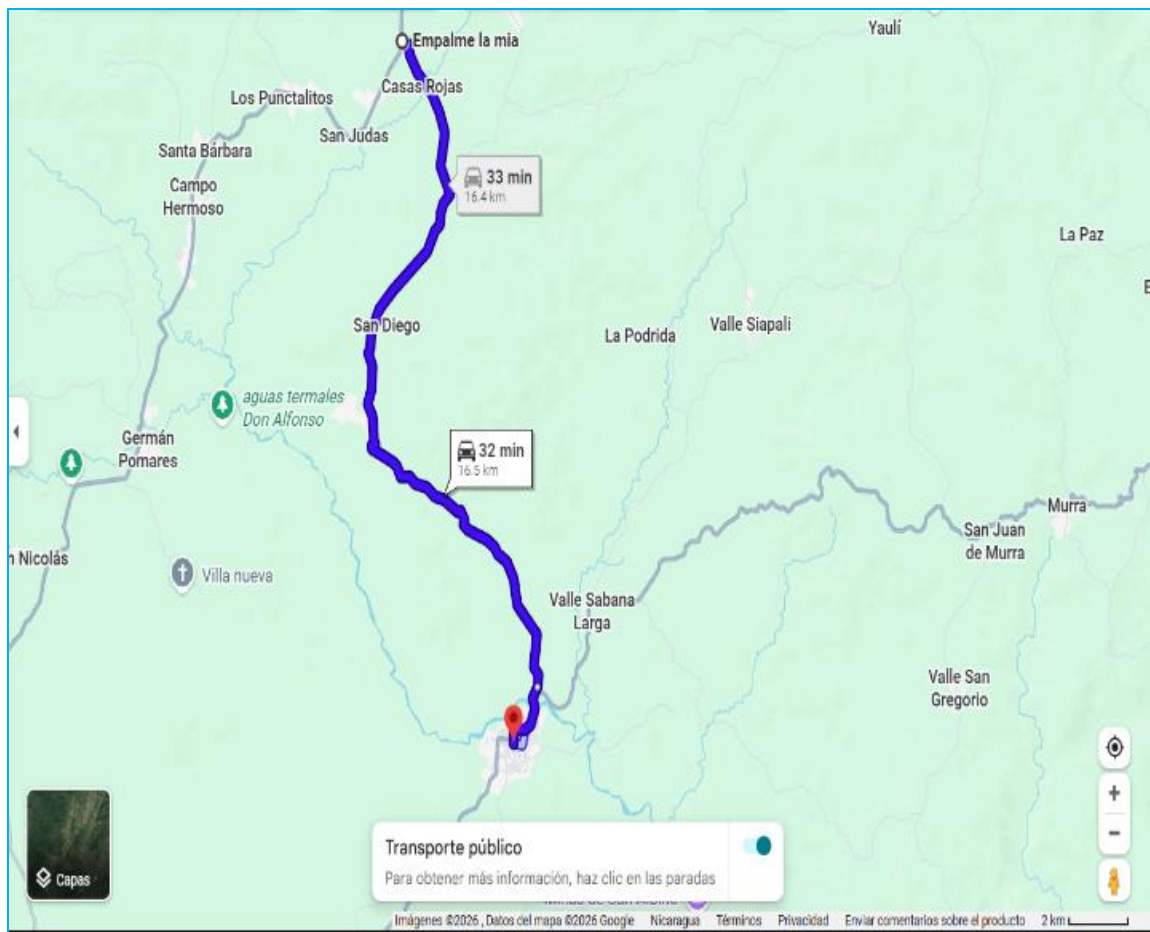
Sustituyendo:

$$TPDA_f = 576(1 + 5.8\%)^{20} = 1779 \text{ veh/dia}$$

De acuerdo con la proyección realizada mediante el modelo de crecimiento geométrico, tomando como año base el 2026 con un TPDA de 576 vehículos por día y considerando una tasa de crecimiento anual del 5.8 % durante un período de diseño de 20 años, se obtuvo un TPDA proyectado de aproximadamente 1779 vehículos por día para el año 2046.

Este resultado indica que el volumen de tránsito en el tramo en estudio presentará un incremento significativo a lo largo del período de análisis, evidenciando un aumento considerable en la demanda vehicular futura. Por lo tanto, estos valores constituyen una base importante para la planificación y evaluación de las condiciones de la vía, permitiendo considerar las necesidades de mejoramiento y adecuación de la infraestructura vial en el horizonte de diseño establecido.

Figura 5: Volumen de transito



Fuente: Google maps

10.0 Estudio Técnico

10.1 Tamaño y localización del Proyecto

En la imagen, se muestra tanto el tamaño como también la localización del proyecto.

10.2 Estudio Topográfico

Con respecto al levantamiento topográfico realizado en el tramo de carretera de El Jícaro-La Mía, el listado de puntos presentados corresponden a toda la geometría vial, secciones transversales cada 10 metros, cercos o linderos, postes de energía, postes de telefonía, arboles, rótulos, obras de drenaje pluvial, construcciones existentes, levantamiento de 100 metros aguas arriba y 100 metros de aguas abajo de secciones transversales en afluentes (aquí mismo se detallan los bordes, pie, centro, nivel de aguas máxima observado) y la colocación de cuatro puntos GPS.

Todo el levantamiento físico realizado en campo ha sido registrado mediante fichas o formatos de levantamiento, las que posteriormente fueron digitalizadas. De acuerdo al levantamiento topográfico realizado se puede concluir lo siguiente: Se ha ejecutado el levantamiento topográfico de 6.00 Km de carretera en el tramo Jícaro – La Mía. Para ello se tomaron como puntos de control las coordenadas del GPS 01 hasta el GPS 04; esto permitió obtener mayor precisión en el levantamiento de la infraestructura vial circundante, en el detallado de cada una de las construcciones existentes, sistema de drenaje pluvial, viviendas, postes de energía, etc. Todo el levantamiento realizado en campo fue la base para el procesamiento en gabinete de la altimetría y planimetría del terreno.

- A partir del modelo tridimensional realizado y el recorrido efectuado por el terreno, se puede afirmar que la topografía del sitio es plana, con pendientes que oscilan en promedio en 0.54% y 18.45%.
- En el área definida, se identificaron todos los accidentes geomorfológicos como zonas de inundación y así realizar las debidas consideraciones en la etapa de diseño de este cuando se vaya a ejecutar.
- La colocación de los puntos GPS ha sido avalado por el INETER, los que previamente fueron enlazados con la red geodésica nacional, utilizando el banco maestro de referencia (MANA), localizado en Managua, Nicaragua.

