

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES



COORDINACIÓN DE INGENIERIAS

Culminación de Pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Civil

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Autores:

Br. Erick Alberto Gonzalez.

Ing. Civil

Br. Jose Antonio Rios.

Ing. Civil

Br. Yarol J Rodríguez Ortega.

Ing. Civil

TUTOR: Arq. Cesar Augusto Valladares Herrera.

CAMPUS LEON, ENERO 2025

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	6
1.1 Antecedentes y Contexto del Problema.....	6
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
1.1.1. Antecedentes Nacionales.....	8
1.1.3 Antecedentes Locales.....	9
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo General.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
1.3. Descripción del Problema.....	12
1.4. Justificación.....	14
1. Alcance y limitaciones.....	16
1.1.1. Alcances.....	16
1.1.2. Limitaciones.....	18
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	19
2.1. Marco conceptual, teórico e histórico.....	19
2.1.1. Generalidades.....	19
2.1.2. Definición.....	19
2.1.3. Componentes físicos.....	20
2.1.4. Introducción a los Pavimentos.....	24
2.2. Marco legal.....	32
2.3. Marco contextual, institucional.....	37
2.3.1. Marco contextual.....	37
2.3.2. Marco Institucional.....	37
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
3.1. Tipo de Proyecto:.....	43
3.1.1 Según la procedencia del capital.....	44
3.1.2 Según el sector.....	44
3.1.3 Según el ámbito o perfil profesional.....	45
3.1.4 Según su orientación.....	45
3.1.5 Según su área de influencia.....	45

3.2.	Unidades de Análisis.	46
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
3.4.	Confiability y validez de los instrumentos.	48
3.5.	Procesamiento de datos y análisis de la información.	49
CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL		52
4.1.	Diagnóstico.	52
4.1.1.	Antecedentes.....	52
4.1.2.	Macro y Micro localización.....	54
4.1.3.	Accesibilidad.....	56
4.1.4.	Caracterización del Entorno Natural.	57
4.1.5.	Infraestructura y equipamiento.	72
4.1.6.	Aspectos socioeconómicos.....	74
4.1.7.	Identificación de riesgos y afectaciones.....	78
CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA.		82
5.1.	Topografía.....	82
5.2.	Estudios de Suelos.	85
5.3.	Estudios de Tránsito.	88
5.3.1.	Estudio Vial – Aforo Vehicular.	88
5.3.2.	Organización.....	89
5.3.3.	Levantamiento de información documental.	90
5.3.4.	Levantamiento de información de campo.	90
Capítulo VI: ANALISIS DE RESULTADOS.		101
6.1.	Diagnostico Situacional.....	101
6.2.	Estudios de Ingenierías.	105
6.2.1.	Topografía.	105
6.2.2.	Estudios de suelos.....	108
6.2.3.	Estudios de Tránsito.	111
6.3.	Diseño de Estructura del Pavimento.....	115
6.3.1.	Generalidades.	115
6.3.2.	Carga de Ejes Simples Equivalentes	115
6.3.3.	Cálculo del CBR de diseño	121
6.3.4.	Coeficientes de capa	122

6.3.5. Cálculo de Espesores	127
6.4. PRESUPUESTO DE EJECUCION.	133
6.5. Cronograma de Ejecución.....	135
Capítulo VII: CONCLUSIONES.....	143
Capítulo VIII: RECOMENDACIONES.....	146
BIBLIOGRAFIA	148
ANEXOS	150

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Red VIAL Wana Wana-San Pedro del Norte.....	6
Figura 2 Logo Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales (MARENA).....	37
Figura 3 Logos Alcaldía Municipal de la Reynaga Malpaisillo	39
Figura 4 Logo Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).....	40
Figura 5 Macro Localización.....	54
Figura 6 Micro Localización.....	55
Figura 7 Mapa de Sitio	56
Figura 8 Mapa Climático de Nicaragua	57
Figura 9 Mapa de Humedad de Nicaragua.....	58
Figura 10 Mapa de Relieve	60
Figura 11 Mapa Hidrológico de Nicaragua.	62
Figura 12 Mapa Geológico.	64
Figura 13 Mapa de Flora y Fauna.	66
Figura 14 Volcán Cerro Negro.....	67
Figura 15 Laguna El Tigre	69
Figura 16 Nivel Topográfico	82
Figura 17 Fases del Estudio de un Proyecto: Organización, Levantamiento y Análisis de Información	89
Figura 18 Aforo Vehicular 21-10-2024 #1-1	93
Figura 19 Aforo Vehicular 21-10-2024 #1-2	94
Figura 20 Aforo Vehicular 21-10-2024 #1-3	95
Figura 21 Aforo Vehicular 22-10-2024 #2-1	96
Figura 22 Aforo Vehicular 22-10-2024 #2-2	97
Figura 23 Aforo Vehicular 22-10-2024 #2-3	98
Figura 24 Aforo Vehicular 23-10-2024 #3-2	99
Figura 25 Aforo Vehicular 23-10-2024 #3-3	100
Figura 26 Indicadores de Población (Hombre y Mujeres).....	101
Figura 27 Indicares de Educación Primaria, Secundaria y Universidad	102
Figura 28 Indicadores de Actividades Económicas.	103
Figura 29 Indicadores de Servicios Básicos.....	104
Figura 30 Perfil Longitudinal.....	106
Figura 31 Perfil Transversal Estación 0+000.00.....	107
Figura 32 Perfil Transversal Estación 0+020.00.....	107
Figura 33 Perfil Transversal Estación 0+040.00.....	108
Figura 34 Niveles de Confiabilidad R en Función del Tipo de Carretera	117
Figura 35 Valores de Zr en función de la confiabilidad R.	117
Figura 36 Desviación Estándar Dependiendo de las Condiciones de Servicio	118
Figura 37 Factores de Serviciabilidad.	119
Figura 38 Capacidad del Drenaje para Remover la Humedad.....	120
Figura 39 Porcentaje del Tiempo que el Pavimento está Expuesto a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación.....	120

Figura 40	Correlación entre el CBR Y Módulo Resiliente para Sub rasante.....	121
Figura 41	Gráfico Obtención del Coeficiente estructural a2 y el Módulo Resiliente, para Base granular.	124
Figura 42	Gráfico Obtención del coeficiente estructural a3 y el módulo resiliente para subbase granular	125
Figura 43	Gráfico Obtención del Número estructural SN2 (SNbase)	128
Figura 44	Gráfico Obtención del Número estructural SN3 (Subbase)	128
Figura 45	Gráfico Obtención del Número estructural SN Requerido.	129
Figura 46	Tabla Espesores Mínimos Sugeridos para Base granular.	130
Figura 47	Detalle de Espesores	132
Figura 48	Presupuesto de Ejecución de Obra	133
Figura 49	Cronograma de Ejecución.	135
Figura 50	Tabla#2 Cronograma de Ejecución	136
Figura 51	Tabla#3 Cronograma de Ejecución	137
Figura 52	Tabla#4 Cronograma de Ejecución	138
Figura 53	Tabla#5 Cronograma de Ejecución	139
Figura54	Fotografías Levantamiento Topográfico	150
Figura 55	Fotografía #2 del Levantamiento Topográfico.	150
Figura 56	Fotografías #3 Levantamiento Topográfico	151
Figura 57	Fotografías #4 Levantamiento Topográfico	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco Legal: Leyes.....	32
Tabla 2 Registro de Levantamiento en Campo.....	86
Tabla 3 Tabla de Ensayos de Suelos según Designaciones A.A.S.H.T.O.....	87
Tabla 4 Tabla Fases del Estudio de un Proyecto: Organización, Levantamiento y Análisis de Información	88
Tabla 5 Tabla de Integrantes y Direcciones de Trabajo en el Proyecto.....	91
Tabla 6 Espesores de Diseño.	131

RESUMEN

Las redes viales son vitales para el transporte, el comercio y el desarrollo económico. Con el tiempo, estos componentes de infraestructura vital se deterioran debido al tráfico intenso, las condiciones climáticas y otros factores. Cuando las carreteras se desgastan, representan un riesgo significativo para los automovilistas y pueden convertirse en un cuello de botella en el sistema de transporte.

La rehabilitación de carreteras implica una serie de actividades como el reasfaltado, la reparación y la reconstrucción de secciones dañadas. Estos proyectos tienen como objetivo restaurar la funcionalidad de las carreteras, garantizar la seguridad y mejorar la calidad general de las vías. Sin embargo, estos esfuerzos requieren un conocimiento profundo, experiencia técnica y una planificación meticulosa para lograr los resultados deseados.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

INTRODUCCIÓN

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas.

Se ha elegido el método AASHTO, porque a diferencia de otros métodos, este método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario. El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera.

Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio. Para efectos de diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto (AASHTO - 93).



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

En la actualidad la vía de acceso entre el empalme de mina el limón al empalme las marías se encuentran en mal estado haciendo difícil el acceso de vehículos y peatones de modo que con este este proyecto se pretende mejorar el acceso y la seguridad a los habitantes de estas comunidades, así como a conductores que circulan por esta vía, se espera sea un incentivo para la comercialización de productos agrícolas y ganaderos del área.

A lo largo del presente proyecto se detallan las características de la zona donde se localiza la propuesta de diseño, así como se presentan los estudios técnicos y de ingenierías aplicados como metodología, instrumentos y/o herramientas de investigaciones necesarias para realizar la propuesta tales como. Estudio topográfico, estudio de tránsito, estudios de suelo tanto del área de estudio como del banco de préstamo. El presente trabajo se estructura en VII capítulos detallados a continuación:

INTRODUCCIÓN. Se abarcan aspectos importantes del desarrollo del trabajo, abordando aspectos propios de la problemática en el sector de estudio, así como, las principales afectaciones que produce a la comunidad esta problemática, se describen a su vez, la metodología aplicada para los estudios realizados, los objetivos planteados por el equipo de trabajo y los resultados alcanzados.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN

SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO. Se abordan los antecedentes y el contexto del problema, para establecer los objetivos, divididos en generales y específicos. Se desarrolla la descripción del problema y se plantea la justificación, estableciendo, además, los alcances y las limitaciones del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, para el desarrollo de este capítulo se identifica el marco conceptual, en el cual se abordan las principales teorías y estudios realizados por expertos de estos temas. El marco legal, describe el sustento legal desde las principales normativas y/o leyes que regulan las distintas etapas de estos procesos de diseño y ejecución, se aborda el marco contextual, el cual identifica las principales empresas e instituciones que brindan acompañamientos a estos proyectos.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO, se identifica el tipo de Proyecto, según la procedencia del capital, según el sector, según el ámbito o perfil profesional, según su orientación o según su área de influencia. Se establecen los métodos de estudio y unidades de análisis, planteando las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como la confiabilidad y validez de los instrumentos

CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL. Es un instrumento para determinar la situación actual de la empresa y/o el área determinada como unidad de análisis, para ello se estudia la macro y micro localización, se caracteriza el entorno (natural o construido), se revisa la infraestructura, área construida, área verde. Se identifican los aspectos socioeconómicos, desde la actividad de la empresa, las actividades



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

económicas. Se identifican los riesgos y afectaciones, por riesgo ambiental, riesgos económicos, sociales, y riesgos laborales.

CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERIA. En estos estudios se aplicarán metodologías e instrumentos de los procesos de levantamientos topográficos, estudios de suelos, hídricos y estudios de la circulación vehicular en la zona de estudios. Estos estudios serán el marco sobre el que se sustenta el diseño del tramo de carretera, a su vez son determinante para la aplicación de sus resultados en la metodología AASTHO – 93.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS (Estructura de acuerdo al tipo de proyecto y fases del mismo). Se presentan los resultados de los estudios de ingenierías realizados, ya que, del comportamiento de las variables de topografía, estudios de suelos, estudios hídricos y del comportamiento del flujo vehicular, permiten la toma de decisiones más acertadas para el diseño y organización de la ejecución del proyecto. Estos resultados se presentan en tablas y/o gráficos que permiten una mejor interpretación.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES. Se concluye sobre todas las etapas de desarrollo del trabajo.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES. Se recomienda sobre las etapas del trabajo a la empresa y a las instituciones que participan del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. Se agrega la bibliografía consultada ANEXOS O APENDICES. Fotos, Tablas, Toda la información necesaria.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

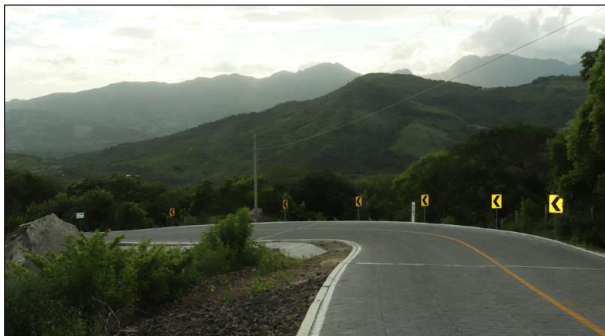
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.

1.1 Antecedentes y Contexto del Problema.

Históricamente, el estado de las carreteras en Nicaragua ha sido un reflejo de los desafíos económicos y sociales que ha enfrentado el país. En las décadas posteriores a su independencia, muchas carreteras eran rudimentarias y mal mantenidas, dificultando el transporte y el comercio. Durante los años 70 y 80, los conflictos armados y la inestabilidad política agravaron la situación, dejando muchas vías en un estado precario. Sin embargo, a partir de los 90, con el retorno a la paz y la estabilidad política, se iniciaron esfuerzos significativos para mejorar la infraestructura vial. Proyectos de cooperación internacional y del gobierno han logrado avances, aunque las carreteras en áreas rurales aún presentan retos importantes en cuanto a mantenimiento y modernización (UNAN, LEÓN, s.f.).

Figura 1

Red VIAL Wana Wana-San Pedro del Norte



Fuente: (UNAN, LEÓN, n.d.)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1.1.1. Antecedentes Internacionales.

Titulada “Diseño de infraestructura vial con pavimento para transpirabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018”. En el presente trabajo de investigación se realizará el Diseño de Infraestructura Vial para Transpirabilidad enfocado bajo la estructura de expediente técnico de ingeniería civil, como posterior material académico de referencia como propuesta de ejecución. (Ortiz & Tocto, 2019)

El segundo antecedente internacional titulada “Plan de mantenimiento para infraestructuras viales en República Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo-Hato Mayor”. Una infraestructura vial es un aspecto fundamental para el mejoramiento de la transportación terrestre de un país, esta requiere tratamiento en forma de mantenimiento con el fin de conservar niveles de servicio adecuados para el usuario. Ante el evidente incremento de la construcción de carreteras en la República Dominicana. (Brito, 2018)

El tercer Antecedente internacional titulada “Modificación e implementación de una infraestructura vial para el mejoramiento de la transpirabilidad vehicular y peatonal, Imperial – Cañete”. Ante la problemática actual de la infraestructura vial en el Centro Poblado de Imperial, tales como el mal estado de las calzadas y aceras peatonales, la falta de seguridad vial. (Llave & Sánchez, 2021)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1.1.1. Antecedentes Nacionales.

Primer antecedente Nacional titulada En el año de 1940, cuando fue creado el Departamento de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas actualmente con el nombre de Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), en Nicaragua solamente existían 201 km de carreteras, de los cuales sólo 52 eran pavimentados.

1999, con un TPDA de 106 VPD, en el año 1999 y de 136 VPD, el año 2002. Segundo antecedente nacional titulada “Estudio a nivel de Perfil del proyecto de Construcción de la Carretera Sto. Domingo – Los Chinamos(15 + 077 – 25 + 077 km), Departamento de Chontales .La Carretera estudiada en la actualidad cuenta con una demanda tal como lo reflejan los registros históricos de las Estación Sumaria N.º 2302 localizada en el tramo: La Libertad – Santo Domingo, la que tiene un TPDA en el año 2007, de 105 VPD, mientras que la estación sumaria N° 2309, ubicada en el tramo: Santo Domingo – La Piñuela – El Ayote, con registros en los años

La tesis titulada "Diseño de Carretera Aplicando la Metodología AASHTO - 93: Un Estudio de Caso en Managua" fue realizada por Pedro González y Ana Martínez. El objetivo principal de esta investigación fue aplicar la metodología AASHTO - 93. Los resultados mostraron que la aplicación de la metodología AASHTO - 93 permitió diseñar una carretera con una vida útil significativamente mayor y un menor costo de mantenimiento, en comparación con las técnicas tradicionales.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1.1.3 Antecedentes Locales.

Primer antecedente local Titulada: El tramo de carretera que se ubica en la zona Noroeste de la ciudad de Matagalpa, se encuentra entre las comunidades: Empalme Aranjuez” Eventualmente se le da un mantenimiento con el revestimiento de material selecto, para proporcionar una solución rápida para el tiempo de lluvias, no obstante, el trayecto del tramo actualmente no cuenta con una superficie de rodamiento.

Segundo antecedente local Titulado: DISEÑO GEOMÉTRICO, MEJORAMIENTO DE CAMINO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DEL TRAMO: “EL CUÁ – SAN JOSÉ DE BOCAY 32.43 KM” En Nicaragua, este tramo es el que comunica estos dos municipios del departamento de Jinotega. También representa la principal vía de acceso de San José de Bocay - Jinotega (109 km.) y con la vía San José de Bocay - El Tuma - La Dalia (80 km.); ambas utilizando el tramo en estudio.

La tesis titulada "Diseño de Carretera Aplicando la Metodología AASHTO - 93: Caso de Estudio en Nicaragua" fue realizada por José Ramírez y Laura Rodríguez en la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC). El objetivo principal de esta investigación fue aplicar la metodología AASHTO - 93 para el diseño estructural de un tramo de carretera en Nicaragua, con el fin de mejorar su durabilidad y eficiencia. La metodología incluyó la recopilación de datos geotécnicos y de tráfico, el uso de software de simulación y un análisis comparativo de diferentes alternativas de pavimentación. Los resultados demostraron que la aplicación de la metodología AASHTO - 93.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN

SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo General.

Propuesta de diseño siete (1) Km, de estructura de pavimento articulado, por el Método AASHTO 93, en el Tramo de Carretera desde el empalme Mina el Limón hasta el empalme las Marías, Municipio de Larreynaga Departamento de León en el periodo septiembre a diciembre 2024.

1.2.2 Objetivos Específicos.

Diagnosticar Situación del tramo de siete (1) de carretera desde el empalme Mina el Limón hasta el empalme las Marías, destacando las principales actividades económicas del sector y evaluando las condiciones actuales de la vía.

Realizar estudios de ingeniería, incluyendo topografía, suelos, hidrología y aforo vehicular, en el tramo de siete (1) kilómetros de carretera, con el objetivo de obtener datos que fundamenten el diseño del pavimento articulado según el Método AASHTO 93.

Desarrollar una propuesta de diseño detallado para los siete (7) kilómetros de estructura de pavimento articulado, utilizando la metodología AASHTO 93, que incluya especificaciones técnicas, cálculos de resistencia y durabilidad, y alineación con las normativas vigentes.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Presentar conclusiones y recomendaciones, así como la propuesta de diseño, para garantizar una implementación eficiente y sostenible del proyecto de pavimentación desde el empalme Mina el Limón hasta el empalme las Marías en el Municipio de Larreynaga, Departamento de León.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN

SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

1.2. Descripción del Problema.

El tramo de carretera a diseñar la estructura de pavimento articulado de 7 km, utilizando el Método AASHTO 93, se encuentra entre el Empalme Mina el Limón y el Empalme las Marías, en el Municipio de Larreynaga, Departamento de León. Este proyecto se plantea como una vía de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida para la circulación de vehículos y peatones.

El constante crecimiento demográfico en los alrededores de este municipio ha generado problemas que requieren soluciones urgentes. Este proyecto surge a raíz del incremento poblacional, que ha resultado en un tránsito vehicular intenso, afectando la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Desde el año 2000, con la llegada de las primeras lluvias en el periodo de invierno, se han presentado problemas en el camino, como encharcamientos y vehículos atascados en zonas fangosas. La falta de reparación y mantenimiento del camino ha dificultado el tránsito de las comunidades aledañas durante el invierno. En verano, el polvo en algunos tramos del camino perjudica la salud de los vecinos cercanos.

Este problema, que comenzó en el año 2000, se ha repetido anualmente. Como solución inmediata, se solicitan los servicios de la unidad de obras municipales, que realizan un mantenimiento mínimo del camino, reparando solo los puntos más afectados. Este ciclo de problemas y soluciones parciales se ha mantenido hasta la fecha, lo que indica la necesidad de una intervención más efectiva y duradera.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Además, la ausencia de una infraestructura adecuada afecta negativamente las actividades económicas del área, como el comercio, la agricultura y el transporte de bienes y servicios. Los agricultores enfrentan dificultades para transportar sus productos a los mercados, lo que limita su capacidad de generar ingresos y sustento. El comercio local también sufre, ya que el mal estado del camino disuade a posibles clientes y proveedores.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1.3. Justificación.

Esta propuesta técnica tiene como objetivo identificar la severidad y magnitud de los problemas viales en el tramo entre el Empalme Mina el Limón y el Empalme las Marías. El diseño propuesto, basado en el Método AASHTO 93, se enfocará en mejorar la infraestructura vial para uso vehicular y peatonal, asegurando una mejor circulación para las comunidades involucradas.

El constante crecimiento demográfico y la mala infraestructura vial actual hacen necesaria una mejora significativa en la calidad de la infraestructura vial. Durante el invierno, se forman estancamientos de agua que dificultan el tránsito vehicular y peatonal, exponiendo a los usuarios a riesgos constantes al ser salpicados por vehículos que pasan.