10.3 Procedimiento de diseño de pavimento

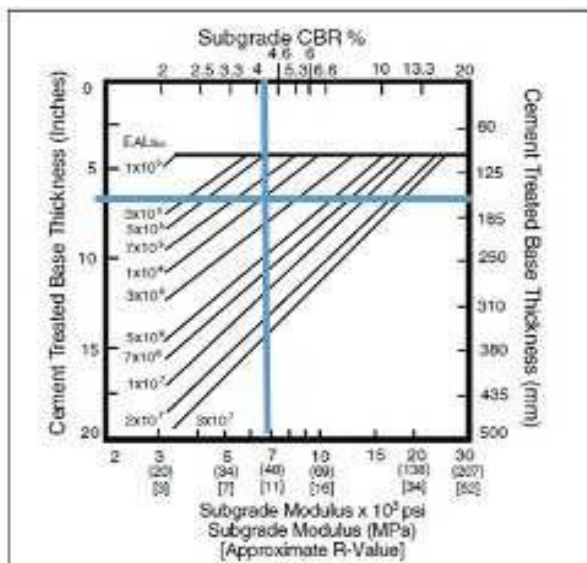
- Tipo de calle: Calle secundaria.
- Periodo de diseño: 20 años

Tabla 12: Condiciones de drenaje y porcentaje de saturación

Calidad de Drenaje	Niveles de Humedad aproximándose a la saturación			
	<1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	3	3	3	2
Bueno	3	3	2	2
Regular	3	2	2	1
Pobre	2	2	1	1
Muy Pobre	2	1	1	1

Fuente: AASHTO (1993), Guide for design of pavement structures.

Figura 6: Determinación del módulo resiliente de la subrasante



<u>T_{min-base}</u> :	150.00mm
Se propone 30.0 cm para fin de evaluar los resultados.	
<u>Mr</u> :	7000.00psi

Fuente: AASHTO 93

10.4 Ingeniería desarrollada del Proyecto

El actual componente se enmarca en la descripción del diseño seleccionado para la pavimentación con adoquín del camino El Jícaro-La Mía el tramo inicia en la salida oeste del poblado de Jícaro donde se intercepta con la carretera Nic-55, luego se dirige hacia el norte 5 km hacia el poblado de La Mía que es también conocido como San Judas donde se intercepta con la Nic-29, carretera entre Ocotil – Jalapa con el KM 282+230.

Figura 7: Sección típica propuesta para el sitio



Fuente: google.

Figura 8: Sección típica en la sección urbana



Fuente: google.

11.0 ESTUDIO SOCIOECONOMICO PARA ESTIPULAR LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO:

En este acápite se incluye la estimación de costos de construcción y de mantenimiento de las obras del adoquinado de 16 kilómetros (kms) de carretera en la zona rural del municipio del jícaro, departamento de Nueva Segovia.

Para la evaluación socioeconómica del proyecto, se utiliza un análisis de beneficio-costos. El análisis beneficio-costos tiene el fin de determinar la rentabilidad social del proyecto, a partir de la comparación de los beneficios sociales y costos sociales del proyecto, una vez identificados, medidos y valorados los beneficios y costos, se organizan en un flujo donde se calcula el VANE (Valor Actual Neto Económico), TIRE (Tasa Interna de Retorno Económica) y Relación Beneficio/Costo.

11.1 INVERSION DE PROYECTO

En la estimación de la inversión se contemplan los activos fijos en este caso la construcción de las obras.

11.2 PRESUPUESTO

Se muestran los conceptos y volúmenes de obra que se estimaron en el proyecto tomando en consideración un ancho de rodamiento de las calles de 16 km.

11.2.1 COSTOS DIRECTOS

La parte fundamental para la determinación del estimado de costo de construcción radicó en la estrategia y criterio técnico que en el aspecto constructivo se aplicó para establecer los costos unitarios (directos) y los costos indirectos, que a partir de la afectación de éstos sobre los costos unitarios directos, se establecieron los precios unitarios de venta.

Tabla 13: Costos directos

CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
TRABAJOS POR ADMINISTRACION				
TRABAJOS POR ADMINISTRACION	Glb	1	1,950,400	1,950,400
MOVIMIENTO DE TIERRA				46,894,344
Movilización	Glb	1	895,000	895,000
Abra y Destronque	Ha	8.24	293,100	2,415,144
Excavación en la Vía	M³	79,500	200	15,900,000
Préstamo no Clasificado	M³	92,900	148	13,749,200
Construcción de Terraplenes	M³	92,900	150	13,935,000
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				142,015,200
Capa Base Agregados Tratados con Cemento Graduación D	M³	25,310	1,250	31,637,500
Pavimento de adoquines de concreto	M²	145,290	550	79,909,500
Bordillo de concreto de cemento portland de 400 mm de altura	M	40,400	490	19,796,000
Cuña de bordillo con revestimiento de cauces tipo VII, espesor de 12 cm	M²	32,340	330	10,672,200

CONCEPTO DE OBRA (CONTINUACION)	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
DRENAJE MENOR				25,995,385
Excavación para estructuras	M³	13,440	96	1,290,240
Relleno para cimientos (suelo cemento)	M³	1,430	1,800	2,574,000
Acero de refuerzo grado 60	kg	207,560	55	11,415,800
Mampostería de piedra bruta con mortero arena-cemento	M³	1,880	2,890	5,433,200
Tubería C.R de 107 cms de diámetro, clase II	M	410	5,500	2,255,000
Tubería C.R de 183 cms de diámetro, clase II	M	79	13,050	1,030,950
Material de relleno de alcantaria	M³	1217	210	255,570
Zampeado con mortero clase 1	M³	175	2,815	492,625
Revestimiento de cause tipo VII, espesor de 15 cm	M	1,920	650	1,248,000

CONCEPTO DE OBRA (CONTINUACION)	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
SEÑALIZACION				2,963,775
Postes delineadores	C/U	120	2,780	333,600
Señales, tablero de 100 cms x 30 cms, laminado tipo II	C/U	17	2,073	35,241
Señales, tablero de 61 cms x 61 cms, laminado tipo II	C/U	50	2,610	130,500
señales, tablero de 75 cms x 60 cms, laminado tipo II	C/U	14	3,320	46,480
señales, tablero de 120 cms x 60 cms, laminado tipo II	C/U	9	5,060	45,540
señales, tablero de 240 cms x 40 cms, laminado tipo II	C/U	10	6,610	66,100
Señales, tablero de 46 cms x 71 cms, laminado tipo II	C/U	35	2,610	91,350
Señales, tablero de 240 cms x 91 cms, laminado tipo II	C/U	24	14,530	348,720
Marcas de pavimento tipo c	M	14,530	64	929,920
Marcas de pavimento tipo c	M²	380	185	70,300
Postes guías (fantasma)	C/U	120	700	84,000
Abra y Destronque	Ha	8.24	93,100	767,144
Postes de kilometraje	C/U	16	930	14,880

CONCEPTO DE OBRA (CONTINUACION)	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$
OBRAS AMBIENTALES				
Caseta de parada de buses	C/U	12	165,950	1,991,400
SUB TOTAL SIN IMPUESTOS				221,810,504

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se presentan los estimados de los costos directos de construcción del proyecto, en el cual resulta un monto de C\$221,810,504.00 córdobas sin afectaciones por el IVA.

11.2.2 COSTOS INDIRECTOS

Para calcular los costos indirectos se elaboró una tabla de cálculo que se presenta a continuación:

Tabla 14: Costos indirectos

DESCRIPCION	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
GASTOS GENERALES						3,896,266.6
Gastos de oferta						
Planos y especificaciones	GLB		1	10,000	10,000	
Documentos adicionales	GLB		1	5,000	5,000	
Elaboración de take off	GLB		1	12,000	12,000	
Elaboración de presupuesto	GLB		1	12,000	12,000	
Papelería y útiles de oficina	GLB		1	3,500	3,500	
Fotocopia			1,300	1	1,300	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
protocolización del contrato	GLB		1	10,000	10,000	
FINANZAS		%				3,813,600
Valor de contrato sin impuesto			221810504			
2	GLB	0.03	10215000	0.015	153,225	
Cumplimiento	GLB	0.1	34050000	0.02	681,000	
Fianza de adelanto	GLB	0.2	68100000	0.03	2,043,000	
Fianza vicios ocultos	GLB	0.05	17025000	0.015	255,375	
Fianza de pago	GLB	0.1	34050000	0.02	681,000	
SEGUROS						28,866.6
Contra todo riesgo			360590	0.03	10,817.7	
Responsabilidad			145780	0.03	4,373.4	
Accidentes de trabajo			115350	0.03	3,460.5	
Daños a la obra			340500	0.03	1,0215	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
GASTOS DE OPERACIÓN						16,959,344
HERRAMIENTAS						
Herramientas p/estruc de conc	Mes	12	1	2,500	30,000	
Palas, piochas, barras, barras de uña	Mes	12	1	2,500	30,000	
Cinceles, piquetas, mazos puyas	Mes	12	1	2,500	30,000	
Carretillas, barriles	Mes	12	1	2,500	30,000	
Andamio	Mes	12	2	3,000	72,000	
EQUIPO LIVIANO						15,651,620
Mescladora	Mes	12	8	37,260	3,576,960	
vibrador de gasolina	Mes	12	8	19,470	1,869,120	
Vibro compactadora manual	Mes	12	8	19,500	1,872,000	
Planta eléctrica	Mes	12	6	35,050	2,523,600	
Vibrador eléctrico	Mes	12	6	19,470	1,401,840	
Cortadora de hierro	Mes	12	4	12,500	12,500	
Camionetas	Mes	12	2	66,600	1,598,400	
Camioncito	Mes	12	2	66,600	1,598,400	
Camiones	Mes	12	1	99,900	1,198,800	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES						1,115,724
Mezcladora	Mes	12	3	10,257	369,252	
Vibrador de gasolina	Mes	12	2	5,128	123,072	
Vibro compactadora manual	Mes	12	2	10,257	246,168	
Planta eléctrica	Mes	12	2	10,257	246,168	
Camioneta	Mes	12	2	5,461	131,064	
GASTOS INICIALES						340,600
Construcciones provisionales	M²		90	1,920	172,800	
Rótulos del proyecto	C/U	1	2	18,500	37,000	
Equipos de oficina de campo	C/U					
Camas y colchones	C/U	1	60	400	24,000	
Servicios sanitarios	GLB	1	6	5,250	31,500	
SERVICIOS PUBLICOS						49,900
Conexión agua potable	GLB	1	2	1,500	3,000	
Consumo de agua	Mes	12	2	450	10,800	
Conexión eléctrica provisional	GLB	1	1	2,500	2,500	
Consumo de energía	Mes	12	2	1,200	28,800	
Comunicación	GLB	6	1	800	4,800	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
BOTIQUIN DE CAMPO						25,400
Inicial	C/U	2	2	1,250	5,000	
Reposición	C/U	6	4	850	20,400	
PAPELERIA DE CAMPO						30,000
PAPELERIA DE CAMPO	Mes	12	1	2,500	30,000	
Planos de construcción	JGO					
SALARIO ADMON DE CAMPO						3,132,000
Ingeniero residente	Mes	12	1	40,000	480,000	
Ingeniero asistente calculista	Mes	12	1	28,000	336,000	
Maestro de obras	Mes	12	2	18,000	432,000	
Fiscal	Mes	12	1	14,000	168,000	
Bodeguero	Mes	12	1	7,000	84,000	
Conductor	Mes	12	2	15,000	360,000	
Vigilante nocturno	Mes	12	1	8,000	96,000	
Vigilante diurno	Mes	12	1	8,000	96,000	
Vigilante fin de semana	Mes	12	1	8,000	96,000	
mecánico	Mes	12	1	12,000	144,000	
Electricista	Mes	12	1	15,000	180,000	
Llantero	Mes	12	1	10,000	120,000	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
SERVICIOS PROFESSIONALES						2,067,800
Pruebas de compactación	C/U	1	220	500	110,000	
Pruebas de concreto	C/U	1	190	450	85,500	
Pruebas de acero	C/U	1	5	540	2,700	
Laboratorios de suelo	Mes	12	1	62,300	747,600	
Topografía	Mes	12	1	93,500	1,122,000	
VIATICOS Y TRANSP. PERS.						2,549,160
HOSPEDAJE						
Alquiler de casa	Mes	12	1	6,660	79,920	
Consumo de agua (casa)	Mes	12	1	450	5,400	
Consumo de elec (casa)	Mes	12	1	520	6,240	
Ing. Residente	Mes	12	2	6,000	144,000	
Maestro de obras	Mes	12	2	4,500	108,000	
Bodeguero/fiscal	Mes	12	2	4,500	108,000	
Armadores	Mes	12	2	4,500	108,000	
Albañiles	Mes	12	2	4,500	108,000	
Carpintero	Mes	12	2	4,500	108,000	
mecánico	Mes	12	1	4,500	54,000	
Electricista	Mes	12	1	4,500	54,000	
Llantero	Mes	12	1	4,500	54,000	
Conductor	Mes	12	1	4,500	54,000	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
Operadores de equipo	Mes	12	20	4,500	1,080,000	
Ayudantes	Mes	12	6	4,500	324,000	
Pagadores	Mes	12	1	4,500	54,000	
PASAJES						99,600
Ing. Residente	Mes	12	1	300	3,600	
Maestro de obras	Mes	12	1	300	3,600	
Bodeguero/fiscal	Mes	12	1	300	3,600	
Armadores	Mes	12	3	300	10,800	
Albañiles	Mes	12	4	300	14,400	
Carpinteros	Mes	12	2	300	7,200	
Fontaneros	Mes	12	2	300	7,200	
Electricista	Mes	12	3	300	10,800	
Soldadores	Mes	12	3	300	10,800	
Choferes	Mes	12	2	300	7,200	
Ayudantes	Mes	12	4	300	14,400	
Pagadores	Mes	12	1	300	3,600	
Camión	VIAJE	12	1	200	2,400	