Una vez ejecutado el proyecto, beneficiará tanto a los pobladores como a los comerciantes de la zona. La mejora en el recorrido de los transportes urbanos colectivos reducirá el tiempo de viaje, eliminará la acumulación de agua durante el invierno y fomentará un impacto positivo en la economía local. Esto no solo mejorará la calidad de vida de los habitantes, sino que también impulsará el desarrollo económico de la región.

Además, el proyecto contribuirá a la sostenibilidad ambiental al reducir los niveles de polvo durante la estación seca, mejorando la salud respiratoria de los residentes. La implementación de un pavimento articulado también disminuirá los costos de



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

mantenimiento a largo plazo, ya que la estructura será más resistente y duradera frente a las condiciones climáticas adversas.

Por último, la construcción de una infraestructura vial adecuada facilitará el acceso a servicios básicos, como educación y salud, mejorando la conectividad entre las comunidades. Esto promoverá una integración social y económica más efectiva, beneficiando a toda la región de Larreynaga y contribuyendo al bienestar general de sus habitantes.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1. Alcance y limitaciones.

1.1.1. Alcances

El documento escrito tendrá un alcance técnico amplio que contemplará la recopilación exhaustiva del proceso de elaboración del anteproyecto. Este proceso incluirá un diagnóstico situacional detallado que evaluará las condiciones actuales del tramo de carretera entre el Empalme Mina el Limón y el Empalme las Marías. Además, se utilizarán diversos instrumentos de evaluación para recopilar datos precisos y actualizados que fundamenten las decisiones técnicas del proyecto. Se elaborarán planos de la infraestructura proyectada, proporcionando una visualización clara y detallada de las modificaciones y mejoras propuestas.

La propuesta de diseño se basará en los estudios previos y en los resultados obtenidos de los diagnósticos situacionales y los instrumentos de evaluación. Se desarrollará un presupuesto detallado que incluirá todos los costos asociados, desde la adquisición de materiales hasta la mano de obra. El cronograma del proyecto se estructurará de manera que las fases de construcción se coordinen eficientemente, asegurando un uso óptimo de los recursos y minimizando las interrupciones al tráfico local. Además, se evaluará la viabilidad de la metodología de construcción propuesta para garantizar que sea adecuada para las necesidades del proyecto.

El proyecto también considerará la integración de las recomendaciones y parámetros del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Regionales y el Método AASHTO – 93 para el Diseño de Pavimentos. Esta integración asegurará que el diseño del pavimento articulado no solo cumpla con los estándares técnicos y de seguridad, sino que también responda eficazmente a las condiciones específicas del entorno y las necesidades de las comunidades aledañas. Se priorizarán aspectos como la durabilidad, la sostenibilidad y la resistencia a las condiciones climáticas adversas.

Finalmente, el documento incluirá un análisis detallado de la viabilidad técnica y económica del proyecto, basándose en la recopilación de datos y en las proyecciones de costos y beneficios. Este análisis permitirá evaluar la efectividad del diseño propuesto y su capacidad para satisfacer las necesidades de desplazamiento de las comunidades locales. Además, se proporcionarán recomendaciones específicas para garantizar la implementación exitosa del proyecto, así como estrategias de mantenimiento a largo plazo que aseguren la funcionalidad y la durabilidad de la infraestructura vial.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

1.1.2. Limitaciones

El trabajo de los actores del presente proyecto, se vería afectado o limitado por las siguientes circunstancias:

1. Acceso a información actualizada del sitio de estudio.
2. Libre movilización en la comunidad durante las visitas programadas.
3. Resistencia de la población considerada informante durante entrevistas y/o encuestas.
4. Intereses políticos de los coordinadores de la comunidad.
5. Horario de trabajo y actividades personales o familiares de los informantes claves.
6. Movilización y transporte hacia el sitio de estudio.
7. Seguridad del equipo de investigación durante los recorridos a lo largo de los siete (1) Km.
8. Afectaciones por el clima para las visitas programadas.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN

SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco conceptual, teórico e histórico.

2.1.1. Generalidades

La infraestructura vial es uno de los pilares de crecimiento y desarrollo sostenible del país. Pese a su importancia económica y social, presenta altos niveles de atrasos. Se identifica la falta e inadecuada planeación como una de las razones del rezago en el sector vial. (Barranquilla, 2018).

Por lo tanto, es de vital importancia establecer metodologías de estudios, intervención y conservación de la infraestructura con el fin de brindar un tránsito efectivo, cómodo y seguro. (Barranquilla, 2018).

2.1.2. Definición

La infraestructura vial es el conjunto de componentes físicos que interrelacionados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas de diseño y construcción, ofrecen condiciones cómodas y seguras para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella. (Barranquilla, 2018)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Por infraestructura vial se entiende al conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones que componen la vía pública, necesarios para el tránsito de personas y objetos en forma segura y confortable desde un punto a otro. (Argentina.gob.ar, s.f.)

2.1.3. Componentes físicos

- Estructura de Pavimento (Calzada).
- Separador central, isletas, glorietas.
- Obras de arte o drenaje (Bordillos, Cunetas, Box-couvert, etc.).
- Muros de contención.
- Puentes vehiculares y peatonales.
- Rampas peatonales.
- Ciclorrutas (vías destinadas de manera permanente a circulación de personas en bicicleta).
- Elementos de seguridad vial de apoyo (señalización, alumbrado, barandas, acupuntura vial, dispositivos electrónicos, etc.) Usuarios de la infraestructura vial.
- Conductores de vehículos automotores.
- Conductores de bicicletas.
- Peatones. Gestión de infraestructura vial.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- Seguimiento y revisión a Obras Civiles Semafóricas en la implementación.
- Capacitaciones de Planes de Manejo de Tráfico por cierre de vías, dirigido a empresas constructoras, empresas de servicios públicos, secretarías y entidades distritales, concreteras, y organizadores de eventos.
- Identificación de sitios donde se requiera la implementación de pasos a desnivel en el Distrito de Barranquilla.
- Evaluación de la condición del pavimento en corredores viales del Distrito de Barranquilla.
- Visitas técnicas para la evaluación de áreas de pavimento afectadas por la intervención de empresas de Servicios Públicos en la Infraestructura Vial del Distrito de Barranquilla.
- Seguimiento y revisión de la implementación de Planes de Manejo de Tránsito a los Proyectos viales ejecutados por el Distrito de Barranquilla.
- Visitas en conjunto con la Policía de Tránsito para la revisión en campo de los permisos otorgados y empresas que aún no hayan obtenido su permiso respectivo.
- Revisión de Planes de Manejo de Tráfico por obra (Mantenimiento y otras actividades en vía – Empresas de Construcción), Planes de Manejo de Tráfico por obra (Rotura de pavimentos) radicados, Revisión de Planes de Manejo de Tráfico por eventos.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Visita técnica y evaluación para la identificación de sitios en el Distrito de Barranquilla que presenten conflicto con temas de movilidad peatonal. Disposiciones Generales y Definiciones de los componentes físicos de las infraestructuras viales. (Reglamento del Sistema Vial para Nicaragua, 2023).
- Acera: Espacio comprendido entre la calzada y la línea de derecho de vía e integrada según el caso por el andén, caja de árbol o faja verde y bordillo.
- Anden: Elemento de la acera destinado para la circulación segura y cómoda de peatones.
- Bordillo: Elemento físico que indica el cambio de nivel entre la calzada y cualquiera de los elementos siguientes: mediana, separador lateral y faja verde.
- Caja de árbol: Espacio que se provee para la plantación de árboles.
- Calzada: Elemento de la vía destinado a la circulación de vehículos.
- Calle marginal: Calle auxiliar de una vía principal paralela a ella, que sirve a las propiedades adyacentes y hace posible la limitación de acceso a la vía principal.
- Carril: Franja de la calzada para la circulación de una fila de vehículos.
- Cuneta: Elemento destinado a drenar la superficie de la vía.
- Derecho de vía: Es aquella zona comprendida entre dos líneas definidas de propiedad, dedicadas para uso público, ya sea este, pistas, avenidas, calles, caminos o cualquier otro servicio público de paso.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Eje de la vía: Es la línea imaginaria que define el centro del derecho de vía.
- Espaciamiento: Es la distancia mínima que debe separar una vía de otra del mismo sistema.
- Faja verde: Elemento de la acera destinado a la separación entre el tráfico automotor y los peatones, el cual es usado para la vegetación.
- Intersección vial: Es el área común a dos o más vías que se entrecruzan.
- Isla: Elemento con superficie realzada o pintada, destinada a canalizar el tráfico.
- Línea de construcción: Es la línea trazada interna y paralelamente con respecto a los linderos del lote y cuyas limitaciones están sujetas a lo indicado en el Reglamento de Zonificación y Uso del Suelo.
- Línea de propiedad: Limite entre el derecho de vía y la propiedad.
- Mediana: Elemento central de la vía destinado a separar los flujos de vehículos que van en sentido contrario.
- Piso revestido: Es la superficie de terreno sobre la cual se ha colocado una capa de material de construcción para facilitar la circulación cómoda y segura.
- Retiro frontal: Es la distancia expresada en metros que debe existir entre el lindero y la línea de construcción frontal de un lote.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Sección transversal: Corte de la vía perpendicular a su eje, que indica las dimensiones y características de los elementos que la componen.
- Separador lateral: Elemento lateral de la vía destinado a separar flujos de tránsito.
- Sistema: Es el conjunto de vías que ordinariamente están relacionadas entre sí y que contribuyen a un determinado objetivo o función.
- Vía, pista, calle, avenida, callejón: Área de uso público destinada a la circulación vehicular y peatonal.

2.1.4. Introducción a los Pavimentos

Aplicar el Método AASHTO-93, para determinar los espesores de capa que formaran la estructura de pavimento.

- **Clasificación AASHTO.**

La clasificación A.A.S.H.T.O. (Asociación Americana de Agencias Federales de Carreteras y Transporte) fue adoptada en 1931. No pretende identificar el suelo según su naturaleza (grava, arena, arcilla, limo), sino simplemente señalar que tipos de suelos son más útiles para la construcción de infraestructuras. Así, se diferencian siete grupos de suelos, denominados A-1 a A-7, más otro que agrupa a los suelos orgánicos. Los suelos A-1 a A-3 son suelos granulares. (Rodríguez,1992).

El A-1 es un todo uno no plástico ($IP \leq 6$), mezclas de gravas y arenas. Muchas zahorras (gravas de granulometría continua) están incluidas en este grupo. Este grupo se divide



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

en dos subgrupos: A1-a (básicamente grava) y A-1-b (predominantemente arena gruesa). El grupo A-3 es una arena limpia y uniforme, a lo sumo con algo de limo o de grava. El A-2 es un suelo granular con finos plásticos, por lo que no puede ser clasificado como A1 o A-3. Se subdivide en cuatro subgrupos (A-2-4, A-2-5, A-2-6 y A-2-7) según la plasticidad de los finos (la denominación responde al criterio de añadir la clasificación de sus finos; así, un suelo A-2-4 es un suelo A-2 con finos tipo A-4). (Rodríguez, 1992)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- **Especificaciones Técnicas de Materiales para Carreteras.**

El material selecto según la utilización que se le desee dar, tales como estructuras de pavimento o revestimiento de caminos, deberán ser aprobados por el ingeniero, conjuntamente con el laboratorio. No deberá contener terrones de arcilla, materias vegetales ni otras sustancias objetables y su agregado grueso no deberá fracturarse cuando se sature de agua y seque alternativamente. (Rodríguez, 1992)

En general se usan materiales disponibles en el lugar de emplazamiento de la obra sobre los que se aplican técnicas de mejoramiento de suelos (Mezclas), con el objetivo de mejorar su comportamiento y disminuir los espesores de diseño en cada una de las capas que forman el pavimento. (Rodríguez, 1992)

- **Ensayo Proctor Estándar (AASHTO T - 180, T 99 - 90, T 99 - 70; ASTM D 698, O - 70).**

La compactación es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar los espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad de soporte (aumento en la resistencia) y estabilidad entre otras propiedades (reducción de volumen, disminución en la compresibilidad y permeabilidad). Existe una amplia variación en las características de los diferentes suelos y las propiedades mecánicas de cada suelo individual se ven afectadas por su contenido de humedad y su densidad. (Rodríguez, 1992)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

La compactación reduce el volumen de aire en un suelo, pero nunca es posible eliminar todos los vacíos, el suelo a compactar deberá estar parcialmente saturado. Si se compacta un suelo por diversos métodos, la densidad obtenida será posiblemente diferente para cada uno; del mismo modo, si distintos suelos se compactan empleando el mismo método es de esperar que los resultados obtenidos sean también distintos. Esto indica que el proceso de compactación de un suelo se encuentra afectado por una serie de factores, de los cuales los más determinantes son: (Rodríguez, 1992).

- Contenido de humedad del suelo: Ayuda a determinar con respecto al ensaye de laboratorio el valor óptimo del mismo para obtener la mayor densidad experimental.
- Energía de compactación: Es la que se entrega al suelo por unidad de volumen durante el proceso de compactación. En las pruebas dinámicas de laboratorio, en las que el suelo se somete a cierto número de impactos de un pisón normalizado dicha energía.
- Tipo de suelo: Se alcanzan mayores densidades a medida que el tamaño de las partículas del suelo que se compacta es mayor.
- Método o equipo de construcción utilizados: El método que se emplee para compactar un suelo es determinante en el resultado que se obtenga. Así, por ejemplo, la compactación de tipo estático ha demostrado ser muy eficiente en suelos granulares al igual que la de tipo vibratorio, mientras que el sistema de amasado es particularmente eficiente para la compactación de suelos cohesivos.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Re compactación del suelo: No es recomendable realizarlo, pero generalmente se da en suelos finos, ya que estos debido a las compactaciones tienen una deformación volumétrica del tipo plástico.

No todos los terrenos naturales con los que nos encontramos al proceder a realizar una cimentación son adecuados. Un terreno granular suelto por ejemplo puede suponer asientos elásticos inadmisibles. Lo mismo puede ocurrirle a un terreno cohesivo por motivos de consolidación. Por lo tanto, se tendría que proceder a realizar una mejora del suelo. (Rodríguez, 1992)

La compactación no es desde luego el único método de mejora de los terrenos, aunque sí uno de los más económicos y populares. Otros métodos son por ejemplo la inyección, la congelación, la vibro flotación, la precompresión, los drenes, la estabilización con materiales como la cal o las cenizas o la construcción de columnas de roca. No se debe confundir la compactación con la consolidación, en la compactación se somete al suelo a un golpeo o empaquetamiento que hace que expulse el aire de sus poros; en la consolidación, fenómeno típico de los suelos cohesivos saturados, se produce una expulsión gradual del agua de los poros. (Rodríguez, 1992)

Al compactar variamos la estructura del suelo y también algunas de sus propiedades mecánicas. Alguno de los parámetros del suelo que variarán según sea su compactación son la permeabilidad, el peso específico y la resistencia al corte. Con la compactación buscamos unas propiedades adecuadas del suelo de nuestra cimentación, así como una



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

uniformidad de éste que siempre disminuirá la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales. (Rodríguez, 1992)

De manera que la compactación consiste en un proceso repetitivo cuyo objetivo es conseguir un peso específico para una relación de agua dada tal que se garanticen las propiedades óptimas buscadas. En primer lugar, se vierte sobre el suelo natural existente, generalmente en sucesivas capas, un suelo de mejora con la granulometría adecuada. Posteriormente se modifica su humedad mediante desecación o mediante adición de agua y se le transmite energía de compactación mediante apisonado por golpes o presión. Para ello se utilizan diversas maquinarias, generalmente: rodillos – lisos, neumáticos, pata de cabra, vibratorios, etc. –, en función del tipo de terreno y muchas veces de la accesibilidad de éste. El principal objetivo de la compactación es mejorar las propiedades Ingenieriles del material en algunos aspectos: (Rodríguez, 1992).

- Aumentar la resistencia al corte, y, por consiguiente, mejorar la estabilidad de terraplenes y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos.
- Disminuir la compresibilidad y los asentamientos.
- Delimitar la relación de vacíos y reducir la permeabilidad.
- Reducir el potencial de expansión y contracción.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Con los ensayos se pretende determinar los parámetros óptimos de la compactación que asegurarán las propiedades del terreno buscadas. Esto se traduce en determinar cuál es la humedad que se requiere para conseguir, con una energía de compactación, la densidad seca máxima que puede tener dicho terreno. A esta humedad se la define como humedad óptima, y es con la que se consigue la máxima densidad seca, para la energía de compactación dada. Igualmente se define como densidad seca máxima aquella que se obtiene para la humedad óptima. (Rodríguez, 1992)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Se comprueba que al ir aumentando la humedad y compactando, la densidad seca va aumentando hasta llegar a un punto máximo para obtener la densidad seca máxima y la humedad óptima, a partir de este punto un aumento de humedad no supone mayor densidad seca sino al contrario una disminución de ésta. (Rodríguez, 1992)

El Ensayo Proctor Estándar se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. (Rodríguez, 1992)

- **Ensayo “Proctor Modificado” (ASTM D 1557 - 91, O - 70; AASHTO T 180 - 90, O - 90).**

Los ensayos más importantes son el Proctor Estándar (o Proctor Normal PN) y el Proctor Modificado, (PM). Ambos sirven para identificar la densidad máxima que puede alcanzar una muestra de suelo propuesta para usarse en terracerías o rellenos. El más empleado es la denominada prueba Proctor Modificado en el que se le aplica mayor energía de compactación que el estándar siendo el que esta más de acuerdo con las solicitudes que las modernas estructuras imponen al suelo. El ensayo de Proctor modificado se crea al crearse también equipos compactadores más pesados que se usan en la pavimentación de carreteras y aeropuertos. (Rodríguez, 1992)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

2.2. Marco legal.

Tabla 1

Marco Legal: Leyes

Ley	Artículos	Aplicación
Reglamento del Sistema Vial para Nicaragua.-	<p>Arto. 1. El presente Reglamento que forma parte del Plan Regulador, tiene por objeto dictar las normas técnicas y de procedimiento que debe cumplir, todo desarrollo urbano y obra de construcción afectado por el sistema vial, que se efectúen dentro del área.</p> <p>Arto. 3. Todo desarrollo urbano y de obra de construcción afectados por el sistema vial, deberán cumplir con las especificaciones técnicas y normas mínimas, que para tal efecto se establecen en el presente Reglamento y obtener en el Ministerio de la Vivienda y Asentamiento</p>	<p>Este artículo establece normas técnicas y procedimientos para todo desarrollo urbano y obra de construcción afectada por el sistema vial en la zona especificada.</p> <p>Este Art. establece que todo desarrollo urbano y obra de construcción afectada por el sistema vial deben cumplir con especificaciones técnicas y normas mínimas, y obtener el Permiso de Desarrollo Vial del Ministerio de la Vivienda, previa autorización del Ministerio de Transporte e Infraestructura.</p>



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

	Humanos, el correspondiente Permiso de Desarrollo Vial establecido en el Reglamento de Permiso de Construcción; previa autorización del Ministerio de Transporte e Infraestructura.	
Ley 355 , creadora del fondo de mantenimiento vial. Publicado en La Gaceta No. 157 del 21 de agosto del 2000.	Art. 6.- Los objetivos fundamentales del Fondo de Mantenimiento Vial	Asegurar la existencia de un nivel adecuado de servicio de mantenimiento vial que permita, por medio de una infraestructura vial eficiente, elevar la productividad y el nivel de competitividad de la industria, el comercio y la agricultura de la República.
Ley No. 706 de Reforma a la Ley No. 355 creadora del fondo de mantenimiento vial, FOMAV". Aprobado el 8 de octubre del	Art. 7 El Fondo de Mantenimiento Vial aplicará los recursos captados y establecidos en la presente Ley, exclusivamente en las siguientes actividades:	La Red Vial Municipal Mantenable será establecida a través de Convenios anuales firmados entre el FOMAV y AMUNIC. La identificación y priorización de los tramos que la conforman, se realizará anualmente mediante un estudio técnico-económico, en el que se determinará qué



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

2009. Publicado en La Gaceta No. 243 del 23 de diciembre del 2009.

Ley No. 574 creación del tributo especial para el financiamiento del fondo de mantenimiento vial FOMAV.

LEY No. 1076 del digesto jurídico nicaragüense de la materia de infraestructura. Aprobada el 06 de julio de 2021. Publicada en La Gaceta, Diario Oficial

Art. 1.- Objeto. La presente Ley tiene por objeto asegurar los recursos financieros para el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV).

Art. 1 Objeto
El Digesto Jurídico Nicaragüense de la Materia de Infraestructura, tiene como objeto recopilar, ordenar, depurar y consolidar el marco jurídico vigente de esta materia, de conformidad con la Ley Nº. 963, Ley del Digesto Jurídico Nicaragüense, publicada en La Gaceta, Diario

tramos de caminos y calles, por su condición física se excluyen de la misma, por requerir éstos, intervenciones mayores a un mantenimiento, además el Convenio no deberá contemplar la construcción de nuevas vías.

En consonancia con su Ley creadora y su Reglamento, que procuran disponer de los fondos suficientes para ejecutar los distintos proyectos de mantenimiento de la Red Vial Mantenible a nivel nacional.