DESCRIPCION (CONTINUACION)	UNIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO C\$	COSTO TOTAL C\$	COSTO TOTAL RUBRO C\$
SEÑALAMIENTO PREVENTIVO						
IMPREVISTOS						441,400
Errores de diseño y/o construcción	GLB					
Rótulos de señalización de tránsito	C/U		30	9,500	285,000	
Desvíos	MI		400	250	100,000	
Riego en acceso a bancos	HRS		120	220	26,400	
Movilización y desmovilización	GLB		1	30,000	30,000	
TOTAL						49,085,557.2

Fuente: elaboración propia

11.2.3 COSTOS TOTALES

Tabla 15: Costos totales

DESCRIPCION	COSTO C\$
Costos directos	221,810,504
Costos indirectos	49,085,557.2
Gastos administrativos	21,671,684.9
Costo total	292,567,746.1

Fuente: elaboración propia

Para la obtención de los gastos administrativos se aplicó un porcentaje del 8% de la sumatoria total de los costos totales directos e indirectos. Obteniendo un costo total del proyecto de C\$292,567,746.1

11.2.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO

En base a la estrategia de mantenimiento definida para cada una de las alternativas de construcción y además de definir un esquema de mantenimiento para la opción con proyecto, se procedió a elaborar los costos de mantenimiento. A continuación, se presenta cuadro con detalles de costos de mantenimiento para cada periodo.

Tabla 16: Costos de mantenimiento

TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL C\$
Movilización	438,500
Limpieza de alcantarillas y cajas	50,000
Limpieza de cunetas	15,000
Reforzamiento de cuña	604,500
Reparación de bordillos	92,000
Totales	1,200,000
Aplicar cada tres año	
Reparación área de adoquinado	6,045,400
Reparación de mampostería	1,105,000
Reparación de cuneta	960,000
Reposición de base	2,140,000
Reposición de caliche de adoquinado	2,250,300
Totales	12,500,700
Reparación Mayor a los 10 años	
Capa de base agregados tratados con cemento, Graduación D	5,250,000
TOTALES	5,250,000

Fuente: elaboración propia

11.2.5 INVERSION DIFERIDA

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se inicie, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto correspondientes a un 4 % de los costos totales (C\$292,567,746.1) córdobas que incluye los costos directos, costos indirectos y gastos administrativos, que es un porcentaje recomendado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Tabla 17: Inversión diferida

DESCRIPCION	COSTO EN C\$
Formulación del proyecto	11,702,709.9
Supervisión del proyecto	11,702,709.9
Total	23,405,419.8

Fuente: Elaboración propia

11.2.6 INVERSION TOTAL

La inversión total contempla los costos totales de la obra más la inversión diferida necesaria para que el proyecto se desarrolle.

Tabla 18: Inversión total

DESCRIPCION	MONTO
Costo total	292,567,746.1
Activo diferido	23,405,419.8
Costo general	315,973,165.9

Fuente: Elaboración propia

11.2.7 COSTO DE OPERACIÓN

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento.

Se presenta una tabla resumen de los resultados, ya que en el capítulo anterior se detallaron las actividades y costos de operación del proyecto.

Tabla 19: Resumen de los costos de mantenimiento

AÑO	COSTO POR CADA AÑO C\$	COSTO POR CADA 3 AÑOS C\$	COSTO POR CADA 10 AÑOS C\$	TOTAL, C\$
2026	1,200,000			1,200,000
2027	1,200,000			1,200,000
2028	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2029	1,200,000			1,200,000
2030	1,200,000			1,200,000
2031	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2032	1,200,000			1,200,000
2033	1,200,000			1,200,000
2034	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2035	1,200,000		5,250,000	6,450,000
2036	1,200,000			1,200,000
2037	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2038	1,200,000			1,200,000
2039	1,200,000			1,200,000
2040	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2041	1,200,000			1,200,000
2042	1,200,000			1,200,000
2043	1,200,000	12,500,700		13,700,700
2044	1,200,000			1,200,000
2045	1,200,000		5,250,000	6,450,000

Fuente: Elaboración propia

11.3 BENEFICIOS DEL PROYECTO

Ahorro por disminución de enfermedades

El ahorro se determina considerando los gastos evitados al haber menos habitantes enfermos, aquí se considera un ahorro de 40 % en el número de casos y por tanto de los gastos incurridos.

Se toman los datos de enfermedades proporcionadas por el SILAIS Jalapa para el año 2025 y estos se proyectan para determinar su ahorro a través del tiempo.

Tabla 20: Cálculo del ahorro por gastos de enfermedades

Descripción	Casos	Gastos por enfermedades C\$	Ahorro %	Ahorro Total C\$
Enfermedades respiratorias	90	400	0.4	14,400
Enfermedades diarreicas	42	450	0.4	7,560
Dengue	18	400	0.4	2,880
Total	150			24,840

Fuente: Elaboración propia

Si se considera un crecimiento de 1.5% de la población y por tanto de los beneficios, el flujo para los próximos veinte años es el que se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 21: Proyección de los beneficios por ahorro de enfermedades

AÑO	MONTO C\$
2026	24,840
2027	25,212.6
2028	25,590.789
2029	25,974.65084
2030	26,364.2706
2031	26,759.73466
2032	27,161.13068
2033	27,568.54764
2034	27,982.07585
2035	28,401.80699
2036	28,827.83409
2037	29,260.25161
2038	29,699.15538
2039	30,144.64271
2040	30,596.81235
2041	31,055.76454
2042	31,521.601
2043	31,994.42502
2044	32,474.34139
2045	32,961.45651

Fuente: Elaboración propia

11.3.1 AUMENTO DEL VALOR DE LAS VIVIENDAS

Existe un beneficio derivado del aumento del valor de las viviendas por el mejoramiento de las calles. Se contabilizan 193 viviendas que serán beneficiadas directamente por el proyecto, que están localizadas a ambos lados de las vías a adoquinar.

El valor unitario de viviendas fue proporcionado por la Cámara Nicaragüense de Corredores de Bienes y Raíces (CANIBIR), que estima que el valor promedio de las propiedades de la zona es de \$38,000 dólares americanos.

Tabla 22: Plusvalía de viviendas

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO
N.º De viviendas beneficiadas	UNIDAD	93
Valor unitario promedio	C\$	259,000
Valor total	C\$	24,087,000
Incremento de valor	%	0.3
Nuevo valor de las propiedades	C\$	31,313,100
Incremento de valor	C\$	7,226,100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de resultados, se obtuvo un incremento de valor de las propiedades de (C\$7,226,100.00) córdobas, en donde el valor unitario promedio vivienda es de (C\$259,000.00) córdobas y el incremento del valor es del 30% para la zona norte según la Cámara Nicaragüense de Corredores de Bienes y Raíces (CANIBIR).

11.3.2 AHORRO POR GASTO EN DETERIORO DEL PARQUE VEHICULAR

Para realizar una determinación aproximada del ahorro en el gasto por deterioro del vehículo que se produce por una calle en buen estado. Para todos los vehículos se consideró una vida útil de 5 años de los que resulta un valor anual de depreciación de 20%, este valor se obtuvo según el artículo 34 del reglamento de la ley 822 (ley de concertación tributaria). También se tomó como precio promedio \$4000 dólares americanos que corresponde a un vehículo liviano. Se atribuyó un ahorro de 10 % anual como un valor aproximado asignado al tránsito del camino.

Para el cálculo de la depreciación anual de vehículos, se considera la cantidad de vehículos por años según el TPDA proyectado, el flujo para los próximos veinte años es el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23: Ahorro de depreciación anual de vehículos

AÑO	VEHICULOS POR AÑO (SEGÚN TPDA PROYECTADO)	DEPRECIACION ANUAL DE VEHICULOS EN C\$	AHORRO DEL 10%
1	100740	2,236,428,000	223,642,800
2	102200	2,268,840,000	226,884,000
3	103660	2,301,252,000	230,125,200
4	105120	2,333,664,000	233,366,400
5	106945	2,374,179,000	237,417,900
6	108405	2,406,591,000	240,659,100
7	109865	2,439,003,000	243,900,300
8	111690	2,479,518,000	247,951,800
9	113515	2,520,033,000	252,003,300
10	114975	2,552,445,000	255,244,500
11	116800	2,592,960,000	259,296,000
12	118625	2,633,475,000	263,347,500
13	120450	2,673,990,000	267,399,000
14	122275	2,714,505,000	271,450,500
15	123735	2,746,917,000	274,691,700
16	125925	2,795,535,000	279,553,500
17	127750	2,836,050,000	283,605,000
18	129940	2,884,668,000	288,4668,00
19	131400	2,917,080,000	291,708,000
20	133590	2,965,698,000	296,569,800

Fuente: Elaboración propia

11.3.3 BENEFICIOS TOTALES

Los beneficios totales del proyecto es la suma de los beneficios individuales considerados en el análisis.

Tabla 24: Flujo de beneficios

AÑO	Ahorro por plusvalía C\$	Ahorro en los gastos por enfermedades C\$	Ahorro en depreciación de vehículos C\$
2026	7,226,100	24,840	223,642,800
2027		25,212.6	226,884,000
2028		25,590.789	230,125,200
2029		25,974.65084	233,366,400
2030		26,364.2706	237,417,900
2031		26,759.73466	240,659,100
2032		27,161.13068	243,900,300
2033		27,568.54764	247,951,800
2034		27,982.07585	252,003,300
2035		28,401.80699	255,244,500
2036		28,827.83409	259,296,000
2037		29,260.25161	263,347,500
2038		29,699.15538	267,399,000
2039		30,144.64271	271,450,500
2040		30,596.81235	274,691,700
2041		31,055.76454	279,553,500
2042		31,521.601	283,605,000
2043		31,994.42502	288,466,800
2044		32,474.34139	291,708,000
2045		32,961.45651	296,569,800

Fuente: Elaboración propia

11.4 CORRECCION POR FACTOR DE MANO DE OBRA

En Nicaragua el factor social de corrección de la mano de obra es de 0.82, multiplicando este factor por el costo total de construcción de la obra. Por tanto, el valor del presupuesto de construcción queda en (C\$ 259,097966.04) córdobas y si se suma el costo de los activos diferidos, la inversión total ya corregida es de (C\$ 282,503415.84) córdobas.

11.5 FLUJO NETO DE EFECTIVO SIN FINANCIAMIENTO

El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera.