Este Digesto Jurídico contiene los Registros de las normas jurídicas vigentes; la referencia de los Instrumentos Internacionales aprobados y ratificados por el Estado de Nicaragua; las normas jurídicas sin vigencia o derecho histórico y las normas jurídicas consolidadas, vinculadas a la materia de Infraestructura; Anexos I, II, III



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

No. 10 del 18 de enero de 2022.	Oficial N ^o . 203 de 25 de octubre de 2017.	y IV que forman parte integrante de la presente Ley.
Ley No. 237. Reguladora de la actividad de diseño y construcción decreto	Artículo 1.- La presente Ley tiene por objeto regular en el país la actividad de diseño y construcción, a fin de conocer y racionalizar los recursos existentes y orientarlos de acuerdo a los planes de desarrollo del sector.	Las personas sujetas a la presente Ley que pretendan continuar ejerciendo las actividades que la misma regula, deberán registrarse en la secretaria general de Ministerio de la Construcción, dentro de los sesenta días posteriores a la publicación de Reglamento que se dicte de la presente Ley.
Decreto No. 7 – 2006 Reglamento de la Ley No. 574.	Arto 1.- El presente Decreto tiene por objeto establecer las disposiciones reglamentarias de la Ley No. 574, Ley de Creación del Tributo Especial para el Financiamiento del Fondo de Mantenimiento Vial (T-FOMAV), publicada en La Gaceta, Diario Oficial No. 250 del 27 de diciembre de 2005, en	Se entenderá el tributo especial creado en la Ley No. 574, “Ley de Creación del Tributo Especial para el Financiamiento del Fondo de Mantenimiento Vial (T-FOMAV)”



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

	adelante denominada la Ley.	
Decreto No. 13 -2006 Reglamento de la Ley No. 572.	Arto. 7.- El Fondo de Mantenimiento Vial aplicará los recursos captados y establecidos en la presente Ley exclusivamente en las actividades siguientes:	La Red Vial Nacional Mantenable será establecida a través de Convenios anuales firmados entre el Ministerio de Transporte e Infraestructura y el Fondo de Mantenimiento Vial.
	1. Mantenimiento de la Red Vial Mantenable.	



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

2.3. Marco contextual, institucional.

2.3.1. Marco contextual.

El presente estudio se realiza en el marco del cumplimiento de los programas de estudio del Curso de Culminación de Grado, los cuales establecen que las mismas deberán culminar con un proyecto de graduación según orientaciones de la coordinación de ingenierías de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Ciencias Comerciales.

2.3.2. Marco Institucional.

1. MARENA

Figura 2

Logo Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales (MARENA)



Fuente: (Logos, 2008)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Visión

Realizar la normación y regulación de los recursos naturales y de la calidad ambiental, con eficacia y eficiencia, previniendo y controlando la contaminación ambiental por obras, proyectos y actividades, contribuyendo a la protección de la Madre Tierra, la adaptación al cambio climático, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, los bosques, los suelos y el agua.

Misión

Normar y regular la conservación y el uso racional de los recursos naturales y la protección de la Madre Tierra; mediante la formación de valores de identidad y conciencia desde la Persona, la Familia y la Comunidad, en alianzas estratégicas con los Gabinetes de Familia, Comunidad y Vida, Gabinetes de Gobiernos Locales y Territoriales, Juventud y Sector Privado para avanzar en el bienestar de las familias, restituyendo el derecho humano a un ambiente saludable.

El principal objetivo del MMA es mejorar el bienestar y calidad de vida de las personas, promoviendo un desarrollo sustentable.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

2. ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA REYNAGA MALPAISILLO.

Figura 3

Logos Alcaldía Municipal de la Reynaga Malpaisillo



Fuentes: (mined.go.ni)

Misión

Somos buen gobierno con administración transparente, eficiente, bien organizada y productiva, garantizando la prestación de los servicios y la realización de obras con calidad y calidez para el bienestar y seguridad de las personas, familias y comunidad.

Visión

Municipio con un desarrollo económico y social justo y humano, con el protagonismo de las familias y comunidades, siendo más atractivos y seguros, generando una cultura de trabajo productivo y sostenible, en armonía con el medio ambiente, para reducir la pobreza y las desigualdades sociales.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Funciones del alcalde o alcaldesa.

- Presidir las sesiones del Gobierno Municipal.
- Cumplir y hacer cumplir la normativa departamental y municipal.
- Dirigir la actividad administrativa del Gobierno Municipal.
- Ejercer la representación del Gobierno Municipal.

3. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

Figura 4

Logo Universidad de Ciencias Comerciales (UCC)



Fuentes: (UCC, 2024)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Misión

Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.

Visión

Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, a fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo.

Valores

Liderazgo; Ética Profesional; Creatividad; Calidad.

Objetivos

- Desarrollar la vinculación de la Universidad con Graduados y Egresados.
- Promover el uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos enseñanza aprendizaje y administrativos para mejorar la efectividad del desempeño.
- Fomentar el desarrollo de la Investigación con calidad y pertinencia articulada con el desarrollo científico técnico, la docencia y la extensión.
- Desarrollar la extensión universitaria compartiendo con la comunidad los conocimientos y fortalezas de la Universidad y recibiendo retroalimentación.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Fortalecer y desarrollar la vinculación y colaboración con empresarios y autoridades gubernamentales, impulsando la alianza Universidad-Empresa-Estado.
- Desarrollar el talento humano con las competencias necesarias para mejorar el desempeño en todos los ámbitos.
- Fortalecer la Gestión Administrativa de la Universidad, en función de asegurar su autosostenibilidad financiera y el cumplimiento de sus objetivos.
- Desarrollar en la comunidad universitaria una cultura organizacional que propicie, que genere y se comprometa con el proceso de mejora continua.
- Renovar y potenciar la presencia, la participación y el posicionamiento de la Universidad a nivel nacional y regional.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1. Tipo de Proyecto:

Se llama proyecto a todas las acciones y actividades que se llevan a cabo con el objetivo de alcanzar un fin. Generalmente, este fin está relacionado con la necesidad de implementar una mejora, aplicar una idea, o conseguir alcanzar un plan.

Cada proyecto presenta sus propias características. De hecho, no serán las mismas para un proyecto de investigación que para un proyecto empresarial. No obstante, en rasgos generales, podemos señalar las siguientes:

• Son únicos

Esto quiere decir que, aunque apliquemos pasos estandarizados para llevarlos a cabo, será necesario ajustarlos y personalizarlos. En este sentido, abordar un proyecto implica salir de la rutina y enfrentarse a lo desconocido.

• Cuentan con un tiempo limitado.

Es necesario establecer los plazos y en la medida de lo posible, cumplirlos, para poder alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- **Necesita un equipo.**

Además, este equipo suele ser diferente para cada proyecto. Por norma general, se establecen unos roles y las tareas se reparten atendiendo a sus características.

- **Cuenta con unas fases que son flexibles.**

Para sacar adelante un proyecto, como mínimo es necesario planificarlo, ejecutarlo y entregarlo. No obstante, estas fases se dividen en otras subfases que, en muchos casos, son flexibles.

- **Tiene unos elementos clave.**

Estos elementos clave componen su estructura y además permiten que pueda llevarse a término.

3.1.1 Según la procedencia del capital.

El proyecto según la procedencia del capital es un proyecto de inversión pública. Ya que será financiado en su totalidad con fondos públicos o que provengan de instituciones gubernamentales.

3.1.2 Según el sector.

El proyecto según el sector es un proyecto de construcción. Suponen la puesta en marcha de una obra de tipo civil o arquitectónico.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

3.1.3 Según el ámbito o perfil profesional.

El proyecto según el ámbito o perfil profesional es un proyecto de ingeniería. Son aquellos dirigidos al diseño y elaboración de herramientas técnicas y tecnológicas, maquinaria de uso industrial, y otra serie de elementos, en función de la especialidad.

3.1.4 Según su orientación.

El proyecto según su orientación son proyectos sociales y proyectos comunitarios.

Proyectos sociales: apuntan a la mejora de la calidad de vida de una región, país o localidad. Quienes saben cuáles son los principales tipos de proyectos sociales tienen claro que, en todo caso, las personas son sus principales beneficiarios.

Proyectos comunitarios: son similares a los proyectos sociales, con la única diferencia de que las personas beneficiadas tienen un papel activo durante la ejecución de las labores previstas.

Proyecto mixto: puesto el presupuesto o capital a usar en el proyecto será proporcionado 50% por la alcaldía y 50% por la empresa tritón minera +S, A.

3.1.5 Según su área de influencia.

El proyecto según su área de influencia es proyectos locales. Su alcance se limita a ciertas comunidades, localidades, pueblos o comarcas. La acción es mucho más específica. Para el presente proyecto su área de influencia se define desde el empalme de Mina el Limón, hasta el empalme La Reynaga-



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

3.2. Unidades de Análisis.

El estudio se ubica en el departamento de León, Nicaragua. Iniciando del empalme mina el limón ubicado en el municipio de La Reynaga departamento de León, finalizando en el empalme las marías; se desplaza a una longitud de 7 km. Este tramo (de estudio) se considera la parte inicial del camino que comunica a la comunidad de mina el limón, con una longitud total de 15 km. El tramo de carretera de 7 Km, entre el empalme de la Mina El Limón y el empalme La Reynaga.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según estudios de ingeniería.

- Diagnostico situacional: Esta es una técnica de recolección de Información directos y confiables utilizada para compilar información del objeto en estudio sin invertir ni alterar el ambiente. (Hernández Sampieri, 2014).
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales.
- Método AASHTO – 93 para el Diseño de Pavimentos Rígidos.
- Primera Atlas Nacional de Suelos.
- Estudió de Tráfico. - Identificación del tramo para el conteo volumétrico (Formatos de Conteo Vehicular).



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Estudio de Topografía: Levantamiento topográfico con estación total marca SOKIA Modelo SCT6.
- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.

Según análisis de riesgos.

- Diagrama de Ishikawa: El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M.
- Matriz IPER: es una herramienta de gestión que se utiliza para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, está estructurada bajo la descripción detallada de los peligros, riesgos, severidad, probabilidad, controles y planes de tratamiento, bajo un enfoque que le otorga a la organización la optimización de la evaluación, control y monitoreo de los factores de riesgo identificados.
- Análisis documentario: Esta técnica se dedicó a reunir y analizar datos que existen en forma de documentos que contiene datos, símbolos, procedimientos, etc. que han sido producidos para estudiar un fenómeno determinado. (Hernández Sampieri, 2014).



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

3.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos.

Frecuentemente los investigadores necesitan tener seguridad que el instrumento que utilizan para extraer cierta información de cualquier fenómeno mida lo que realmente quieren medir y que sea coherente, para esto todo instrumento de medición debe tener dos importantes características que son la confiabilidad y validez.

La confiabilidad nos indica el grado en el que la aplicación repetida del instrumento al mismo sujeto, produzca los mismos resultados y la validez se refiere al grado en el que un instrumento mide lo que se supone que debe medir.

Requiriendo una correcta validación de la investigación se realizarán ensayos de control y excelencia, con las respectivas interpretaciones óptimas de resultados, para asegurar la fiabilidad de estas, incluyendo el acatamiento de los requerimientos establecidos en las Normas Técnicas Centroamericanas, para el diseño de vías perteneciente al presente estudio, lo que contribuirá al desarrollo de futuros proyectos.

El presente proyecto cumple con la confiabilidad y validez de los instrumentos ya que se trabajó con fuentes verificadas por profesionales expertos en el tema.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

3.5. Procesamiento de datos y análisis de la información.

Como primera actividad es necesario la visita de sitio de estudio, entrevistarse con la población que viven próximos, observar la infraestructura, equipamiento y servicios básicos con los que cuenta los habitantes, con esto se pretende identificar los problemas y necesidades existentes analizando las causas que lo generan y los efectos que provoca, como continuación de la primera actividad se realizara recorrido por el camino a intervenir, por inspección visual se identificaran los puntos críticos del camino (baches, zonas con estancamientos de agua, drenajes obstruidos etc.),este recorrido también ayudara a localizar obras y el tipo de obra que existe a lo largo del tramo esto con la finalidad de tomarlas en consideración al momento de realizar propuesta si y solo si el estado de esta se encuentra bien y si cumple la función para la que fue construida con herramientas de medición se levantara l longitud total del camio a intervenir y su ancho promedio.

En una segunda actividad, se realizará levantamiento topográfico, se tomarán secciones cada 10 metros o 5 metros en dependencia de las irregularidades del terreno esto con la finalidad de tener información precisa, con este levantamiento obtendremos la información necesaria para definir nuestro nivel de carretera terminada, este también nos ayudara a definir la ubicación de obras adicionales (cunetas y canales) para evacuar el agua proveniente de terrenos colindantes y de los que recoge el rodamiento.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

En paralelo con lo arriba descrito se realizará estudio de suelo, en este estudio de suelos se realizarán calicatas y/o sondeos para llegar a conocer la capacidad de carga de la materia existente esto con la finalidad de tomar la mejor decisión para que la carretera tenga una larga duración, pudiendo ser una opción estabilizado de base con suelo cemento, o mejoramiento de rasante con pedraplén o zona bajas donde el material sea arcilloso.

Se realizará aforo vehicular esto con la finalidad de obtener una caracterización de los vehículos que por ahí transitan esto nos ayudara en etapa de diseño de espesores de sub base y base y determinar si es viable la construcción de este tramo de carretera.

Una vez que lo arriba descrito es realizado se pasa a la etapa de procesamiento y análisis para lo cual usaran usada las siguientes herramientas ofimáticas y programas especializados.

Microsoft Word.

Es un programa de procesamiento de texto en el cual se generarán los informes de este trabajo.

Microsoft Excel.

Programa que permite editar hojas de cálculo, en este se cargaran los puntos obtenidos en el levantamiento topográfico, se realizaran los cálculos y graficas de las informaciones obtenidas en levantamientos de campo.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Microsoft Power Point.

Programa empleado para crear presentaciones, en este serán realizadas las presentaciones para exponer a las partes interesadas en la ejecución del trabajo que se está desarrollando.

CivilCAD - 2021.

Programa de ingeniería empleado para diseño geométrico de carreteras, en este programa obtendremos y generaremos curvas de nivel y sus anotaciones, ejes de proyecto con sus estaciones, perfiles y secciones esto nos ayudara para el cálculo de volúmenes de corte y relleno, la definición o ubicación de obras complementarias (drenaje).



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL

4.1. Diagnóstico.

El estudio se ubica en el departamento de León, Nicaragua. Iniciando del empalme mina el limón ubicado en el municipio de La Reynaga departamento de León, finalizando en el empalme las marías; se desplaza a una longitud de 7 km. Este tramo (de estudio) se considera la parte inicial del camino que comunica a la comunidad de mina el limón, con una longitud total de 15 km.

4.1.1. Antecedentes.

El tramo de estudio, se localiza al noreste del municipio de León, a unos 8 Km aproximadamente al Este de Malpaisillo, inicia en el Empalme a la Mina El Limón, en su trayectoria comunica con unas cinco comunidades que están asentadas sobre la zona de influencia del camino. Se caracteriza por ser un camino de todo tiempo, siendo actualmente un camino en deterioro, con problemas en su superficie de rodamiento, problemas para la evacuación de las aguas debido a las malas condiciones del drenaje, pérdida de material y baches. Esto reduce notablemente su capacidad y nivel de servicio.

La superficie de rodamiento está compuesta por superficie de suelo natural, en algunos tramos presenta leve revestimiento de grava granular, la cual se encuentra en estado regular, algunos tramos se dificulta el paso vehicular en épocas de lluvias, pero en tiempos secos se alcanza velocidades mayores a los 35 Km/h. El ancho de rodamiento



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

promedio es de 5.50 m variando entre 8.70 y 11.00 m., se pudo constatar la muy poca presencia de drenaje longitudinal como transversal y las alcantarillas de cruces se encuentran sucias en la entrada y salida.

Al inicio hay un cauce empedrado paralelo al camino con un ancho de 5.10 metros y está localizado en la coordenada N 12° 35' 933" y O 86°44'377" (margen derecho). El proyecto corresponde al adoquinado de 15.0 Km de caminos rurales en el tramo Empalme Mina El Limón en el municipio de Larreynaga Malpaisillo, departamento de León.

El proyecto consiste en la estabilización del camino utilizando adoquines de concreto, proponiéndose una sección transversal de dos carriles (uno por sentido de circulación). Dicho proyecto presenta como objetivo mantener el acceso a los importantes municipios agropecuarios de forma eficiente y segura, mejorando así, la economía nacional, minimizando los costos operativos del mantenimiento de los vehículos, dinamizando la economía local y promoviendo la incorporación de la producción de la zona a beneficio del PIB nacional.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

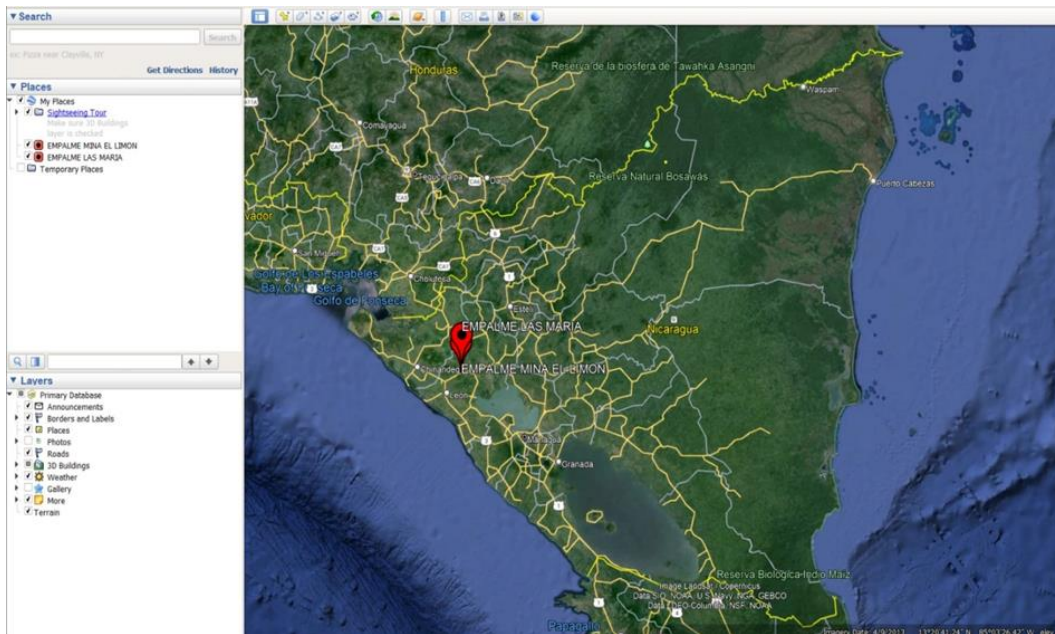
4.1.2. Macro y Micro localización

4.1.2.1. Macro localización.

La Macro localización, describe la zona geográfica donde se encontrará el proyecto a nivel nacional. El proyecto se ubica en la ciudad de León, Nicaragua.

Figura 5

Macro Localización.



Fuentes: (Google Eath, n.d.)

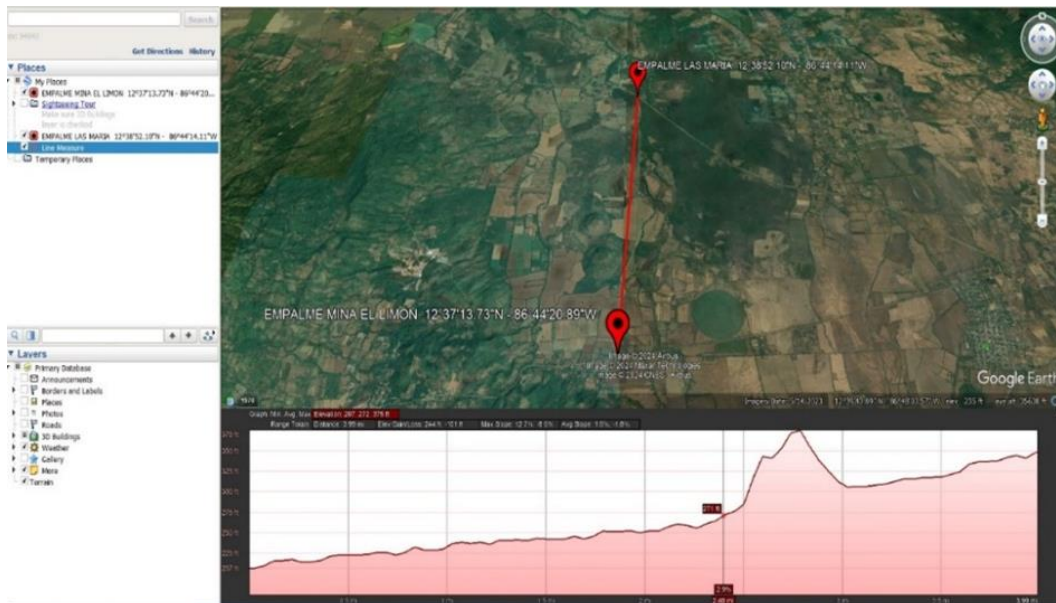
DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

4.1.2.2. Micro Localización

Especifica la ubicación a nivel regional y municipal del tramo en que se realizara el proyecto. Departamento de León, municipio de Malpaisillo.

Figura 6

Micro Localización



Fuente: (Google Eath, n.d.)