Tabla 25: Flujo neto de efectivo sin financiamiento

BENEFICIOS	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSION	FNE
		282,503,415.8	-282,503,415.8
230893740	1,200,000		229,693,740
226909212.6	1,200,000		225,709,212.6
230150790.8	13,700,700		216,450,090.8
233392374.7	1,200,000		232,192,374.7
237444264.3	1,200,000		236,244,264.3
240685859.7	13,700,700		226,985,159.7
243927461.1	1,200,000		242,727,461.1
247979368.5	1,200,000		246,779,368.5
252031282.1	13,700,700		238,330,582.1
255272901.8	6,450,000		248,822,901.8
259324827.8	1,200,000		258,124,827.8
263376760.3	13,700,700		249,676,060.3
267428699.2	1,200,000		266,228,699.2
271480644.6	1,200,000		270,280,644.6
274722296.8	13,700,700		261,021,596.8

Fuente: Elaboración propia

BENEFICIOS (CONTINUACION)	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	INVERSION	FNE
279584555.8	1200000		278384555.8
283636521.6	1200000		282436521.6
288498794.4	13700700		274798094.4
291740474.3	1200000		290540474.3
296602761.5	6450000		290152761.5

Fuente: Elaboración propia

11.6 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente. La evaluación del proyecto se hace en base al criterio del análisis beneficio/costo. El análisis beneficio/costo es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción.

El propósito esencial de esta comparación es someter a escrutinio los méritos de un curso de acción propuesto, por lo general un determinado acto de inversión, planteando la posible opción de escoger otros cursos de acción alternativos. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

11.6.1 VALOR ACTUAL NETO ECONOMICO (VANE)

Una inversión es rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

El VANE se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VANE = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Dónde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto.

Ct. = costo del año t del proyecto.

t= año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n.

0= año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión.

r = tasa social de descuento (8%)

11.6.1.1 CRITERIOS DE DECISIÓN

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

Tabla 25: Criterios de decisión del VANE

Resultado	Decisión
Positivo (VAN>0)	Se acepta
Nulo (VAN=0)	Indiferente
Negativo (VAN<0)	Se rechaza

Utilizando una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, se tiene el siguiente valor del Valor Actual Neto Económico (VANE).

11.6.1.2 Valor actual neto económico

Dato	Valor
VANE	2,117,420,633.4

Se observa que el $VANE > 0$, por tanto, cumple con el criterio.

11.6.2 TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICA (TIRE)

Una inversión es rentable solo si la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) es mayor que la Tasa Social de Descuento (TSD).

La TIRE define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VANE sea igual a cero, esta viene definida por la siguiente formula:

$$VANE = -I_0 + \sum_{n=0}^n \frac{F_n}{(1 + TIRE)^n} = 0$$

Dónde:

F_n = Flujo de caja en el periodo n.

TIRE = Tasa Interna de Retorno Económica n = periodo.

I_0 = inversión inicial

11.6.2.1 Criterios de decisión de la TIRE

Resultado	Decisión
$TIRE > TSD$	Se acepta
$TIRE = TSD$	Indiferente
$TIRE < TSD$	Se rechaza

Tomando en cuenta los criterios de decisión, se obtuvo lo siguiente:

11.6.2.3 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)

Dato	Valor
TIRE	80.6%

Comparando con una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, la TIRE > TSD, por lo tanto, cumple con el criterio.

11.6.3 RELACION BENEFICIO/COSTO (R B/C)

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

Esta viene dada por la siguiente formula:

$$R = \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{Inversion o Costos del proyecto}}$$

11.6.3.1 CRITERIOS DE DECISIÓN

Resultado	Decisión
R B/C > 1	Se acepta
R B/C = 1	Indiferente
R B/C < 1	Se rechaza

A partir de la formula anterior se obtuvo el valor siguiente:

11.6.3.2 Relación beneficio costo económico

Criterio	Valor
R B/C	7.3

Por lo tanto, esto indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, cumple con el criterio.

12 CONCLUSIONES

El presente estudio de prefactibilidad para la construcción del tramo de carretera El Jícaro – Empalme La Mía, con una longitud de 16 km, permitió evaluar de manera integral la viabilidad técnica, económica y socioeconómica del proyecto, evidenciando su importancia estratégica para el desarrollo del municipio y las comunidades aledañas.

Desde el punto de vista del estudio de mercado, se determinó la existencia de una demanda real del proyecto, sustentada en las condiciones actuales de la vía y en las necesidades de movilidad de la población. Los resultados de las encuestas reflejan que la mayoría de los usuarios perciben el estado de la carretera como deficiente, identificando problemas como presencia de baches, acumulación de agua, generación de polvo y aumento de enfermedades, lo cual justifica la necesidad de una intervención vial.

En el análisis del tránsito, se obtuvo un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 576 vehículos por día, con un predominio de vehículos livianos (91.49 %), lo cual es característico de vías rurales. Asimismo, la proyección del tránsito a un período de 20 años, utilizando el modelo de crecimiento geométrico, evidenció un incremento significativo de la demanda vehicular, alcanzando aproximadamente 1779 vehículos por día para el año 2046, lo que respalda la necesidad de mejorar la infraestructura vial existente.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto cumple con los criterios establecidos en las normativas vigentes, adoptando parámetros de diseño adecuados para carreteras rurales, tales como una sección transversal de dos carriles, velocidad de diseño de 50 km/h y un período de diseño de 20 años. Además, se consideraron aspectos fundamentales como el drenaje, la seguridad vial y la funcionalidad de la vía.

En el ámbito socioeconómico, el análisis de beneficios y costos demuestra que el proyecto es rentable, obteniéndose un Valor Actual Neto Económico (VANE) positivo y una Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) superior a la Tasa Social de Descuento, lo cual indica que los beneficios generados superan los costos de inversión.

Entre los principales beneficios destacan la reducción de costos de transporte, disminución de enfermedades, aumento del valor de las viviendas y mejora en la calidad de vida de la población.

En conclusión, el proyecto resulta técnica, económica y socialmente viable, constituyéndose como una alternativa adecuada para mejorar la conectividad, impulsar el desarrollo económico local y contribuir al bienestar de la población del área de influencia.

13 RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el estudio de mercado, técnico y socioeconómico del proyecto de mejoramiento del tramo carretero El Jícaro – Empalme La Mía, se plantean las siguientes recomendaciones:

En primer lugar, se recomienda que las autoridades competentes, principalmente el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y el gobierno municipal de El Jícaro, consideren los resultados del presente estudio de prefactibilidad como base técnica para la elaboración de estudios posteriores a mayor nivel de detalle, tales como el estudio de factibilidad y el diseño definitivo del proyecto, con el fin de avanzar hacia la ejecución de la obra.

Asimismo, se recomienda profundizar en los estudios técnicos complementarios necesarios para el desarrollo del proyecto, incluyendo estudios geotécnicos más detallados, estudios hidrológicos e hidráulicos, diseño estructural del pavimento y evaluación ambiental, los cuales permitirán optimizar las soluciones de ingeniería y garantizar la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial.

Se recomienda también que, durante las etapas de planificación y ejecución del proyecto, se priorice la implementación de adecuadas obras de drenaje y control de escorrentías, considerando las condiciones climáticas de la zona, con el objetivo de reducir los problemas de acumulación de agua durante la época lluviosa y evitar el deterioro prematuro de la vía.

De igual manera, se sugiere promover la participación de las comunidades beneficiadas en los procesos de planificación y seguimiento del proyecto, ya que la población local constituye uno de los principales usuarios de la vía y su participación puede contribuir al adecuado uso, mantenimiento y sostenibilidad de la infraestructura construida.

De ejecutarse este proyecto, se deberá poner mayor énfasis en los mejoramientos viales de manera permanente, debido a que estas vías son la base de integración de acceso a las comunidades de La Mía con el resto del municipio y los daños superficiales y garantizar su vida útil proyectada.

Se recomienda que las entidades encargadas (MTI, Alcaldía de El Jícaro) realicen inspecciones rutinarias permanentemente, con el fin de que el mantenimiento preventivo y correctivo y evaluar las vías frecuentemente, estableciendo el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así la vida útil de la estructura del pavimento.

Se deberá vigilar las sobrecargas en vehículos pesados que pueden llegar a transitar en la vía, a fin de ajustarse a la normativa de transporte regulada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Se recomienda realizar todo el diseño hidrológico e hidráulico para diseñar correctamente todas las alcantarillas o sistemas de drenajes a lo largo de todo el proyecto.

En un análisis más profundo, en un estudio de factibilidad, se tome en cuenta los beneficios indirectos debido a enfermedades.

Se debe de verificar la tasa de descuento utilizada, que es la que se recomendó en el 2011, por la situación ocurrida en el país en el 2018 y el covid en el 2019, lo que hizo que esta pudiera variar, por todas las condiciones económicas afectadas

14 REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993). *Guide for design of pavement structures*. Washington, DC.
- Asamblea Nacional. (1996). *Ley No. 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (2000). *Ley No. 376: Ley de Régimen Jurídico Municipal*. Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (2005). *Ley No. 550: Ley de Administración Financiera y del Régimen Presupuestario*. Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (2014). *Constitución Política de la República de Nicaragua*. Nicaragua.
- Banco Central de Nicaragua (BCN). (2024). *Indicadores económicos: Producto Interno Bruto*. Managua, Nicaragua.
- Banco Mundial. (2019). *Transporte y desarrollo: infraestructura para el crecimiento inclusivo*.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2020a). *Manual de carreteras*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2020b). *Anuario de aforos de tráfico*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2023). *Informes de proyectos viales y caminos rurales*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2024). *Informe de inauguración de proyectos viales en Nueva Segovia*. Managua, Nicaragua.
- Münch Galindo, L. (2012). *Métodos y técnicas de investigación* (3.^a ed.). Trillas.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2004). *Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras*.

15 ANEXOS

[VER BASE DE DATOS EN EXCEL](#)



TABLA.xlsx

AFORO VEHICULAR N.º 1 2026 AMBOS SENTIDOS

TRAMO DE CARRETERA - LUNES 09 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
Hora Inicio	Hora Fin	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mbus	Bus	Mb>15P	C2Liv	C2>5ton	C3
06:00	06:15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
06:15	06:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:45	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0
06:45	07:00	11	1	0	1	0	0	0	0	0	1
07:00	07:15	10	1	0	1	1	1	0	0	0	0
07:15	07:30	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0
07:30	07:45	12	2	0	1	0	0	0	0	1	0
07:45	08:00	10	2	1	2	0	0	0	0	0	0
08:00	08:15	7	1	0	1	0	1	0	0	1	0
08:15	08:30	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
08:30	08:45	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1

TRAMO DE CARRETERA - LUNES 09 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
08:45	09:00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00	09:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
09:15	09:30	6	0	0	1	0	1	0	1	0	0
09:30	09:45	4	1	0	0	0	0	0	1	1	0
09:45	10:00	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10:00	10:15	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	4	0	0	1	0	1	0	0	1	0
10:45	11:00	9	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11:00	11:15	7	0	0	3	0	0	0	0	0	1
11:15	11:30	9	0	0	1	0	1	0	0	0	0
11:30	11:45	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11:45	12:00	1 0	1	1	2	0	0	0	0	0	0
12:00	12:15	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	9	0	0	1	0	0	0	1	0	0
12:30	12:45	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12:45	01:00	1 0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
01:00	01:15	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0
01:15	01:30	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0
01:30	01:45	5	0	0	1	1	0	0	1	0	0
01:45	02:00	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0

TRAMO DE CARRETERA - LUNES 09 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
02:00	02:15	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0
02:15	02:30	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0
02:30	02:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
02:45	03:00	3	0	0	2	0	1	0	0	0	0
03:00	03:15	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0
03:15	03:30	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0
03:30	03:45	1 4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
03:45	04:00	1 0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
04:00	04:15	1 7	0	0	2	1	0	0	0	0	0
04:15	04:30	1 4	3	0	1	0	0	0	1	0	0
04:30	04:45	1 0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
04:45	05:00	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0
05:00	05:15	8	1	0	1	0	1	0	0	0	0
05:15	05:30	7	3	0	2	0	0	0	1	1	1
05:30	05:45	5	0	0	1	1	0	0	1	1	0
05:45	06:00	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0
TOTAL		3 2 9	30	5	60	4	8	0	7	9	5