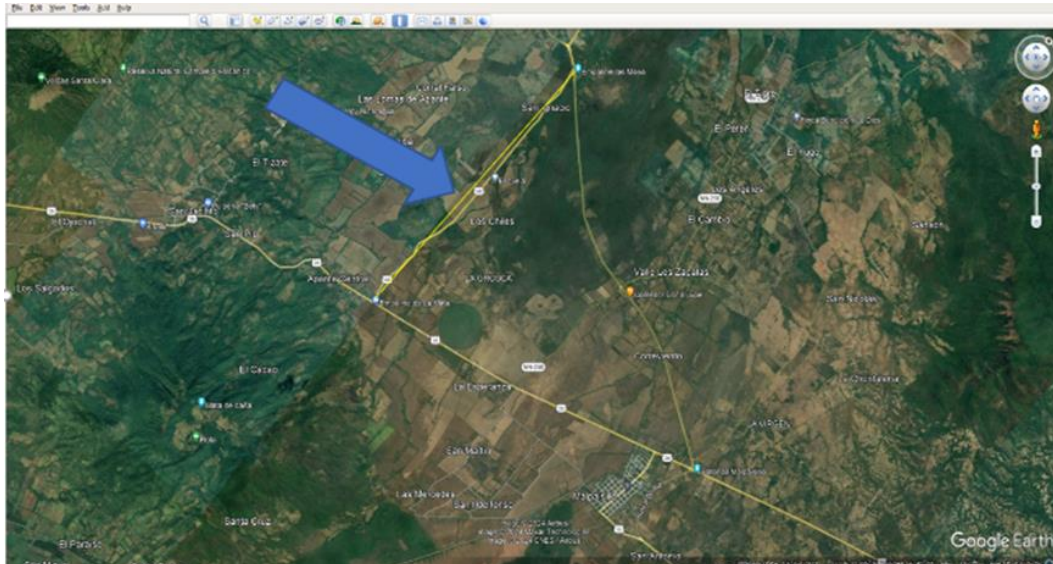
El Sitio.

Especifica la ubicación a nivel local del tramo en que se realizara el proyecto. Empalme Mina El Limón – Empalme Las Marías, municipio la Reynaga.

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 7

Mapa de Sitio



Fuente: (Google Eath, n.d.)

4.1.3. Accesibilidad.

En términos de accesibilidad, el tramo de estudio está definido por el camino que desembocan a la entrada de las comunidades San Ignacio, Las Marías, Minvha, Santa Pancha, La Quemada y empalme La Mina el Limón. Los siete (7) Km de estudio son un camino de todo tiempo. Un camino, en sentido lato, designa toda vía de comunicación entre dos puntos; en su sentido restringido y más usado, se aplica a las vías terrestres de comunicación.



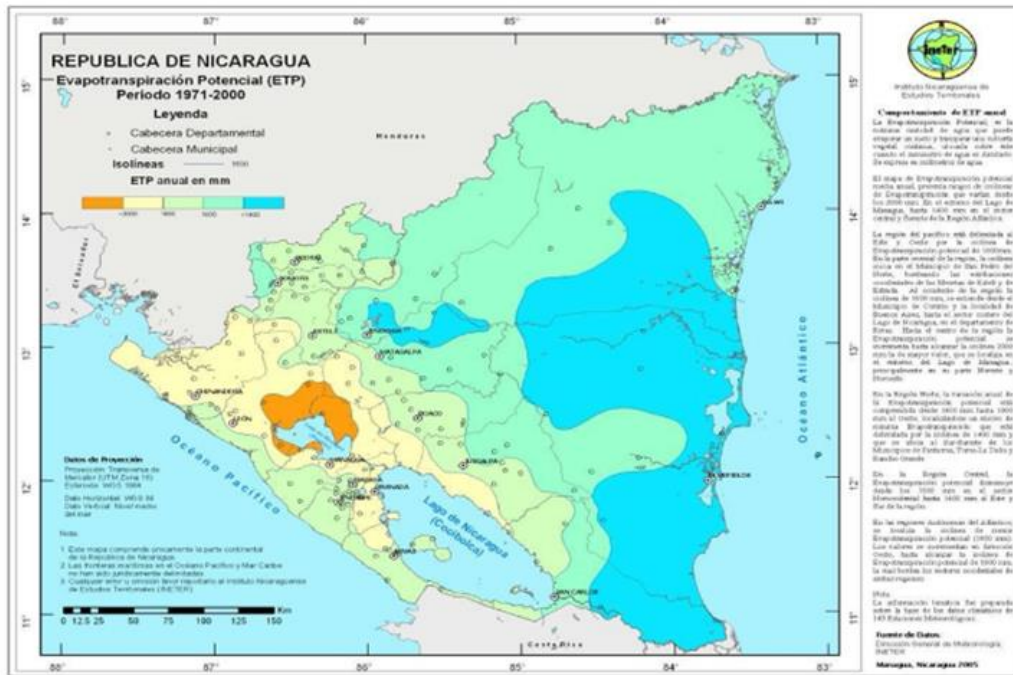
DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

4.1.4. Caracterización del Entorno Natural.

El clima del municipio de LARREYNAGA, es clima Tropical de Sabana, se caracteriza por una marcada estación seca de seis a siete meses de duración.

Figura 8

Mapa Climático de Nicaragua



Fuente: (19 Digital, 07)

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

4.1.4.1 Humedad.

Humedad relativa: 94%; Presión atmosférica: 1008 hPa.

Figura 9

Mapa de Humedad de Nicaragua.



Fuente: (ATLAS CLIMÁTICO DE NICARAGUA, n.d.)

4.1.4.2 Relieve

Se ubica en las Provincias Geomorfológicas: Cordillera Volcánica del Pacífico y Depresión Nicaragüense; La Cordillera Volcánica del Pacífico, el Complejo Volcánico Cerro Negro Las Pilas, ocupa el extremo Sudoeste, sirviéndole de límite con el municipio de León y la Depresión Nicaragüense, ocupa el resto del territorio, presentando elevaciones desde los 50 msnm hasta los 489 msnm.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

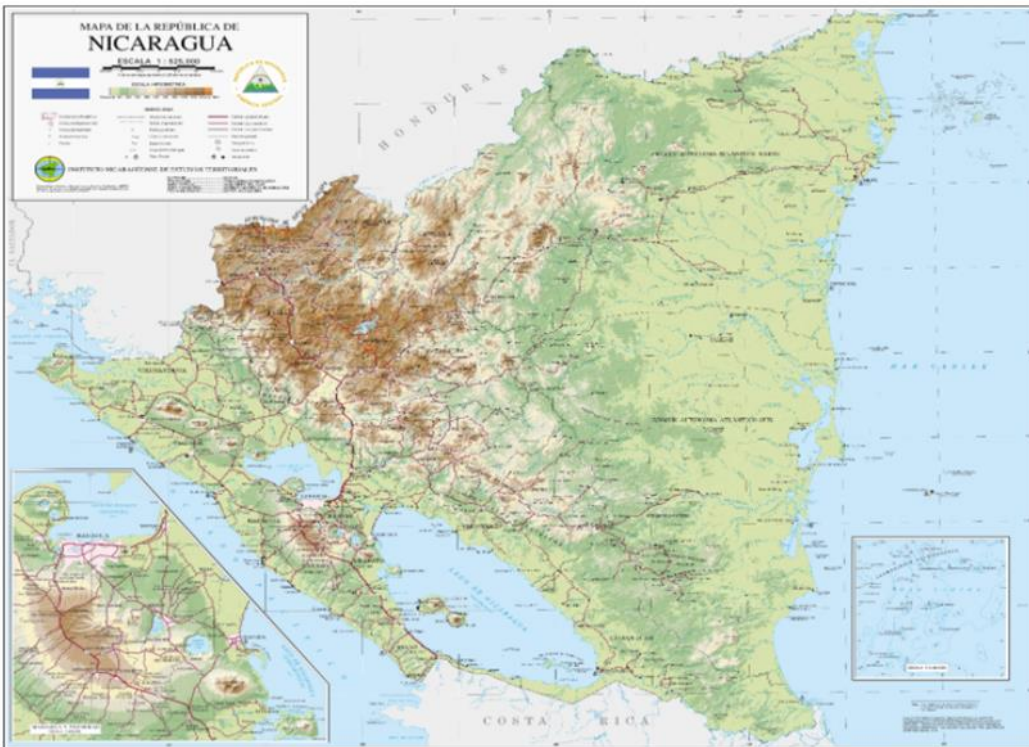
En la Cordillera de los Cerro Negro las altitudes van desde los 200 msnm, hasta los 1,100 msnm., que corresponde al Volcán Las Pilas; se encuentran, además, el Volcán Cerro Negro con 726 msnm, el que frecuentemente presenta actividad fumarólica con erupciones de ceniza, arena y lava.

La Depresión Nicaragüense es una extensa planicie donde se distinguen algunas formaciones de lomeríos, las que se agrupan en el Sector central, cruzando el territorio en dirección Noroeste al centro Sur: en esta formación se diferencia dos complejos, el de la Mina El Limón Santa Pancha, al Noroeste con elevaciones de 100 msnm a 248 msnm. En Lomas Las Mesas, y el de Cerro la cruz, en el sector Sur central, con elevaciones desde los 100 msnm.

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 10

Mapa de Relieve



Fuente: (Ineter, n.d.)

4.1.4.3 Hidrología

En la Planicie de Malpaisillo se identifican: en el Sector Noroeste, la Cuenca del Río Galilao, que nace en la zona de lomeríos de la Comarca Minvha con la vertiente El Provisor, la que confluye con otra vertiente que nace en las estribaciones del cerro El Chúcaro para conformar el Río Galilao, el que se dirige hacia el Oeste en un recorrido de 8 Km, aproximadamente, y se interna en el municipio de Telica, siguiendo hacia



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Villanueva, desagua en el Estero Real, Océano Pacífico; este río recibe dos afluentes más.

También se ubica, en el Sector Sudeste, el Río Sinecapa que le sirve de límite Este con el Municipio de El Jicaral, en un recorrido de 8 Km aproximadamente, el que tiene como tributario al Río El Caimito, que nace en el Municipio de El Sauce en las estribaciones del macizo de lomeríos de la Comarca Valle de San Antonio, con el nombre de Río Mescales, el que en Larreynaga recibe una red de afluentes de vertientes que nacen en las estribaciones de los omeríos de la Mesa El Tortuguero; también se identifica una red de vertientes tributarias del Río Mescales, siendo las principales el Río Malaca Toya, Santa Ana, San Andrés, El Tamarindo, La Zorra y La Ermita.

En términos globales y a nivel nacional, Nicaragua dispone del agua suficiente para satisfacer todas sus necesidades presentes y futuras (doméstica, industrial y agrícola), lo que se refleja en una lámina equivalente de precipitación promedio anual estimada del orden de los 2100mm y una escorrentía superficial del orden de unos 4600 m³/s.

En cuanto a las aguas subterráneas, la disponibilidad total de los principales acuíferos estudiados en el país es de unos 2,254 MMC/años localizados principalmente en la región del pacífico, la cuenca de los lagos y los valles intermitanos de la región central.

Figura 11

Mapa Hidrológico de Nicaragua.



Fuente: (Hidrología de Nicaragua)

4.1.4.4 Geología.

Debido a las limitantes económicas para el desarrollo de los estudios geólogos solo se hicieron investigaciones que abarcaran la geología del Municipio La Reynaga Malpaisillo y cómo influye en las construcciones de infraestructuras viales.

Según las investigaciones realizadas basadas en la primera Atlas Nacional de Suelos para determinar el Uso Potencial de la Tierra e identificar las diferentes categorías de uso, se utilizó como base el Mapa Nacional de Suelos al 2020; se clasificó la pendiente



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

del terreno mediante el Modelo de Elevación Digital (DEM) de 30 metros; se construyó el símbolo de cada unidad de suelos que comprende las características, limitantes o modificadores del uso, el cual está compuesto de tres partes: siglas que representan el subgrupo taxonómico; un quebrado formado por el numerador que representa con profundidad, textura de la superficie, textura del subsuelo y drenaje interno y el denominador representado por la pendiente y otras limitaciones; seguido la clase de capacidad. Para la definición de las clases de capacidad se utilizó el sistema conocido como capacidad agrológica, sistema elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Son ocho las clases definidas en esta clasificación, las cuales se representan con números romanos que van del I al VIII, de mayor a menor capacidad de uso y de menor a mayor vulnerabilidad erosiva.

Para precisar las categorías de uso, se definieron cuatro zonas climáticas en base a la precipitación promedio anual; se realizó así para determinar, en función de este parámetro climático, el grado de adaptabilidad de las plantas nativas y cultivadas en cada zona.

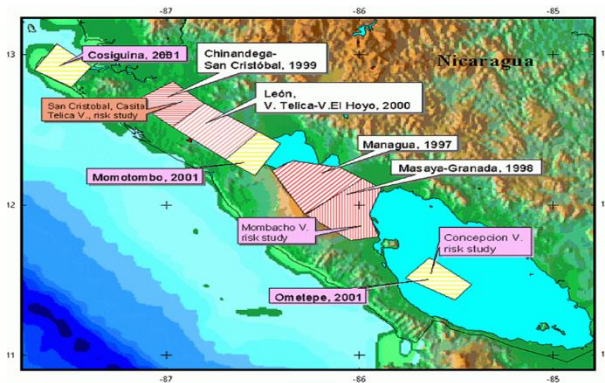


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

GEOLOGIA DE NICARAGUA

La geología de Nicaragua comenzó durante la era del paleozoico y culminó con la intensa actividad tectónica del cuaternario. Durante el paleozoico medio inferior y el mesozoico, América Central conformaba dos grandes provincias geológicas bien definidas; la Septentrional en el Norte y el Meridional en el Sur, culminando ambas en el Norte y Sur de Nicaragua respectivamente. Geológicamente la provincia septentrional representa una corteza continental asentada en rocas metamórficas paleozoicas sobre las cuales yacen rocas sedimentarias del paleozoico, mesozoico, terciario y rocas plutónicas. La parte Meridional está constituida por una corteza oceánica cretácica con basamento de rocas ígneas básicas superpuestas por sedimentos marinos y volcánicos del terciario.

*Figura 12
Mapa Geológico.*



Fuente: (Ineter)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

4.1.4.5 Fauna y Flora

En el Municipio de LARREYNAGA quedan muy pocos bosques, los últimos reductos se localizan en la Cordillera de Los Maribios, en los macizos de lomeríos y algunas manchas en las planicies: Llanos La Horqueta, Media Lucha, Las Camelias, Charco de Los Bueyes, La Campana, Buenos Aires, Llano Moncada, Llanos Desollados.

El Municipio de LARREYNAGA se ubica en La. Región Ecológica I, Sector del Pacífico, en la Formación Vegetal Zonal del Trópico: 1 Bosques bajos o medianos caducifolios de zonas cálidas y secas; 2 Bosques medianos o bajos sub caducifolios de zonas cálidas y semi húmedas, y en la Formación Vegetal Zonal del Trópico: 3 Bosques medianos o altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas, que es el área geográfica correspondiente a La Cordillera de Los Maribios.

La vegetación de Nicaragua es de naturaleza tropical y subtropical. Dentro de la fauna de Nicaragua se encuentran el puma, el venado, jaguar, pecarí, algunas especies de monos y lagartos, así como una amplia variedad de reptiles; son abundantes los guacamayos denominados lapas, los colibríes y los pavos salvajes.

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 13

Mapa de Flora y Fauna.



Fuentes: (Republica de Nicaragua Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales)

El municipio de Larreynaga está ubicado al norte del municipio de León. Aquí se localizan elevaciones con altitudes que van desde los 200 m.s.n.m. hasta los 1.100 m.s.n.m. como parte de la cordillera de Los Maribios.

La Reserva Natural Complejo Volcánico Las Pilas-El Hoyo es compartido con los municipios de León y La Paz Centro.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Se encontró la laguna de Asososca, conocida como Laguna del Tigre, con aguas cristalinas; el volcán El Hoyo (1,089 m s.n.m.) que es una deformación geológica a como su nombre lo indica “es un hoyo profundo compuesto de solo rocas”, la vista desde aquí es espectacular, ya que incluye la planicie de los lagos, el volcán Momotombo, Momotombito y otros colosos de la cadena volcánica del occidente del país; el cráter contiguo a El Hoyo, de donde sale vapor a presión, lo nombran “Las fumarolas”.

Figura14

Volcán Cerro Negro.



Fuente: (vianica, 2024)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

El Volcán Las Pilas (1,008 m s.n.m.), inactivo, tiene un microclima idóneo para la flora y fauna; el Cerro Cabeza de Vaca es uno de las áreas más montañosas del complejo volcánico, y el Volcán Cerro Negro (726 m s.n.m.), donde actualmente se realizan las aventuras extremas de sandboarding y canopy.

Cuando el volcán Cerro Negro, que es uno de los colosos más activos de la cordillera volcánica, entra en erupción, la emisión de gases atrae a visitantes nacionales y extranjeros. Las caminatas de escalamiento y la contemplación del paisaje son el atractivo de la zona.

Bosque deciduo: caracterizado por la pérdida de las hojas de gran parte de las especies durante el verano. Presenta dos estratos con áreas abiertas (claros) que deja entrada de la luz, permitiendo la presencia de lianas o bejucos. Es más cerrado en las partes altas de los cerros o en cañadas profundas; la vegetación forma de tres a cuatro estratos y los árboles pueden conformar rutas de pasos para monos.

El bosque latifoliado deciduo sobre lava volcánica: el que se desarrolla sobre antiguas coladas de lava. La vegetación en los sitios donde el suelo es menos evolucionado se resume en árboles pequeños, arbustos, helechos, musgos y líquenes. La laguna cratérica El Tigre o Asososca es poco conocida y tiene una profundidad aproximada de 35 metros.



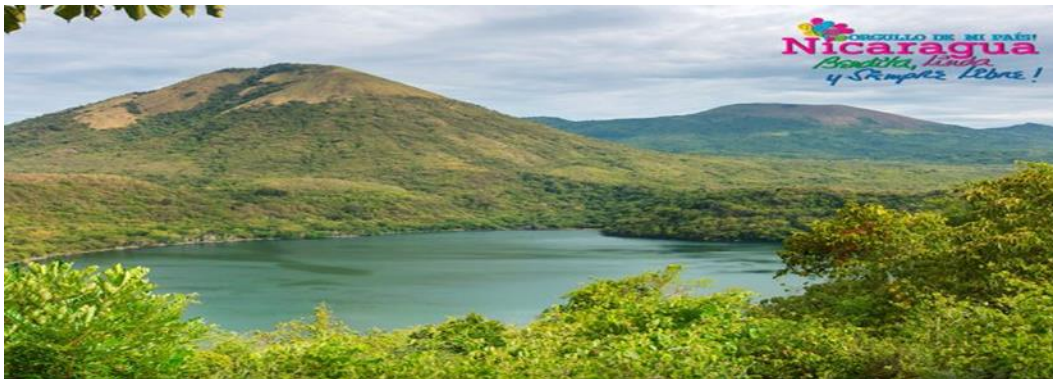
DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Vegetación arbustiva: este tipo de ecosistema comprende principalmente la vegetación de baja altura, se le encuentra sirviendo de transición, entre un ecosistema y otro. En algunos casos este ecosistema da paso a la agricultura de granos básicos. También hay pasto natural, que se forma por la incidencia de incendios forestales, la influencia de los gases emanados por los volcanes y fumarolas.

El sistema agrícola está representado por los cultivos de maíz, frijol, arroz y sorgo. También se pueden encontrar cultivos de maní, ajonjolí, yuca, quequisque, tomate, pipián, sandía, ayote y chiltoma.

Figura 15

Laguna El Tigre



(19 Digital, 07)

Las especies de flora predominantes son el guácimo de ternero, tigüilote, sacuanjoche, güiligüiste, jiñocuabo, chocoyito, melero, cortez, madroño, guanacaste blanco, sardinillo, laurel negro, guanacaste de oreja, genízaro, tempisque, chilamate, jocote, jocote jobo,



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

carraño, suncho, coyote, nancite, madero negro, guarumo, aceituno, palo de leche, ron, roble macuelizo, caoba del pacífico, la tuna y anona.

Entre las especies representativas de mamíferos están el tigrillo, el mono, mono cara blanca, pizote, mapachín y coyote. Entre las aves se encuentran la lora frente blanca y lora nuca amarilla, gavilán tijerilla, gavilán colirrojo, loro frentinaranja, paloma ala blanca, vireo ojirrojo, chachalaca, y entre los peces la pepesca, mojarra, guapote, tilapia y mozambica. Parte de la Reserva Natural Telica – Rota, que abarca los municipios de Telica y Quezalaguaque, está en Larreynaga.

El municipio tiene depresiones por lo se distinguen algunas formaciones de lomeríos, las que se agrupan en el sector norte extendiéndose en el territorio en dirección noroeste – sureste; está formado por los complejos de la Mina El Limón y Santa Pancha, lomas Las Mesas y el cerro Pantasma – Santa Teresa.

El cerro El Chúcaro es una de las montañas más densas en esta zona; en Larreynaga además se identifican las formaciones montañosas con numerosos ojos de agua en Portobanco y La Calera, además la Cordillera El Aguacate, y el Complejo Mesa El Tortuguero – Cerro Monte Grande. El municipio presenta condiciones físico – geográficas que acompaña y comunica con la Cadena Volcánica de los Maribios, lo que permite desarrollar diversidad de actividades y productos turísticos.

Si te gustan las experiencias del campo visita las fincas ubicadas en la comunidad Santa Rosa de los Parrales, aquí encontrar un área montañosa conocida como “La reserva Los



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Madroños”. El municipio posee fincas tecnificadas con condiciones para alojamiento y alimentos en las comunidades de Portobanco, Larreynaga, Las Lomas, Valle las Zapatas, Calle Real, La Esperanza, Terrero 1 y Malpaisillo. La cabecera municipal, Malpaisillo, tiene una pista aérea que facilita el transporte hacia este lugar.

También hay iniciativas comunitarias turísticas de recién conformación integrada por socios de las comunidades Terrero 1, Terrero 2, Terrero 3 y Terrero 4; la Cooperativa Turística Los Tererros, se encarga de organizar y ejecutar diferentes recorridos por el complejo volcánico y sus comunidades, a través de MIPYMES, donde además ofertan servicios de alimentación y alojamiento.

El Centro de Interpretación de los Maribios, cuenta con guías para los recorridos, equipo para practicar sandboarding y canopy, senderismo, avistamiento de aves, flora, campamento, escalada y actividades de protección al medio ambiente.

Reserva Privada de Vida Silvestre «San Andrés», esta cuenta con un bosque y dos lagunas artificiales. Esta está ubicada en la comunidad Larreynaga, su dirección es de Iglesia Católica Larreynaga 3 km al norte, 500 metros al oeste.

Existen los siguientes bosques:

Bosque abierto, Ba, 5,765.93 Ha, el 7.42 % del territorio, es un bosque latí foliado, con especies perennifolias y caducifolias nativas, constituido por formaciones vegetales donde las copas de los árboles no logran entrecruzarse alcanzando alturas entre 5 y 10 m con cobertura de copas desde 10 hasta 40 %.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Bosque cerrado Bc, 1,982.59 Ha, el 2.55 % del territorio, es un bosque perennifolio y caducifolio nativo, constituido por formaciones vegetales donde las copas de los árboles se entrecruzan con cobertura entre 70 y 100 % alcanzando alturas entre 10 y 15 m.

Bosque de galería, Bg, 674.56 Ha, el 0.87 % del territorio, estos bosques se destruyeron con el Mitch, son fajas de bosque que cubren las márgenes de los ríos pueden tener diferentes alturas y coberturas.

Vegetación arbustiva, Ba, 8,148.84, el 19.50 % del territorio, es el tipo de vegetación donde los elementos leñosos predominantes son arbustos con menos de 5 m de altura, en muchas ocasiones está combinada con ganadería extensiva.

(<https://documents1.worldbank.org/curated/en/965101468290990918/text/E28750v40NIOAdoquinado0del0tramo0empalme.txt>)

4.1.5. Infraestructura y equipamiento.

Para identificar el equipamiento comunitario en la comunidad Las María Empalme a la Mina el Limón, que abarca el tramo de estudio, se recurrió a visitas de campo acompañados por miembros de la comunidad, ubicando las instalaciones dependientes (total o parcialmente) del sector formal u oficial. Las mismas fueron agrupadas en siete categorías:



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

El inventario del equipamiento se realizó a dos diversas escalas, una general y otra comunal. Falta aún identificar el amplio equipamiento dependiente del sector informal en cada comunidad aledaña a la carretera y que se refiere principalmente al comercio menor (pequeños colmados- tiendas de la comunidad, panaderías; y otras tiendas y talleres).

- La seguridad Alimentaria: incluye Programas de Ventas Populares (25), Puestos Fijos y Comedores Económicos (5).
- Salud: abarca un Hospital Primario, los Consultorios y Centro de Salud
- Educación: abarca los centros de Educación Primaria y Secundaria.
- Deporte, Recreación y Espacios Abiertos: incluye Canchas y zonas de juego, y centros comunitarios, estadio comunal.
- Seguridad Ciudadana: incluye los destacamentos de la estación policial, estación de bomberos.
- Otras: se incluye las iglesias católicas y evangélicas y otras organizaciones y sus instalaciones, cementerios, gasolineras banco Banpro.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

4.1.6 Aspectos socioeconómicos.

Sectores económicos

Estos reflejan la organización económica, el grado de desarrollo tecnológico y en alguna medida los procedimientos administrativos que caracteriza al país. Las agrupaciones de las actividades económicas se clasifican en: sector primario, secundario y terciario. Situación Ocupacional.

4.1.6.1 Población Económicamente Activa PEA

Población Económicamente Activa (PEA), también denominada “fuerza de trabajo”, corresponde a la cantidad de personas que se encuentra en la etapa de la vida laborable o productiva. En este grupo se incluyen las personas que tienen ocupación y las que no, pero la están buscando.

Es la parte de la población capaz de aportar bienes o servicios al mercado porque cumple con determinadas variables como rango de edad, nivel de instrucción, experiencia laboral, entre otras. Está conformada por dos grandes grupos:



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Educación

El Municipio cuenta con 53 Centros de Estudios, 49 son de Educación Primaria y 4 de Educación Secundaria. Se atiende una población estudiantil de 9,693 alumnos, con 241 Profesores. En 196 aulas.

Salud

El municipio cuenta con un Centro de Salud, un Hospital Primario en Mina de Limón y diez Puestos de Salud. El personal médico que atiende estos Centros, es de 10 médicos, 2 odontólogos, 1 Licenciada en enfermería, 4 enfermeras, 17 auxiliares y 3 técnicos higiénicos. Las causas de consulta más frecuentes son: enfermedades respiratorias, parasitosis, crecimiento y desarrollo.

Economía municipal

El municipio de Larreynaga de acuerdo al Mapa de Pobreza elaborado en base a la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), según los resultados del VIII Censo Nacional de Población y IV Censo de Vivienda 2005, está ubicado en un nivel de pobreza media. La población total es de 36,621 hab. de los cuales 18,054 son hombres y 18,567 son mujeres, teniendo una tasa de crecimiento del 2.7% anual.

Los Módulos Comunitarios de Adoquinado adquieren mayor relevancia por la oportunidad de empleo para las mujeres.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Sector Primario.

La mayor parte de la PEA, activa se dedica a la siembra de granos y cultivos como: ajonjolí, millón, maíz, soya, frijoles, arroz y sorgo. Otra parte de la PEA, se dedica a la producción minera, en la extracción de oro y plata. Además, algunos productores en todo el municipio, se dedican a la producción de ganadería de doble propósito (leche y carne), en mayor intensidad en los territorios como LARREYNAGA y Las Lomas.

A pesar de que la población económicamente activa tiene una alta vocación productiva, enfrenta grandes problemas como: la deuda bancaria, inestabilidad de la propiedad y falta de financiamiento, estos problemas no les permiten alcanzar buenos niveles de producción, que ayuden a la población a salir de la pobreza en que se encuentra. Los productores agrícolas del territorio.

El sector informal de la economía demuestra un crecimiento acelerado. Con mayor impacto que en los otros sectores, se manifiesta dentro del comercio, constituyendo un refugio para los desempleados. Este sector informal se ha convertido en un fuerte competidor desleal del comercio formal.

<https://documents1.worldbank.org/curated/ru/770391468321319312/pdf/E2875v100Nicar00190201300Box377286B.pdf>



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Población desocupada.

Es la parte de la población que no tiene empleo, pero se encuentra en la búsqueda activa. También se denomina “desocupación abierta”. No debe confundirse con la población económicamente inactiva.

4.1.6.2 Población Económicamente Inactiva (PEI).

Conjunto de personas que, no teniendo ocupación, no buscan empleo activamente. Comprende a los estudiantes, personas que se dedican a los oficios o quehaceres del hogar, pensionados/ jubilados/rentistas, incapacitados permanentes, ancianos y a otros como una categoría remanente.

Esta población económicamente inactiva depende económicamente de la PEA, incluye: Estudiante Personas que asistieron a la escuela, colegio o universidad y no efectuaron ningún trabajo durante las semanas de referencia. Oficios o que haceres del hogar, personas, hombres o mujeres dedicadas exclusivamente a los que haceres domésticos y no realizan ninguna actividad remunerada. Pensionado, jubilado o rentista, personas que, por enfermedad, accidente u otra causa reciben una pensión; personas retiradas de la actividad económica por haber completado el tiempo de servicio en un trabajo y personas que viven de ahorros, intereses o alquiler de propiedades.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

4.1.6.3 Principales actividades económicas.

Empalme Las Marías a Empalme Mina el Limón, en el Municipio La LARREYNAGA de Nicaragua, es un área importante en cuanto a la economía del municipio LARREYNAGA, cuenta con una industria minera, tecnología, agricultura y ganadería que emplea a unas 3000 personas de su población de 8500.

Este municipio aporta el 2.1 por ciento de la recaudación tributaria total de municipio, además de consumir el 2.3 por ciento del combustible.

4.1.7 Identificación de riesgos y afectaciones.

4.1.7.1 Riesgo Ambiental.

Vulnerable ante desastres naturales. Las posibilidades de una erupción volcánica y un terremoto a alta escala, podrían darse en cualquier momento en el municipio, así lo aseguraron las autoridades del Departamento de Gestión y Riesgo de la Alcaldía de León.

Para el municipio, la posibilidad de sufrir pérdidas por fenómenos sísmicos, volcánicos, de deslizamientos, sequía e inundación, es importante y debe ser reducida a través de la implementación de las oportunas medidas de preparación y mitigación. El riesgo residual puede ser aceptado para las actividades económicas, que pueden, en algunos casos, recorrer a seguros.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Para reducir el riesgo sísmico se debe implementar una sustancial reducción de vulnerabilidad estructural de las edificaciones y una efectiva preparación de los cuerpos de socorro y población en general. Además del monitoreo estructural y eventual reforzamiento antisísmico de todas las instalaciones esenciales, es necesario impulsar un programa de apoyo a la remodelación de las viviendas particulares con énfasis en las obras antisísmicas.

4.1.7.2 Riesgo Económico

En este punto se describiremos algunos de los diferentes estudios que han centrado su interés en la relación del efecto entre las infraestructuras carreteras y el desarrollo de las actividades económicas en las regiones afectadas. En Nicaragua desde 1992 se manifiesta que cuando las distancias se acortan gracias a la mejora circunstancial de las infraestructuras viarias y de transporte, facilita la dispersión de las actividades económicas (industria y servicios) pues al disminuir los costos de transporte y aumentar la movilidad del capital, la internalización de la economía va estrechamente ligada con la competencia entre los sistemas urbanos (regional- nacional).

Por su parte Kraemer (1991) menciona en relación al efecto de una carretera sobre el desarrollo regional, que ha de tenerse en cuenta que las infraestructuras por sí solas no inducen ningún desarrollo (en el sentido de que una carretera no puede sustituir los medios de producción). Para el autor, su único papel es el de disminuir los costes del transporte (precisamente el efecto que se tiene en cuenta en el análisis costo-beneficio). No obstante, menciona que puede permitir que una región mal comunicada, pero con un



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

potencial para cierto tipo de desarrollo (por existir materias primas, recursos turísticos, entre otros) al verse afectada por una nueva carretera pueda desarrollar su potencial.

4.1.7.3 Riesgo Social.

Empalme Las María hacia el empalme Mina el Limón es un espacio popularmente considerado de alto riesgo social tomando en cuenta que el riesgo social no es ajeno a ningún espacio habitable, es necesario destacar el grado de afectación de esta inseguridad hacia actores más vulnerables, siendo ejemplo de ello los miembros del sector juvenil. Los jóvenes en riesgo están sometidos a diversas percepciones sociales e institucionales que surgen como parte de un análisis realizado sobre sus modos de vida y comportamientos desde donde emanan etiquetas sociales para dirigirse a estos actores como: vago, pandillero, delincuente, pinta, marginados sociales, jóvenes en riesgo. (Salud, s.f.)

Las estadísticas demuestran que más de la mitad de las familias son disfuncionales. Las madres solteras deben asumir la crianza ante el padre ausente. Las circunstancias de tipo psicosocial negativas predisponen a un crecimiento distorsionado y negativo de los niños: ambiente comunitario insolidario, problemas económicos difíciles, bombardeo con información negativa en los diferentes medios de comunicación que ofertan drogas legales (alcohol, tabaco, marihuana (que viene legalizándose poco a poco), sexo irresponsable, etc.). Basta echar una mirada a los miles de infantes en semáforos,



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

lugares públicos, centros nocturnos, etc. Son caldos de cultivo para la delincuencia, el narcotráfico y prostitución. (Salud, s.f.)

4.1.7.4 Riesgo Laboral.

Podemos definir el riesgo laboral como aquellos elementos a los que potencialmente se exponen los trabajadores en las obras de construcción, tales como bacterias, protozoarios, virus, insectos, arañas, plantas, reptiles y aves.

El riesgo laboral es todo suceso que pueda poner en peligro tanto a los trabajadores como a los empleadores de una empresa, causando daños físicos o psicológicos. Así como existen varios tipos de trabajo, los riesgos y las gravedades también son diferentes.

En general, los riesgos laborales viales son los riesgos personales de sufrir un accidente en una vía de circulación por colisión con un vehículo que circula por dicha vía, cuando la relación laboral de la persona expuesta al riesgo contribuye necesariamente a que este se pueda materializar.

CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA.

5.1. Topografía.

La topografía en obras viales es aquella que se ejecuta teniendo en cuenta características un poco más a detalle de ciertos elementos en el lugar donde se va a construir una carretera.

Figura 16

Nivel Topográfico



(ingen-solutions., n.d.)

Entre las cuales puede ser las pendientes, ríos, vegetación, casas, caminos, entre otros elementos de referencia. Todos estos datos en sí forman la representación a escala del terreno en un plano topográfico.

La Topografía, se suele aplicar en casos de ampliación o mejoras en la arteria vial. Es decir, que se suelen ejecutar levantamientos, así el trabajo que se vaya a efectuar sea en relación con modificar el trazado por cambio de dirección o por poca visualización del mismo.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

En el campo de la ingeniería civil, el conocimiento de las características topográficas del terreno es indispensable, ya que solo a través de este estudio se puede suministrar la información precisa y necesaria para el diseño de carreteras, puentes, vías férreas, terracerías, entre otros.

Levantamiento longitudinal o de vías de comunicación: tiene como objetivo fundamental la obtención de los parámetros requeridos para el estudio y diseño de las vías de comunicación (Carreteras, canales, líneas de transmisión, acueductos entre otros.)

Según el Master Sergio J. Navarro Hudiel, “Las operaciones son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de la franja donde va a quedar emplazada la obra tanto en planta como en elevación (planimetría y altimetría simultáneas).
- Diseño en planta del eje de la vía según las especificaciones de diseño geométrico dadas para el tipo de obra.
- Localización del eje de la obra diseñado mediante la colocación de estacas a cortos intervalos de unas a otras, generalmente a distancias fijas de 5, 10 o 20 metros.
- Nivelación del eje estacado o abscisado, mediante itinerarios de nivelación para determinar el perfil del terreno a lo largo del eje diseñado y localizado.
- Dibujo del perfil y anotación de las pendientes longitudinales
- Determinación de secciones o perfiles transversales de la obra y la ubicación de los puntos de chaflanes respectivos.
- Cálculo de volúmenes (cubicación) y programación de las labores de explanación o de movimientos de tierras (diagramas de masas), para la optimización de cortes y rellenos hasta alcanzar la línea de sub rasante de la vía.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- Trazado y localización de las obras respecto al eje, tales como puentes, desagües, alcantarillas, drenajes, filtros, muros de contención, etc.
- Localización y señalamiento de los derechos de vía o zonas legales de paso a lo largo del eje de la obra.

Para el presente proyecto se realizaron estudios de Planimetría y Altimetría.

▪ **Planimetría:**

La planimetría consiste en la representación horizontal del terreno a partir de los datos recolectados con el fin de determinar las distancias, sin importar las elevaciones que puedan existir en el terreno, uno de los métodos precisos para la obtención de los planos planímetros es a través de levantamientos con cinta y teodolito y/o estación total, para el caso en estudio se utilizó un GPS marca Garmin verificando que la precisión de cada punto a marcar fuera de 3.00 metros.

En el tramo de estudio, no se cuenta con postes de tendido eléctrico y/o telefónico, canaletas, u otro punto de interés para el diseño.

▪ **Altimetría:**

Tiene como objetivo fundamental la obtención de las diferencias de alturas de cada punto de interés en el levantamiento topográfico. En los proyectos de carretera se utiliza para la obtención de las pendientes del terreno, son de vital importancia para definir las rasantes o niveles de terracería, con el objetivo de determinar los volúmenes de terracería y otros materiales, para la obtención de los niveles se utilizan los siguientes instrumentos básicos como el nivel y la estadía, en este estudio la obtención de los niveles se obtuvo a través de un GPS.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

5.2. Estudios de Suelos.

Los estudios de suelos se realizan con el propósito de conocer las diferentes características físicas y mecánicas de estos. Los métodos que más se utilizan en Nicaragua para determinar la clasificación de los suelos son: H.R.B. ASTM D-3282 (AASHTO M-145), y S.U.C.S. ASTM D-2487. Los resultados obtenidos al practicar los diferentes ensayos son usados para consideraciones de diseño de carreteras (Pavimento).

A continuación se detallaran los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en el estudio de suelo del proyecto “Diseño de Estructura de Pavimento Articulado de 1 km por el Método AASHTO 93, en el Tramo de Carretera Empalme Mina el Limón a Empalme las Marías, Municipio de Larreynaga Departamento de León comprendido en el periodo Septiembre – diciembre 2024”, Dicho estudio se analizó con el propósito de obtener las características principales del subsuelo, para realizar el diseño de la estructura de pavimento requerida.

Trabajo de campo

Con el propósito de conocer las condiciones y características del suelo, a lo largo del tramo en estudio, se procedió a la ejecución de 5 (cinco), sondeos manuales de los cuales se tomaron 7 (siete) muestras representativas de las diferentes capas de materiales encontradas, distribuidos a una distancia aproximada de 250 metros, entre



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

cada sondeo, con una profundidad máxima de 1 metro, ubicándolas de manera alterna a la izquierda y derecha del eje central.

Se realizó un recorrido en los alrededores del proyecto, con la finalidad de identificar y muestrear una posible fuente de material, que pueda suplir al proyecto de material de adecuada calidad. Las muestras obtenidas en el campo se examinaron y clasificaron In Situ, tomándose muestra correspondiente a cada estrato, las cuales fueron trasladadas para realizarle los ensayos básicos necesarios.

Registro de Campo.

Tabla 2

Registro de Levantamiento en Campo.

Sondeo	Estación
S-1	0+005
S-2	0+250
S-3	0+500
S-4	0+750
S-5	1+000

Una vez finalizado el estudio de campo se procedió a enviar las muestras representativas al laboratorio NICASOLUM, para proceder con los estudios respectivos.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Estudios de Laboratorio

Las muestras obtenidas en el campo se reagruparon en el laboratorio para realizarle los ensayos básicos necesarios, para tal efecto se utilizaron los procedimientos establecidos por las Normas de la A.S.T.M. (Asociación Internacional para la Prueba de Materiales), las que se mencionan a continuación:

Tabla 3

Tabla de Ensayos de Suelos según Designaciones A.A.S.H.T.O.

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACIÓN A.A.S.H.T.O
Análisis granulométrico de los suelos	T 311-00 (2004), T11-05
Clasificación Unificada	D 2487-85
Clasificación AASHTO	M 145-91 (2004)
Límite Líquido de los suelos %	T 89 – 02
Límite Plástico de los suelos %	T 90 – 00 (2004)
Índice de plasticidad de los suelos %	T 90 – 00 (2004)
Ensayo Proctor Estándar (*)	T 180 – 01 (2004)
Densidad Máxima Kg/m ³	T 99 ó T 180
Humedad Óptima (%)	T 265-93 (2004)
Ensayo C.B.R. (%)	T 193 – 99 (2003)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

La muestra para el Ensayo CBR se saturó por un tiempo de cuatro días, antes de ejecutar el Ensayo. Los suelos en estudio se clasificaron por el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO (Asociación Americana de Carreteras) en su designación M 145 87.

5.3. Estudios de Tránsito.

5.3.1. Estudio Vial – Aforo Vehicular.

El registro de datos de campo del conteo vehicular se realizó en los dos empalmes de inicio y finalización del tramo de estudio. Empalme las Marías – Empalme La Mina El Limón.

Se establecieron las etapas o procesos típicos de un estudio de tráfico, el cual consta de dos fases, distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 4

Tabla Fases del Estudio de un Proyecto: Organización, Levantamiento y Análisis de Información

FASES DEL ESTUDIO	
1 Organización	FASE 1
2 Levantamiento de información documental.	
3 Levantamiento de información de campo.	
4 Procesamiento / Análisis de información documental.	FASE 2
5 Consideraciones / Análisis de información de campo.	



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

5.3.2. Organización.

Primeramente, se definió los tiempos de ejecución de cada actividad a realizar, lo cual se programó a iniciar y desarrollar durante el mes de octubre. Iniciando el día 14 y finalizar el 31 de este mes.

Figura 17

Fases del Estudio de un Proyecto: Organización, Levantamiento y Análisis de Información



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

5.3.3. Levantamiento de información documental.

Se realizó una investigación sobre la documentación necesaria para aplicar un estudio vial, en lo cual se obtuvo antecedentes de los estudios viales realizados anualmente en Nicaragua, fichas de registro y procesos para el análisis de datos.

Entre los principales documentos utilizados tenemos los siguientes:

- a) Manual para la revisión de estudio de tráfico (MTI)
- b) Anuarios de aforos de tráfico (MTI 2015 - 2020)
- c) Anuario estadístico de transporte (MTI 2020)

5.3.4. Levantamiento de información de campo.

Se realizó el conteo volumétrico en el radio de estudio a través del Formato de Aforo Vehicular del MTI. Se identificó el flujo vehicular que circula en dos direcciones, en cada uno de los empalmes, siendo estas las siguientes:

- Emp. Las Marías – Emp. Mina El Limón (Norte-Oeste)
- Emp. Las Marías – Emp. La Mina El Limón (Norte-Sur)
- Emp. La Mina El Limón – Emp. Las Marías (Oeste-Norte)
- Emp. La Mina El Limón – Emp. Las Marías (Oeste-Sur)

Los integrantes del equipo participaron activamente en el registro de campo en cada uno de los empalmes, lo que permitió facilitar el registro diario, quedando de la siguiente manera:



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Tabla 5

Tabla de Integrantes y Direcciones de Trabajo en el Proyecto

No.	Integrante	Ilustración	Direcciones
1	Erick Alberto González		Emp. Las Marías – Emp. Lamina El Limón (Norte-Oeste).
2	José Antonio Ríos		Emp. Las Marías – Emp. La Mina El Limón (Norte-Sur).
3	Yarol Javier Rodríguez		Emp. La Mina El Limón – Emp. Las Marías (Oeste-Norte).

Lo ideal es poder realizar los conteos clasificados manuales durante toda la semana y las 24 horas, sin embargo, considerando factores de tiempo y disposición de recursos humanos se realizó conteos en las horas pico del día, sumando en total 6 horas diarias durante una semana.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Se inició el periodo de conteo el día Lunes 21 y finalizó el día Domingo 28 de octubre, en donde se aforo en las siguientes horas, en periodos de 15 minutos:

- 6:00am – 8:00am
- 11:00am – 1:00pm
- 4:00pm – 6:00pm

Nota: Al digitalizar la información obtenida en el Programa Excel, se reflejó el aforo por día con una nueva fila y columnas que indican la dirección del flujo vehicular.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Registro #1-1

Figura 18

Aforo Vehicular 21-10-2024 #1-1

HORAS	VEHICULOS DE PASAJEROS																															
	MOTOCICLETAS						AUTOMOVILES						JEP				CAMIONETA				MICRIBUS				MINIBUS							
	MS	MO	SM	SO	OS	OS	MS	MO	SM	SO	OS	OS	MS	MO	SM	SO	OS	MS	MO	SM	SO	OS	MS	MO	SM	SO	OS	MS	MO	SM	SO	OS
06:00 - 06:15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTAL 6 HORAS	25.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	
PORCENTAJE	2.50%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	

Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Registro #1-3

Figura 20

Aforo Vehicular 21-10-2024 #1-3

VEHICULOS PESADOS																								TOTAL						
CAMION DE CARGA C-2						CAMION DE CARGA C-3						CAMION DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4						Tx-Sx>=5				V.A				V.C				
NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	
-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	47.00
1.00	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	36.00
-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.00
-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	29.00
-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	35.00
-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	37.00
-	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	38.00
-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00
1.00	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00
-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49.00
-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	45.00
1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00
-	-	-	-	-	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	41.00
1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	37.00
-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	39.00
-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00
1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	37.00
-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00
-	1.00	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
6.00	7.00	5.00	6.00	7.00	5.00	7.00	9.00	5.00	6.00	8.00	4.00	5.00	8.00	6.00	7.00	9.00	7.00	5.00	8.00	6.00	5.00	9.00	4.00	-	-	1.00	-	1.00	-	913.00
0.66%	0.77%	0.55%	0.66%	0.77%	0.55%	0.77%	0.99%	0.55%	0.66%	0.88%	0.44%	0.55%	0.88%	0.66%	0.77%	0.99%	0.77%	0.55%	0.88%	0.66%	0.55%	0.99%	0.44%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.11%	0.00%	100.00%

Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Registro #2-3

Figura 23

Aforo Vehicular 22-10-2024 #2-3

VEHICULOS PESADOS																										TOTAL			
CAMION DE CARGA C-2						CAMION DE CARGA PESADA Tx-5x=4						Tx-5x=5				V.A				V.C									
SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS	NS	NO	SN	SO	ON	OS		
1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	41.00
1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	41.00
-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00
-	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00
1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	40.00
-	1.00	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00
-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00
1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00
-	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	38.00
-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00
1.00	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	45.00
-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	30.00
-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	36.00
-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00
-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00
-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	35.00
-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	29.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00
-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
-	-	-	-	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	34.00
-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	25.00
5.00	7.00	7.00	4.00	7.00	9.00	6.00	6.00	8.00	6.00	5.00	7.00	6.00	8.00	8.00	6.00	6.00	11.00	5.00	4.00	9.00	2.00	-	-	-	-	-	-	875.00	
0.57%	0.80%	0.80%	0.46%	0.80%	1.03%	0.69%	0.69%	0.91%	0.69%	0.57%	0.80%	0.69%	0.91%	0.91%	0.69%	0.69%	1.26%	0.57%	0.46%	1.03%	0.23%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Registro #3-3

Figura 25

Aforo Vehicular 23-10-2024 #3-3

NOTA: Al finalizar el registro de la información de campo obtenida, se realizó una base de datos que permitiera y facilitara el análisis de resultados. Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Capítulo VI: ANALISIS DE RESULTADOS.

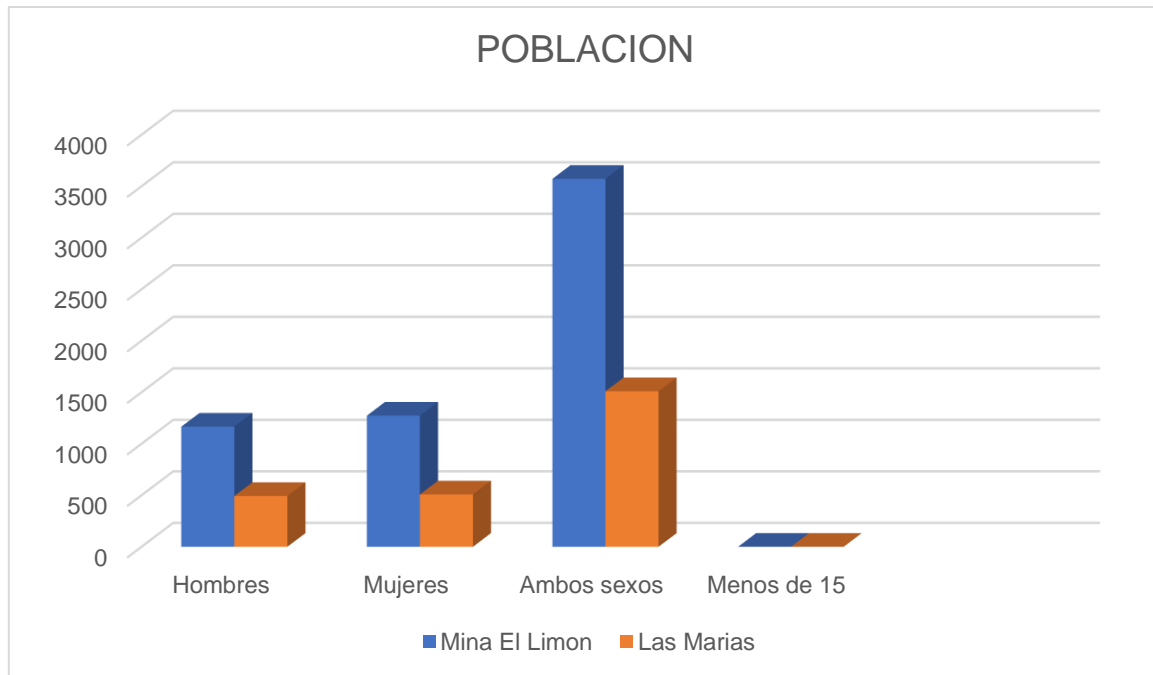
6.1. Diagnostico Situacional.

Con base en los resultados alcanzados de los instrumentos aplicados para el diagnóstico situacional de los empalmes, Las Marías y La Mina El Limón. Tomando como indicadores las variables Población, Educación, Viviendas, Servicios y Seguridad, se presentan los siguientes resultados.

INDICADORES DE POBLACION.

Figura 26

Indicadores de Población (Hombre y Mujeres)



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

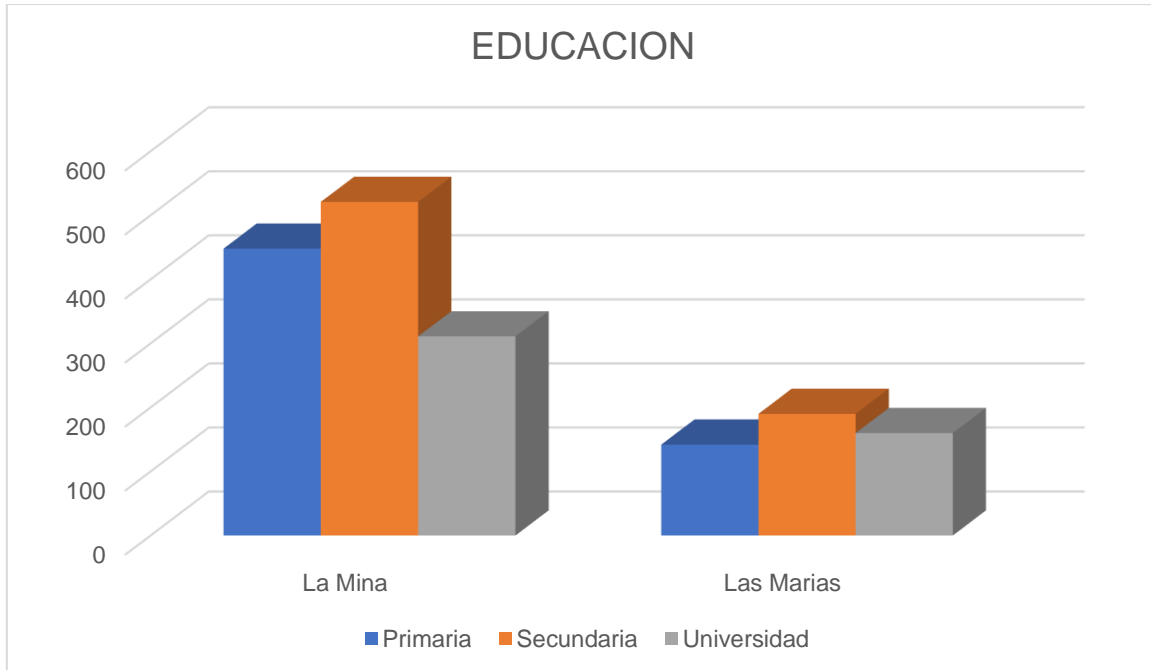


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- INDICADOR EDUCACION.

Figura 27

Indicadores de Educación Primaria, Secundaria y Universidad



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

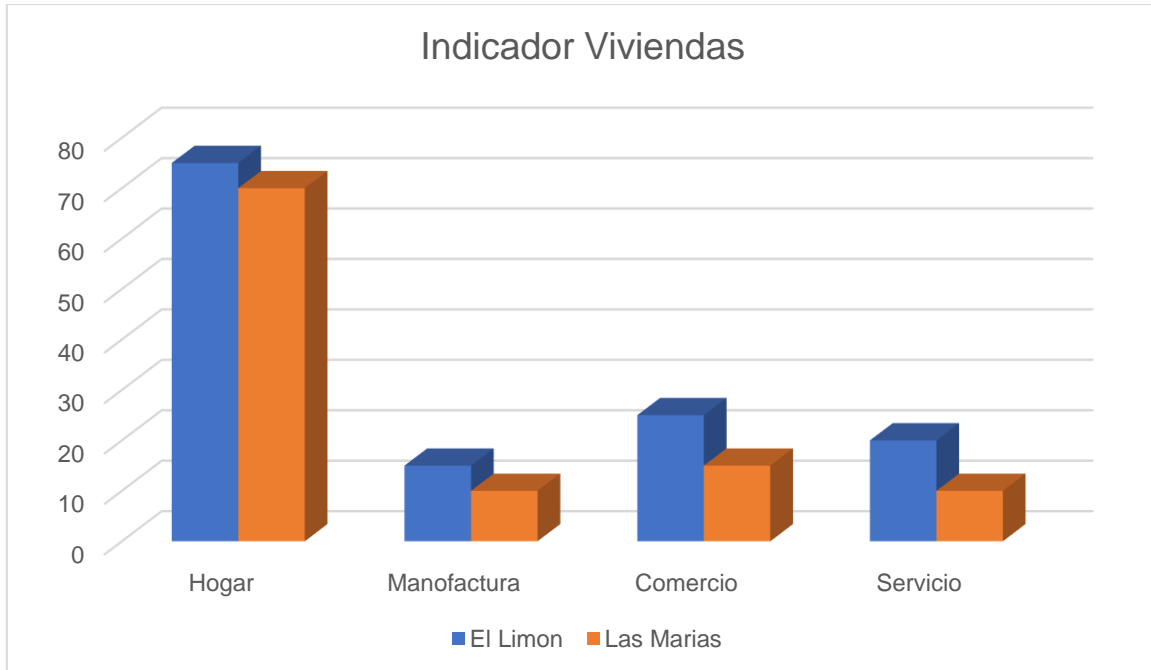


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- INDICADOR VIVIENDAS.

Figura 28

Indicadores de Actividades Económicas.



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

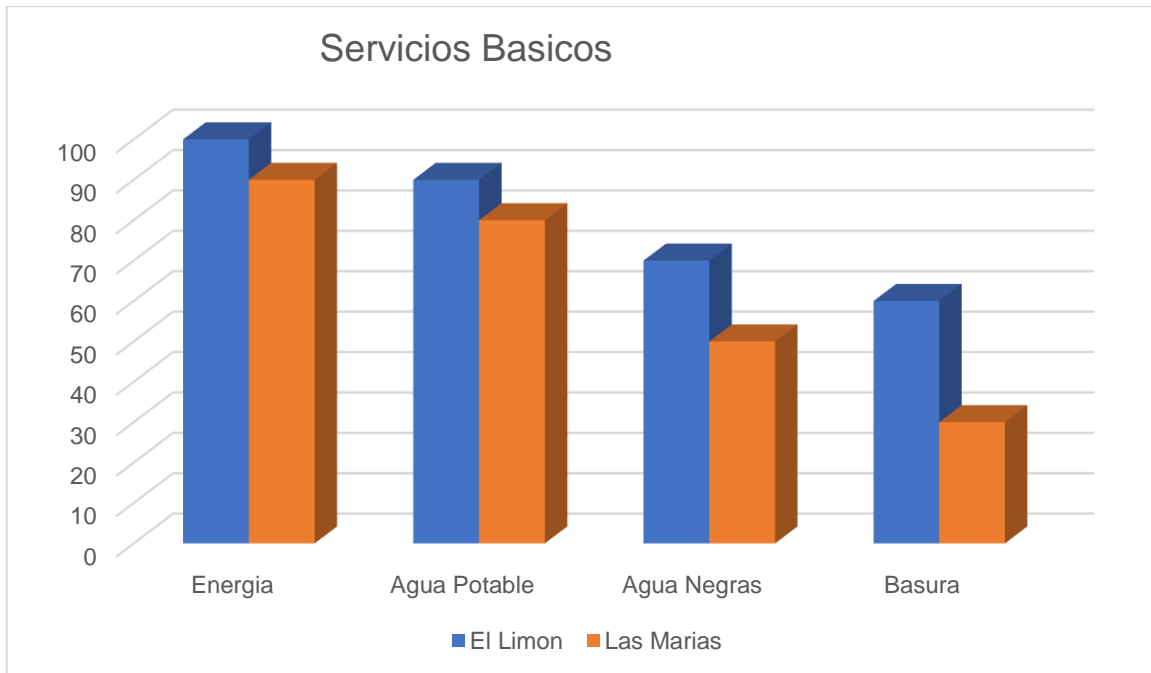


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- SERVICIOS BASICOS.

Figura 29

Indicadores de Servicios Básicos.

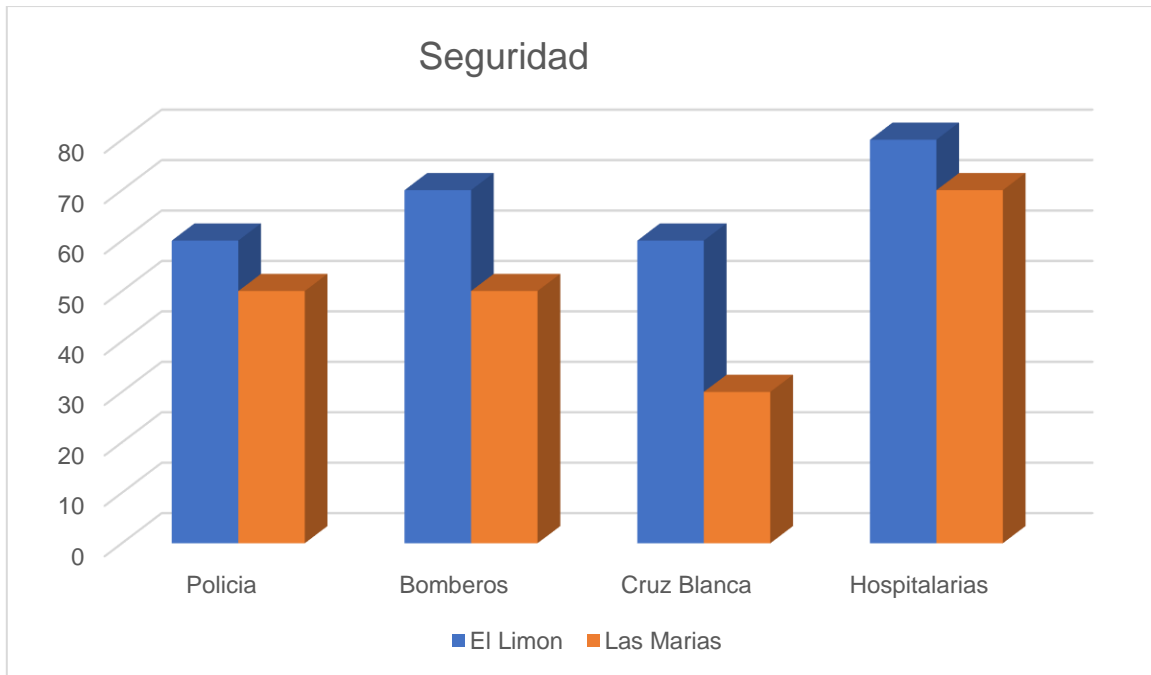


Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- INDICADOR SEGURIDAD.
 - Servicios de seguridad.



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

6.2. Estudios de Ingenierías.

6.2.1. Topografía.

Por los estudios topográficos realizados en el presente trabajo, se obtienen los planos a continuación detallados.

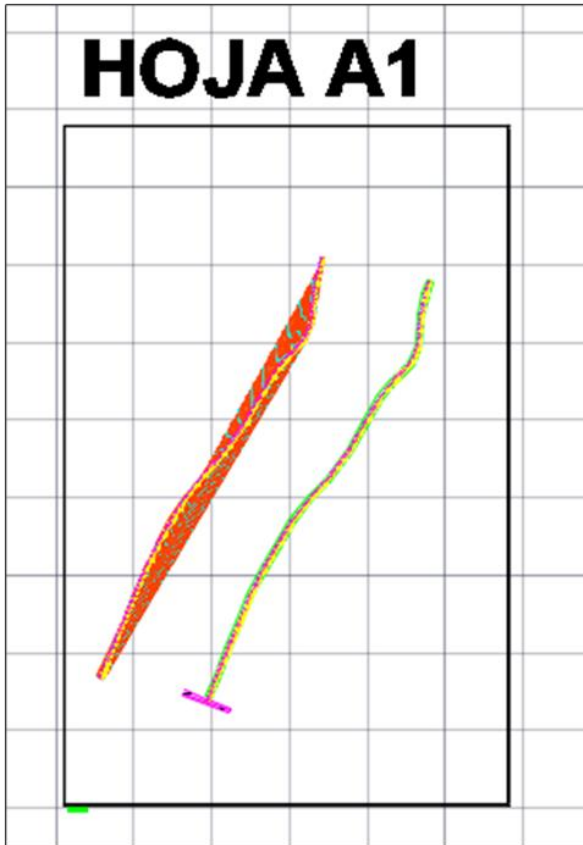


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.2.1.1. Planimetría y Altimetría.

Figura 30

Perfil Longitudinal



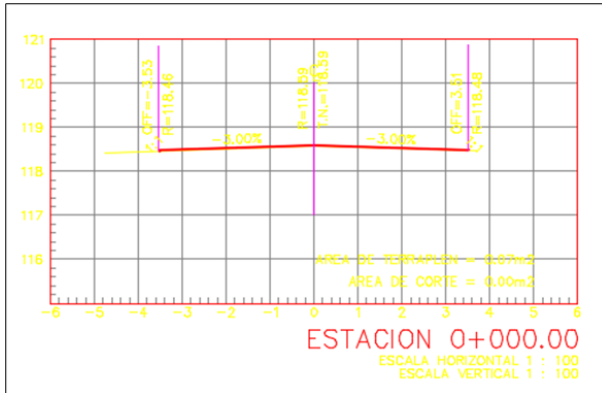
Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 31

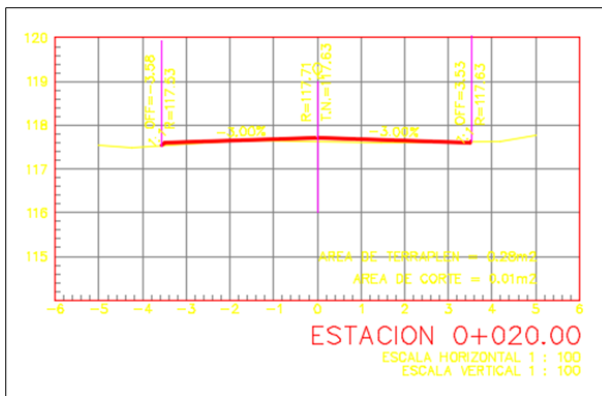
Perfil Transversal Estación 0+000.00



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

Figura 32

Perfil Transversal Estación 0+020.00

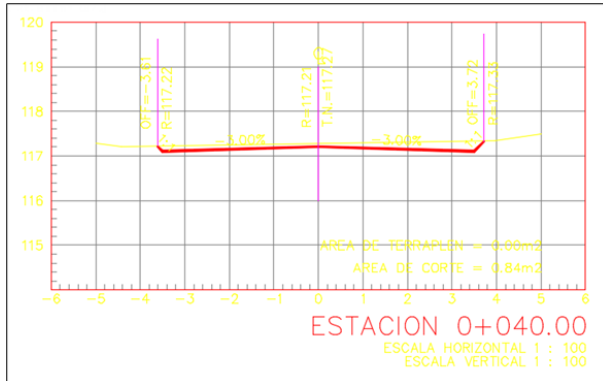


Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 33

Perfil Transversal Estación 0+040.00



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

6.2.2. Estudios de suelos.

Sondeos Manuales

En base a los reportes técnicos de campo y los resultados de laboratorio, hay que afirmar que en todo el tramo en estudio predominan los tipos de suelo siguientes:

Estación 0 + 005

- La primera capa de la vía está conformada por materiales granulares. En el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), este material se clasifica del tipo SM. En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, se clasifica del tipo A-2-4, con índice de grupo de cero. Según el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, este material se caracteriza de bueno, para ser utilizado como material de estructuras de pavimento.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- En la segunda capa se encuentra un material fino, el cual está constituido por limo inorgánico, de color café. Según el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS, este material se clasifica del tipo CL. En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, corresponde a la clasificación del tipo A-7-5, con índice de grupo de 20. Este material es de baja compresibilidad y de baja plasticidad.

Estación 0 + 250

- En este sondeo se encuentran materiales granulares, los que están constituidos por gravas limosas, de color café. Según el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS, este material se clasifica del tipo GM.
- En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, corresponde a la clasificación del tipo A-2-5, con índice de grupo de cero. La fracción fina que contiene este material es de alta compresibilidad y de alta plasticidad.

Estación 0 + 500

- En este sondeo se encuentran materiales plásticos, los cuales están constituidos por limos arcillosos, de color gris oscuro (negro). En el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), este material se clasifica del tipo CL. En base al sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, se clasifica del tipo A-7-5, con índice de grupo de 10. La compresibilidad de este material es alta y su plasticidad es alta. Según el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, este material se caracteriza de malo, para ser utilizado en estructuras de pavimento.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Estación 0 + 750

- En este sondeo se encuentran materiales granulares, los que están constituidos por gravas limosas, de color café. Según En este sondeo se encuentran materiales granulares, los que están constituidos por gravas limosas, de color café. Según el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS, este material se clasifica del tipo SM. En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, corresponde a la clasificación del tipo A-2-7, con índice de grupo de cero. La fracción fina que contiene este material es de baja compresibilidad y de media plasticidad. el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS, este material se clasifica del tipo SM. En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, corresponde a la clasificación del tipo A-2-7, con índice de grupo de cero. La fracción fina que contiene este material es de baja compresibilidad y de media plasticidad.

Estación 1 + 000

- En este sondeo se encuentran materiales granulares, los que están constituidos por gravas limosas, de color café. Según el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS, este material se clasifica del tipo GM. En el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO, corresponde a la clasificación del tipo A 2-5, con índice de grupo de (0). La fracción fina que contiene este material es de baja compresibilidad y de media plasticidad.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.2.3. Estudios de Tránsito.

El propósito de los estudios de tránsito es el de obtener a través de métodos sistemáticos de recolección de datos, relativos a los tres elementos fundamentales del tráfico (conductor y peatón), vehículo y vía, aunque hoy en día se debe tomar en consideración el entorno ambiental y su interrelación.

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado.

Volumen y Clasificación

Clasificación según su funcionalidad.

- **Troncal Principal:** Sirven como corredor para viajes a larga distancia como tráfico inter- departamental o Interregional. Tienen un volumen de tráfico de más de 1000 vehículos por día, y la velocidad de operación es de 100 Kph. (Hudiel, 2012).
- **Troncal Secundaria:** Une centros urbanos con poblaciones entre los 10,000 y 50,000 habitantes. El volumen de tráfico es de 500 vehículos por día y su velocidad de operación es de 40 a 60 kph. (Ministerio de Transporte de Infraestructura (MTI, 2012).



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

- **Colectora Principal:** Une centros urbanos con 4,000 a 10,000 habitantes. Su volumen de tráfico es de 250 vehículos por día y su velocidad de operación es de 40 a 60 kph. (Manual para el diseño geométrico de carreteras SIECA 2011).
- **Colectora Secundaria:** Une principalmente zonas con poblaciones inferiores a los 400 habitantes con un tipo de camino superior. Su volumen de tráfico es de 50 a 80 vehículos por día y su velocidad de operación es de 30 a 50 kph. (Ministerio de Transporte de Infraestructura MTI, 2012).
- **Caminos Vecinales:** Conectan fincas y poblados con las carreteras de las categorías anteriores. Esta clasificación es de tipo administrativo y no tiene relación con las normas y estándares de diseño de ingeniería, los cuales están relacionados al volumen de tránsito, uso del suelo y a la topografía del terreno. Tiene acceso a zonas poblacionales inferiores a los 300 habitantes. Su volumen de tráfico es menor de 50 vehículos por día y su velocidad de operación es de 40 kph. (Ministerio de Transporte de Infraestructura MTI, 2012).

Registro de datos

El registro de datos es la actividad de campo que refiere al uso de técnicas y herramientas específicas de este tipo de estudios. Los datos que se obtienen del registro de campo serán utilizados por el analista para desarrollar los sistemas de información y análisis.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

El primer registro de campo que se lleva es el Aforo Vehicular, es un dispositivo utilizado para medir y analizar el flujo de vehículos en una red de carreteras. Estos instrumentos proporcionan datos cruciales sobre la Intensidad Media Diaria (IMD) y otras estadísticas periódicas del tráfico.

Clasificación del tipo de vehículo por la disposición de sus ejes.

La diversidad de vehículos que circulan sobre un pavimento durante su periodo de diseño trae como consecuencia una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un determinado punto de la estructura. Se ha clasificado el tipo de vehículos de acuerdo con el número y disposición de sus ejes de la forma que se muestra en el diagrama de cargas permisibles.

Transito Promedio Diario Anual

De la información recogida de los conteos, se obtuvo el volumen de tráfico en el tramo de estudio por día y tipo de vehículo. El cálculo para el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) correspondiente al tramo de estudio resulta de 128 vehículos por día.

Tráfico de diseño

Para convertir el volumen de tráfico obtenido de los conteos se utilizó un tránsito de Diseño (TD) que es un factor fundamental para el diseño estructural de pavimentos.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Número Estructural Asumido (SN)

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido. Para calcular el ESAL o W18 (cantidad de repeticiones esperadas de un eje de carga equivalente de 18 mil libras), se debe de asumir un valor inicial de SN.

Para este diseño se selecciona el valor SN=5.

Este se obtiene conociendo El Tránsito de Diseño (TD) y los factores de equivalencia (FESAL). Se calculo utilizando la siguiente expresión:

$$T_D = TPDA \times F_C \times F_D \times f_c \times 365$$

Por los datos anteriormente definidos se realizó la determinación de los Ejes equivalente (ESAL), para cada eje y tipo de vehículos aplicando la siguiente:

$$ESAL \text{ o } W18 = TD * FESAL$$



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3. Diseño de Estructura del Pavimento

6.3.1. Generalidades.

El método de Diseño de Espesores de pavimento de la AASHTO 1993, es el más usado y cuenta con técnicas de diseño para estructuras de pavimentos rígidos, semirrígidos, flexibles y articulados. Se ha elegido el método AASHTO 93, porque a diferencia de otros métodos introduce el concepto de Serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario. Seguidamente se utilizaron los nomogramas de la AASHTO.

6.3.2. Carga de Ejes Simples Equivalentes

Se refiere al deterioro que produce cada vehículo en un pavimento, éste corresponde al número de ejes equivalentes llamado también “eje estándar”, el cual tiene un peso de 8.2 ton. (18,000 libras) y se presentará en el carril de diseño. Se considera que el “eje estándar” tiene un factor de daño $F=1$.

Al realizar el estudio de tráfico, se clasifican todos los vehículos livianos y pesados según su peso por eje, encontrando así los volúmenes de tránsito, luego dichos volúmenes se proyectan a un período de diseño en concordancia a una tasa de crecimiento que se determina según las condiciones económicas y sociales de la zona, el proceso anterior nos permite determinar el tránsito de diseño (TD), posteriormente se afecta este tránsito de diseño por un factor de equivalencia de carga, la sumatoria de todos los procesos



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

anteriores para cada vehículo clasificado se denomina ESAL de diseño. En el tramo en estudio el ESAL de diseño es **80,008.00**.

6.3.2.1. Confiabilidad.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que el sistema de pavimento durante todo el período de diseño se comporte de manera satisfactoria bajo las condiciones de carga. (SIECA, 2002).

Esta variable trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, cuyo valor depende de variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento, del nivel de confiabilidad elegido y del error estándar combinado, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan se desempeñarán satisfactoriamente sobre las cargas de tráfico y condiciones ambientales que durarán como mínimo el período de diseño.

De acuerdo con la clasificación funcional de la vía, el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las carreteras Regionales, SIECA 2004 recomienda diferentes niveles de confiabilidad. Para el tramo en estudio se utilizará un valor de confiabilidad **R** del **75%**, que corresponde a un valor recomendado para una carretera Colectora Rural lo cual se muestra en la **Tabla N°30**. Esta confiabilidad seleccionada de acuerdo con el grado funcional del tipo de la carretera presenta una desviación normal estándar **Zr** de **-0.674**, lo cual se muestra en la **Tabla N°31**.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 34

Niveles de Confiabilidad R en Función del Tipo de Carretera

Niveles Recomendados de Confiabilidad		
Clasificación de la Vía	Zona Urbana	Zona Rural
Autopistas	85 – 99.99	80 – 99.99
Troncales	80 - 99	75 – 99
Locales	80 - 95	75 – 99
Colectoras	50 - 85	50 - 80

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)

Figura 35

Valores de Zr en función de la confiabilidad R.

Confiabilidad R (%)	Desviación normal estándar (Zr)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3.2.2. Desviación Estándar

La desviación estándar aplicada en este modelo se identifica como la variación en la predicción del comportamiento de los niveles de servicio del tránsito teniendo en cuenta los errores en la predicción de el mismo. Para la estimación de la desviación estándar, la AASHTO ha dispuesto ciertos valores que fueron desarrollados a partir de un análisis de varianza que existía en el Road Test y en base a predicciones futuras del tránsito.

Figura 36

Desviación Estándar Dependiendo de las Condiciones de Servicio

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Articulado
En construcción nueva	0.35	0.45
En sobre capas	0.39	0.49

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)

6.3.2.3. Serviciabilidad

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios. Para su determinación se realizan estudios de calidad en dependencia del tipo de carpeta de rodamiento a evaluar.

La forma más sencilla para determinar la pérdida de serviciabilidad se muestra en el capítulo 7, página 4 del Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos (SIECA 2002), se muestran los valores recomendados de desvío estándar comprendidos dentro de los intervalos siguientes:



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 37

Factores de Serviciabilidad.

Serviciabilidad Inicial	Serviciabilidad Final
Po= 4.5 para pavimentos rígidos	Pt= 2.5 o más para caminos principales
Po= 4.2 para pavimentos flexibles	Pt= 2.0 para caminos de Tránsito menor

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)

6.3.1.5 Coeficiente de drenaje

El drenaje del agua en los pavimentos es un aspecto importante que considerar en el diseño de las carreteras. De lo contrario el exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas podrían anticipar los daños a la estructura del pavimento.

La AASHTO 93 recomienda ciertos coeficientes de drenajes que son usados para los cálculos en la estimación de los espesores de los miembros de los paquetes estructurales, la forma de consideración de los coeficientes se demuestra en la **Tabla 34 - 35**. La calidad del drenaje es expresada en la fórmula del número estructural, dado que se asume una buena capacidad para drenar el agua de la vía en cada una de las capas que conforman el pavimento, el coeficiente de drenaje a utilizar es de = 1.00.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 38

Capacidad del Drenaje para Remover la Humedad.

Capacidad del drenaje para remover la humedad		
Calidad del drenaje	Aguas removidas en:	
	50% de saturación	85% de saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	De 10 a 15 horas
Malo	No drena	Mayor de 15 horas

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)

Figura 39

Porcentaje del Tiempo que el Pavimento está Expuesto a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación.

Calidad del drenaje	P= % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3.3. Cálculo del CBR de diseño

La ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73 y en la AASHTO con el número T- 193. El CBR de diseño de este tramo es de **22.1%**. Este se obtuvo con un percentil de **75%**.

6.3.1.7 Módulo de Resiliencia (MR)

La base para la caracterización de los materiales de la subrasante en este método es el Módulo Resiliente, el cual es una medida de la propiedad elástica de los suelos y se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición.

Se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos, como el CBR, la guía de diseño de la AASHTO establece las siguientes correlaciones para encontrar el Módulo Resiliente de la subrasante.

Figura 40

Correlación entre el CBR Y Módulo Resiliente para Sub rasante.

Valor de CBR	Consideración
CBR < 10%	$Mr = 1,500 * CBR$ Ecuac. 17
CBR > 10%	$Mr = 4,326 * \ln(CBR) + 241$ Ecuac. 18

Fuente: (Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento-SIECA, 2002)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

En este caso como se obtuvo un CBR de diseño para la subrasante de **22.1%**, se utilizará el segundo criterio para calcular el Módulo Resiliente de la subrasante aplicando la siguiente ecuación, por tanto:

$$Mr = 4,326 * \ln(\text{CBR}) + 241$$

Por tanto:

$$Mr = 4,326 * \ln(22.2\%)$$

El módulo Resiliente de la sub rasante es **Mr= 13,632.47 PSI**

6.3.4. Coeficientes de capa

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (**a_n**), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales SN. Estos están representados con la siguiente simbología:

a₁: Para la carpeta de rodamiento (**Adoquín**).

a₂: Para la base granular (**CBR 83 %**)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3.4.1. Coeficientes Estructural a_1

El coeficiente estructural de capa de un asfalto denso graduado basado en su módulo elástico (EEC) según la guía de la AASHTO-93, para el diseño de estructuras de pavimento se recomienda utilizar valores, no mayores de **450,000.00 psi** para el módulo de elasticidad. Los adoquines tienen un comportamiento similar al de un concreto asfáltico, se utiliza para este tipo de carpeta (Adoquín), un coeficiente a_1 de **0.45** valor tomado del Manual centroamericano para diseño de pavimentos, capítulo 7, sección; Diseño de espesores con adoquín, Método AASHTO, pág. 107.

6.3.4.2. Coeficientes Estructural a_2

La determinación del coeficiente estructural a_2 se realizó en base a la aplicación del nomograma para base granular proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-36).

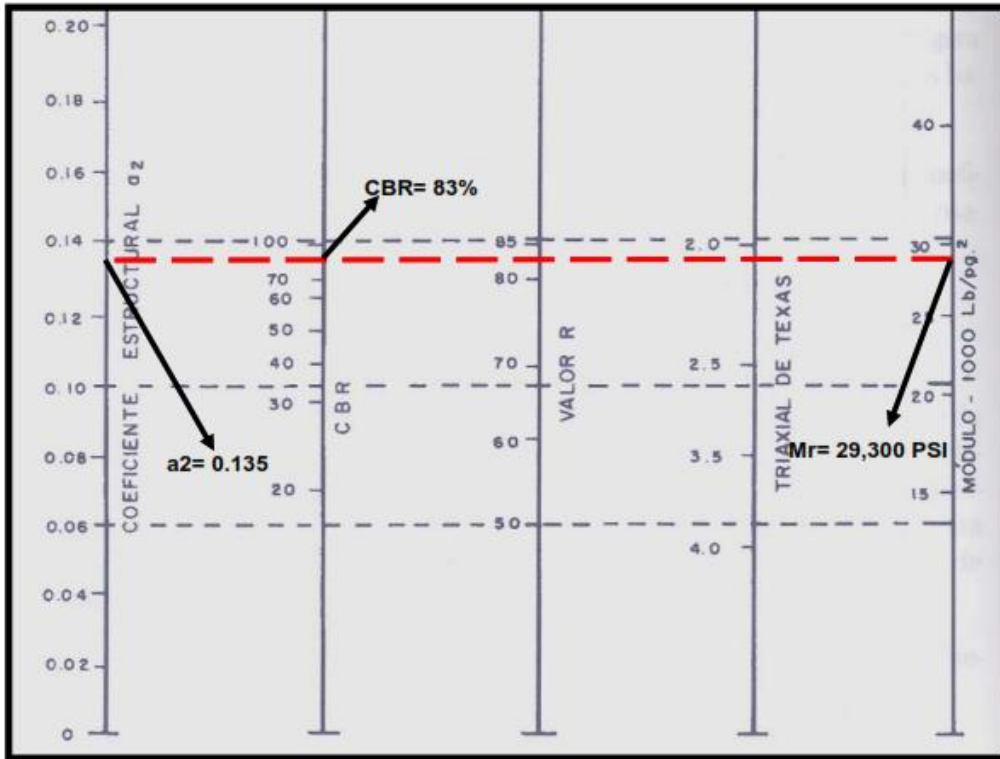
El valor de CBR usado para el cálculo de la Base es igual a **83%** que corresponde al valor que dio como resultado el estudio de suelos que se ejecutó en laboratorio realizado al banco de materiales llamado El Cerrito Apante, de acuerdo con la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **$a_2=0.135$** y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de

$M_r = 29,300 \text{ PSI}$.

DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 41

Gráfico Obtención del Coeficiente estructural a_2 y el Módulo Resiliente, para Base granular.



Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)

6.3.4.3. Coeficientes Estructural a_3

La determinación del coeficiente estructural a_3 se realizó en base a la aplicación del nomograma para base granular proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-36).

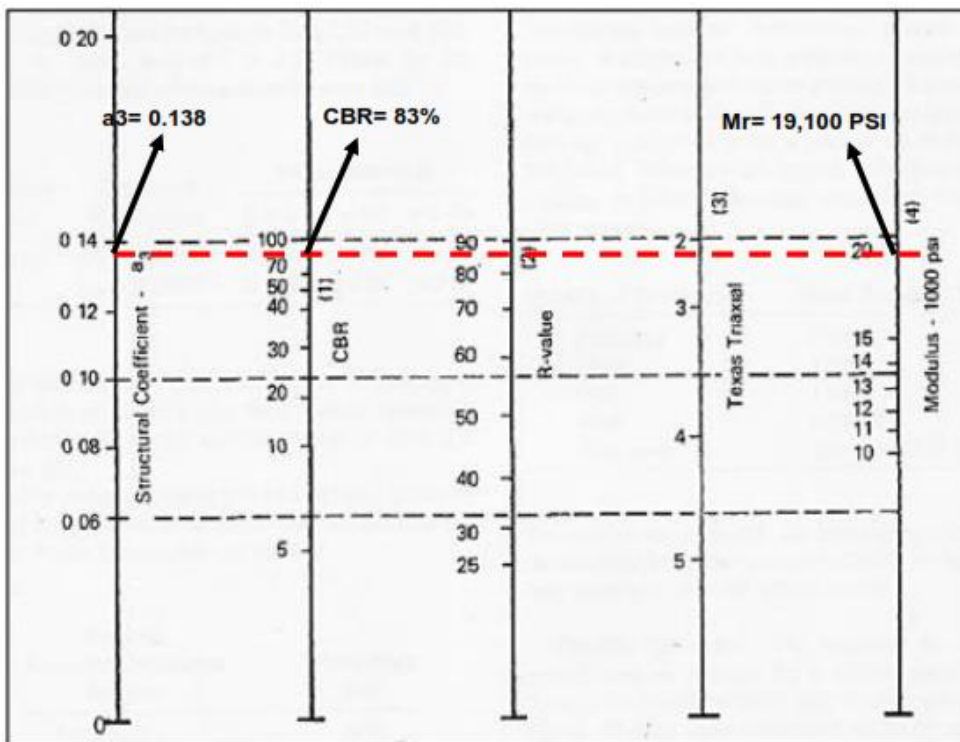


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

El valor de CBR usado para el cálculo de la Subbase es igual a **83%** que corresponde al valor que dio como resultado el estudio de suelos que se ejecutó en laboratorio realizado al banco de materiales llamado Puertas Rojas. En este caso se propone utilizar el mismo banco de materiales para material de la capa subbase de ser necesario, de acuerdo con la línea trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **$a_2=0.138$** y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de **$M_r = 19,100$ PSI**.

Figura 42

Gráfico Obtención del coeficiente estructural a_3 y el módulo resiliente para subbase granular



Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3.3.4 Número Estructural

También conocido como valor de soporte de suelo, es un número asignado para poder representar la capacidad de soporte de un pavimento. Este número indica la cantidad de espesores o capas que requiere un pavimento para soportar las cargas a las que será sometido durante su vida útil. (AASHTO, 93)

Para cada capa se consideran coeficientes relativos que dependen del material que las conforman, por lo tanto, podemos decir que el pavimento tendrá mayor capacidad de soporte mientras mayor sea el número estructural y viceversa.

El número estructural (SN) se puede expresar por medio de la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 \text{ Ec.19.}$$

Donde:

- **D_{1, 2}**, = espesores de capas de adoquín y base respectivamente en (pulgadas).
- **a_i**=coeficiente estructural de capa i, dependiente de su módulo.
- **m_i**= coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.3.5. Cálculo de Espesores

El espesor D1 para nuestro caso está definido, debido que utilizará adoquín como carpeta de rodamiento, por lo tanto, **D1= 4 pulgadas**, según el Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos, SIECA.

Se calcula el número correspondiente a la capa de la siguiente forma:

$$SN_1 = a_1 * D_1 \text{ Ec.20}$$

$$SN_1 = (0.45) * (4.00)$$

$$SN^*_1 = 1.8$$

Para el cálculo de **SN₂ (Base)**, **SN₃ (Subbase)** y **Numero Estructural (SNrequerido)**, se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993), obteniendo un:

$$SN_2 = 1.15$$

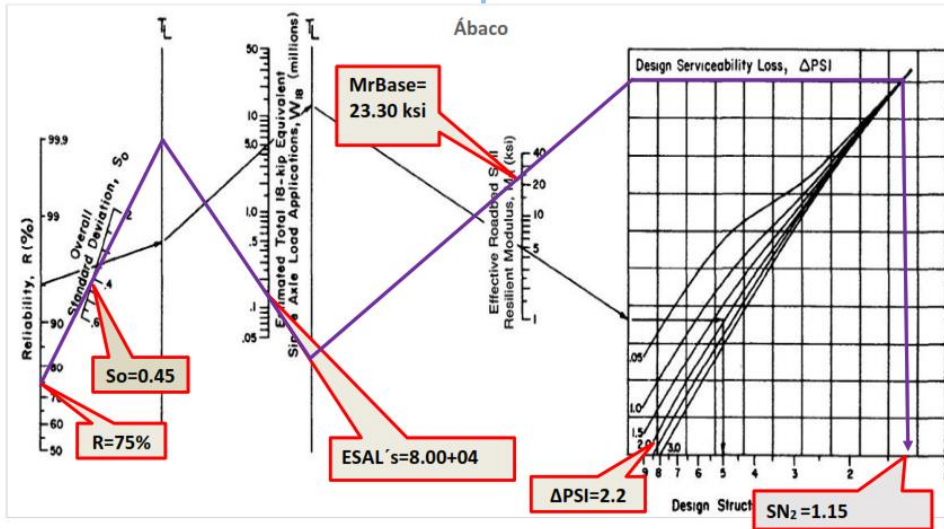
$$SN_3 = 1.40$$



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Figura 43

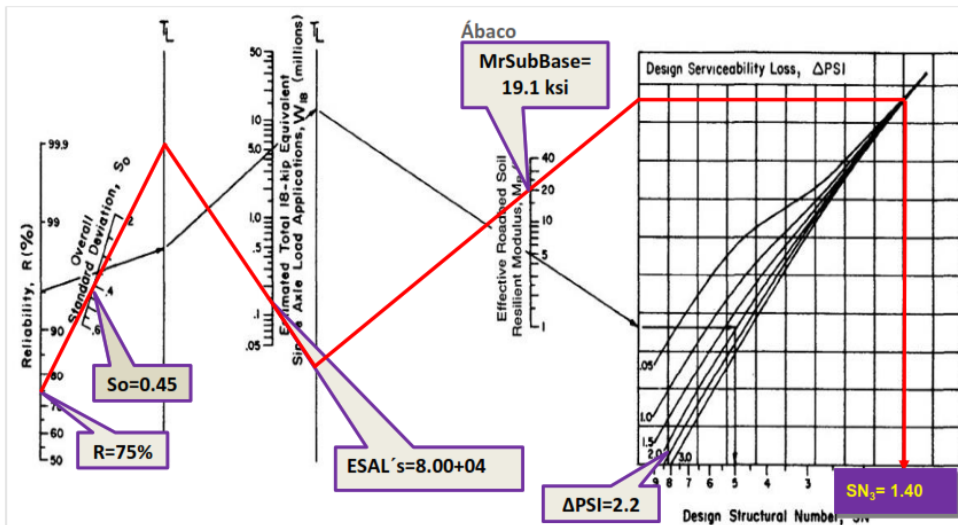
Gráfico Obtención del Número estructural SN2 (SNbase)



Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)

Figura 44

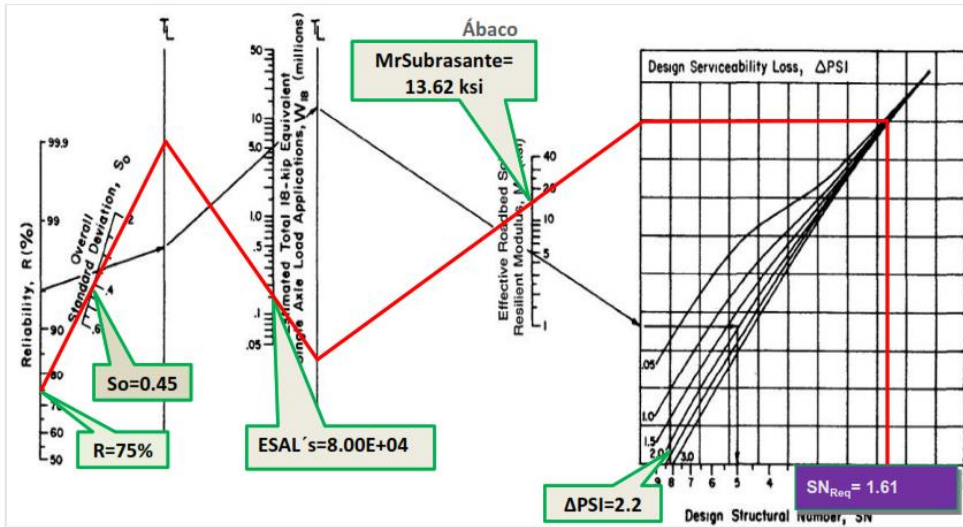
Gráfico Obtención del Número estructural SN3 (Subbase)



Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)

Figura 45

Gráfico Obtención del Número estructural SN Requerido.



Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)

6.3.5.1. Cálculo del espesor de la base (D2)

Teniendo en cuenta que es conocido el valor de SN^*1 , entonces el valor del coeficiente estructural de la base se obtiene de la siguiente manera:

Cálculo del espesor para la Base (D2):

$$D2 = (SN_2 - SN^*1) / a_2 \cdot m_2 = (1.15 \cdot 1.80) / (0.135 \cdot 1)$$

$$D2 = 4.8''$$

Dado que el espesor que se requiere para que **D2** (Base) no cumple con los espesores mínimos, para que resista los esfuerzos que le transmitirá la carpeta de adoquín, se utilizará un espesor mínimo recomendado por el Manual de Diseño de Pavimento de la AASHTO 93, este espesor de acuerdo con la **Tabla 37**, resulta que para un ESAL's de diseño de **80,008.00**. El espesor mínimo de la base granular es **4.00 pulgadas** (10.16 centímetros).



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Por tanto, tomar $D_2 = 4''$

Figura 46

Tabla Espesores Mínimos Sugeridos para Base granular.

Numero de ESAL's	Espesor mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfaltico	Base Granular
Menos de 50,000	1	4
50,000 - 150,000	2	4
150,000 - 500,000	2.6	4
500,000 - 2,000,000	3	6
2,000,000 - 7,000,000	3.6	6
Más de 7,000,000	4	6

Fuente: (Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO , 1993.)

Se procede a corregir el número estructural, por la siguiente formula:

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = (0.135) * (4.0) * (1)$$

$$SN_2 = 0.54$$

Para la Subbase (D_3):

$$D_3 = SN_3 - \left(\frac{SN_2 + SN_1}{a_3 + m_3} \right)$$

$$D_3 = 1.40 - (0.54 + 1.80) / (0.138 * 1)$$

$D_3 = -15.55''$, por lo tanto, **NO CUMPLE**.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Los criterios de diseño de la AASHTO 93, indican que, si el resultado del espesor para la subbase posee un valor negativo, este no necesita dicha capa.

Verificación por medio de la formula siguiente:

$$SN1+ SN2 \geq SN \text{ requerido}$$

$$1.8+0.54 \geq 1.61$$

$$2.34 \geq 1.61 \quad \text{O.K}$$

6.3.5.2. Espesores finales de Diseño

En base al análisis y a los resultados obtenidos, la carpeta de rodamiento de 1.0 km del Empalme Mina El Limón hacia el Empalme Las Marías, será de 4 pulgadas ya que este caso se utilizará adoquín, la base granular será de 4 pulgadas, los espesores detallados son los siguientes:

*Tabla 6
Espesores de Diseño.*

CAPA	ESPESOR	
	Pulgadas	Centímetros
Capa de rodamiento (Adoquín)	4	10
Capa arena	2	5
Base granular	4	10
Espesor total requerido	10	25

A como se observa en la tabla anterior, al utilizar adoquín tráfico como carpeta de rodamiento, el espesor de 5 centímetros de arena no es tomado en cuenta en la suma

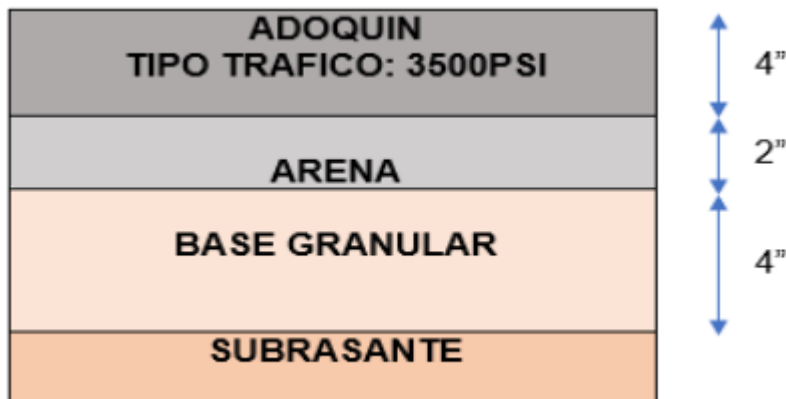


DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

total del espesor requerido, dado que se considera que el lecho de arena no tiene ningún aporte estructural. Tal y como se muestra en la imagen, la estructura total es de **8” pulgadas**.

Figura 47

Detalle de Espesores



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

En resumen, se ha obtenido como resultado la siguiente estructura de pavimento donde se muestran los valores de $SN_2=1.15$ y $SN_{req}=1.61$, además de los espesores $D_1=4"$ (Adoquín) y $D_2=4"$ (Base granular) ya que es el espesor mínimo para base que indica la norma AASHTO 93 considerando el ESAL's de diseño con rango de **50,000 a 150,000**.

NOTA: Ver en anexos planos de diseño.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

6.4. PRESUPUESTO DE EJECUCION.

Figura 48

Presupuesto de Ejecución de Obra

Nº	CONCEPTO	UND	CANTIDAD	C.U DE VENTA C\$	COSTO TOTAL C\$
PRELIMINARES		M2	285,55	C\$3.202,02	C\$914.338,08
101(1)	Construcciones Temporales	M2	285,55	C\$2.946,50	C\$841.373,08
102(1)	Movilizacion y Desmovilizacion	Glb.	1	C\$25.850,00	C\$25.850,00
103(2)	Rotulo	C/U	2	C\$14.385,00	C\$28.770,00
105(5)	Limpieza Inicial	Glb.	1	C\$18.345,00	C\$18.345,00
MOVIMIENTO DE TIERRA		M3	1200,54	C\$ 2.167,18	C\$2.601.787,08
203(1)	Excavación en la vía	M3	1200,54	C\$266,94	C\$320.472,15
203(2)	Subexcavación	M3	1320,33	C\$362,52	C\$478.646,03
203(5)	Préstamo Selecto, Caso 2	M3	833,25	C\$385,17	C\$320.942,90
203(9)	Compactacion	M3	855,5	C\$1.732,00	C\$1.481.726,00
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		M3	1320,33	C\$3.563,66	C\$4.705.202,75
304(2A)	Base de arena de asiento	M3	1320,33	C\$1.732,00	C\$2.286.811,56
502(1)	Imprimacion Asfaltica	M3	1320,33	C\$1.061,66	C\$1.401.741,55
901(1A)	Suelo Cemento	M3	248,85	C\$2.099,49	C\$522.458,09
203(9)	Compactacion	M3	285,33	C\$1.732,00	C\$494.191,56
SEÑALIZACIÓN		ml	1000	C\$1.044,19	C\$1.044.188,22
801(1B)	Inatallación de señales de 30cm x 61cm	C/U	4	C\$3.920,47	C\$15.681,88
802(1)	Marcas de pavimento, tipo línea coti nua amarilla 12cm de ancho	ML	1000	C\$39,84	C\$39.840,00
802(2)	Marcas de pavimento, tipo simbología y letras	M2	15,8	C\$552,30	C\$8.726,34
802(6)	Pintura de bordillo	ML	2000	C\$489,97	C\$979.940,00
MISELANEOS		m3	125,85	C\$5.635,58	C\$709.237,74
901(1B)	Concreto para Bordillo urbana de 3,500 Psi.	M3	125,85	C\$5.635,58	C\$709.237,74
TRABAJOS AMBIENTALES Y SOCIALES		Glb.	1	C\$75.776,34	C\$75.776,34
915(9)	Siembra de plantas	c/u	6	C\$823,89	C\$4.943,34
S/C	Pagos de tráites de permiso amiental	Glb.	1	C\$45.365,00	C\$45.365,00
S/C	Pagos de INAFOR (incluye regencia y renta)	Glb.	1	C\$25.468,00	C\$25.468,00
LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA		Glb.	2	C\$18.345,00	C\$36.690,00
	Limpieza Final	Glb.	1	C\$18.345,00	C\$18.345,00
	Entrega y detalles	Glb.	1	C\$18.345,00	C\$18.345,00
COSTO DIRECTO					C\$10.087.220,21
ESCALAMIENTO DE PRECIOS					5% C\$504.361,01
SUBTOTAL					C\$10.591.581,22
IMPUESTO MUNICIPAL					1% C\$105.915,81
IMPUESTO DE VALOR AGREGADO					15% C\$1.588.737,18
TOTAL CON IMPUESTO EN CORDOBAS					C\$12.286.234,22
TOTAL CON IMPUESTO EN DOLLARES					36,65 \$335.231,49

Nota: El presupuesto completo ver en Anexo. Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

El presupuesto para la ejecución de un (1) Km de carpeta de rodamiento rígido, con material de adoquín, en el tramo desde el Empalme Mina El Limón, hasta el Empalme Las Marías, alcanza un monto de **C\$12,286,234.22** (doce millones doscientos ochenta y seis mil, doscientos treinta y cuatro con 22/100 córdobas netos). Su equivalente en dólares es **\$335,231.49** (treientos treinta y cinco mil, doscientos treinta y un con 49/100 dólares).

Este monto alcanzado para un (1) Km, al pasarlo a los siete (7) Km del tramo específico, entre los dos empalmes, alcanza un monto total de **C\$86,003,639.54** (Ochenta y seis millones tres mil seiscientos treinta y nueve córdobas con cincuenta y cuatro centavos). Este mismo monto en dólares alcanza un valor de **\$2,345,456.67** (Dos millones trescientos cuarenta y cinco mil cuatrocientos cincuenta y seis dólares con sesenta y siete centavos).

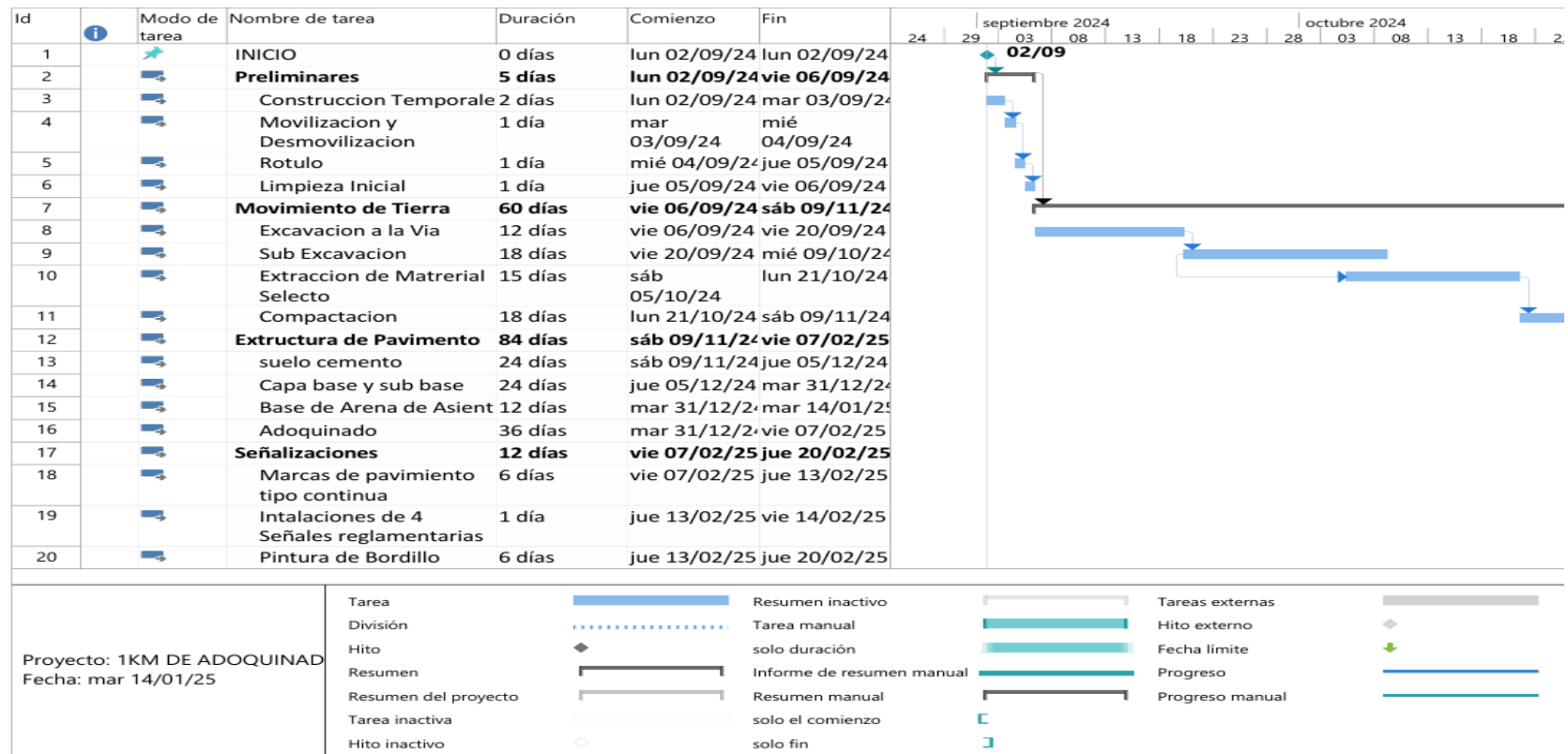


**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

6.5. Cronograma de Ejecución

Figura 49

Cronograma de Ejecución.



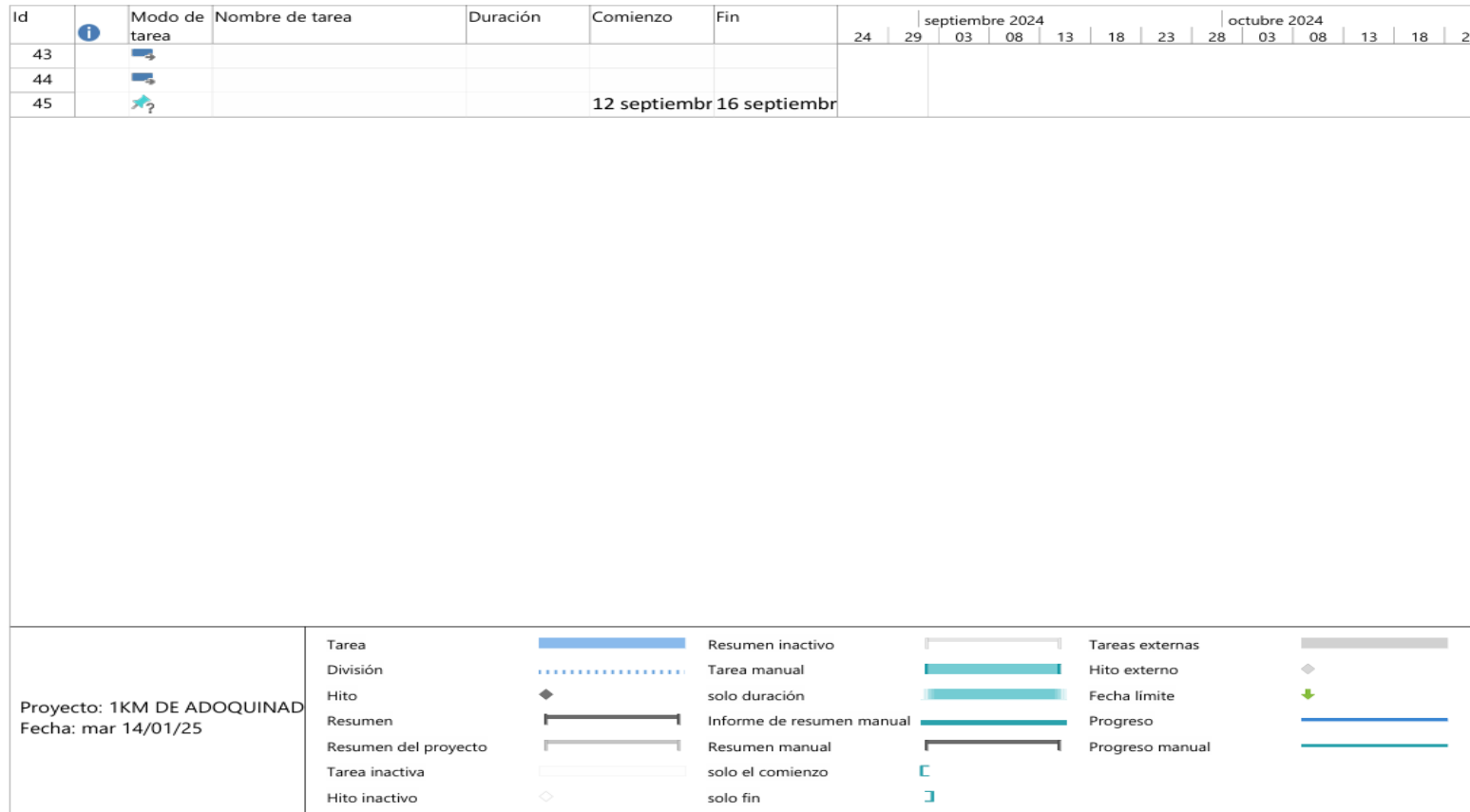
Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Figura 51

Tabla#3 Cronograma de Ejecución