Fuente: Elaboración propia

AFORO VEHICULAR N.º2 2026 AMBOS SENTIDOS

TRAMO DE CARRETERA – MARTES 10 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
Hora Inicio	Hora Fin	Mo to	Auto s	Jee p	Cta	Mb us	Bu s	Mb> 15P	C2 Liv	C2> 5ton	C3
06:00	06:15	5	1	0	1	0	0	0	1	0	0
06:15	06:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:30	06:45	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0
06:45	07:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00	07:15	5	1	0	0	0	1	0	0	0	1
07:15	07:30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30	07:45	11	1	0	2	0	1	0	0	0	0
07:45	08:00	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0
08:00	08:15	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0
08:15	08:30	8	1	0	1	0	0	0	1	1	0
08:30	08:45	6	1	0	1	0	1	0	1	1	1
08:45	09:00	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
09:00	09:15	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
09:15	09:30	5	0	0	0	0	1	0	1	1	0
09:30	09:45	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
09:45	10:00	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00	10:15	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0
10:15	10:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30	10:45	6	0	0	0	1	0	0	1	0	0
10:45	11:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00	11:15	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0
11:30	11:45	9	1	0	1	0	0	0	0	1	0
11:45	12:00	5	3	1	1	0	1	0	0	0	0
12:00	12:15	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0
12:30	12:45	9	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12:45	01:00	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0
01:00	01:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:15	01:30	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0
01:30	01:45	6	0	1	1	1	0	0	0	0	0
01:45	02:00	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
02:00	02:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:15	02:30	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
02:30	02:45	5	2	0	0	0	0	0	0	1	
02:45	03:00	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0
03:00	03:15	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0
03:15	03:30	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1

TRAMO DE CARRETERA – MARTES 10 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
03:30	03:45	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0
03:45	04:00	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0
04:00	04:15	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
04:15	04:30	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0
04:30	04:45	9	2	0	1	0	0	0	0	1	0
04:45	05:00	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0
05:00	05:15	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0
05:15	05:30	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
05:30	05:45	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
05:45	06:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL		254	32	9	21	4	7	0	13	8	7

Fuente: Elaboración propia

AFORO VEHICULAR N.º3 2026 AMBOS SENTIDOS

TRAMO DE CARRETERA – MIERCOLES 11 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
Hora Inicio	Hora Fin	Moto	Autos	Jee p	Cta	Mbus	Bu s	Mb>15 P	C2 Liv	C2> 5ton	C3
06:00	06:15	6	1	0	1	0	0	0	0	1	1
06:15	06:30	4	1	0	1	0	0	0	1	1	1
06:30	06:45	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0
06:45	07:00	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
07:00	07:15	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
07:15	07:30	9	1	0	1	0	0	0	0	0	0
07:30	07:45	13	2	0	1	0	0	0	0	0	0
07:45	08:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00	08:15	8	0	0	1	0	0	0	0	1	0
08:15	08:30	5	0	0	1	0	1	0	1	0	0
08:30	08:45	6	2	0	2	0	1	0	1	0	0
08:45	09:00	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0
09:00	09:15	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0
09:15	09:30	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
09:30	09:45	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
09:45	10:00	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10:00	10:15	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
10:15	10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30	10:45	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0
10:45	11:00	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11:00	11:15	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11:15	11:30	7	0	0	1	0	1	0	1	0	0
11:30	11:45	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0
11:45	12:00	8	1	0	1	0	1	0	0	0	0
12:00	12:15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15	12:30	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12:30	12:45	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12:45	01:00	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
01:00	01:15	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0
01:15	01:30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:30	01:45	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
01:45	02:00	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0
02:00	02:15	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0
02:15	02:30	6	1	0	1	0	0	0	1	0	0
02:30	02:45	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0

TRAMO DE CARRETERA – MIERCOLES 11 DE FEBRERO DE 2026											
INTERVALO DE TIEMPO		VEHICULO LIVIANO				VEHICULO DE PASAJEROS			VEHICULOS DE CARGA		
02:45	03:00	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0
03:00	03:15	7	0	1	0	0	0	0	0	1	1
03:15	03:30	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0
03:30	03:45	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
03:45	04:00	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0
04:00	04:15	1 1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
04:15	04:30	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0
04:30	04:45	1 0	0	1	2	0	0	0	1	0	1
04:45	05:00	1 1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
05:00	05:15	1 1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
05:15	05:30	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0
05:30	05:45	4	0	0	1	2	0	0	1	0	0
05:45	06:00	6	1	0	2	0	0	0	0	0	0
TOTAL		2 7 3	24	7	35	3	7	0	14	10	4

Fuente: Elaboración propia

15.1 Figura 9: Vista frontal del tramo Jicaro-Empalme La Mia.



Nota: Fotografía tomada durante visita de campo (2026).

15.1.2 Figura 10: Vista frontal del tramo



Nota: Fotografía tomada durante visita de campo (2026).

15.1.3 Figura 11: Ruta de Acceso al Tramo



Nota: Captura de pantalla de Google Maps (Google 2026).

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1
REPOSICIÓN HOJA DE MATRÍCULA

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A-A8284-8		
NOMBRE	OPORTA ARTOLA DORA VANESSA		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	SEXO	F
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	DIFCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2016

E. M	AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
M	6	DIFCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en <https://singu.setec.edu.ni/>

FECHA: 06/03/2026

Creado Por: ETORRES

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A1F2464		
NOMBRE	PALACIOS GÁLVEZ AXEL JOSÉ		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	SEXO	M
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	DIFCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2018

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	DIFCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en <https://singu.setec.edu.ni/>

Correo:
Clave:

FECHA: 16/04/2026 11:01:30

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:

-- NUEVO INGRESO 2026:

- PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
- SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
- DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO

--REINGRESO 2026:

- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
- PRESENCIAL: 9 DE MARZO
- SABATINO: 7 DE MARZO
- DOMINICAL: 8 DE MARZO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A5215E8		
NOMBRE	GONZÁLEZ TORREZ RONALD MARCELO		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	SEXO	M
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2016

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en <https://singu.setec.edu.ni/>

Correo:
Clave:

FECHA: 15/04/2026 11:31:13

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO



Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

RONALD MARCELO GONZALEZ TORREZ

Carnet **2016-01871** Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **I Semestre del 2023**, quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL**.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente



MSc. Beatriz de los Angeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

📞 Teléfono (505) 8379 8901

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

✉️ beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni



Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaría Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

AXEL JOSE PALACIOS GALVEZ

Carnet **2018-0319I** Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **I Semestre del 2023**, quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL**.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los treinta días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente,



MSc. Beatriz de los Angeles Tórrez Rodríguez
Secretaría Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

📞 Teléfono (505) 8379 8901

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

✉️ beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni



Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

DORA VANESSA OPORTA ARTOLA

Carnet: **2016-0745U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del Programa Académico de Ingeniería Civil en el **I Semestre del 2023**, quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como INGENIERO CIVIL.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente



MSc. Beatriz de los Angeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

📞 Teléfono (505) 8379 8901

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua. Apdo. 5595

✉️ beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni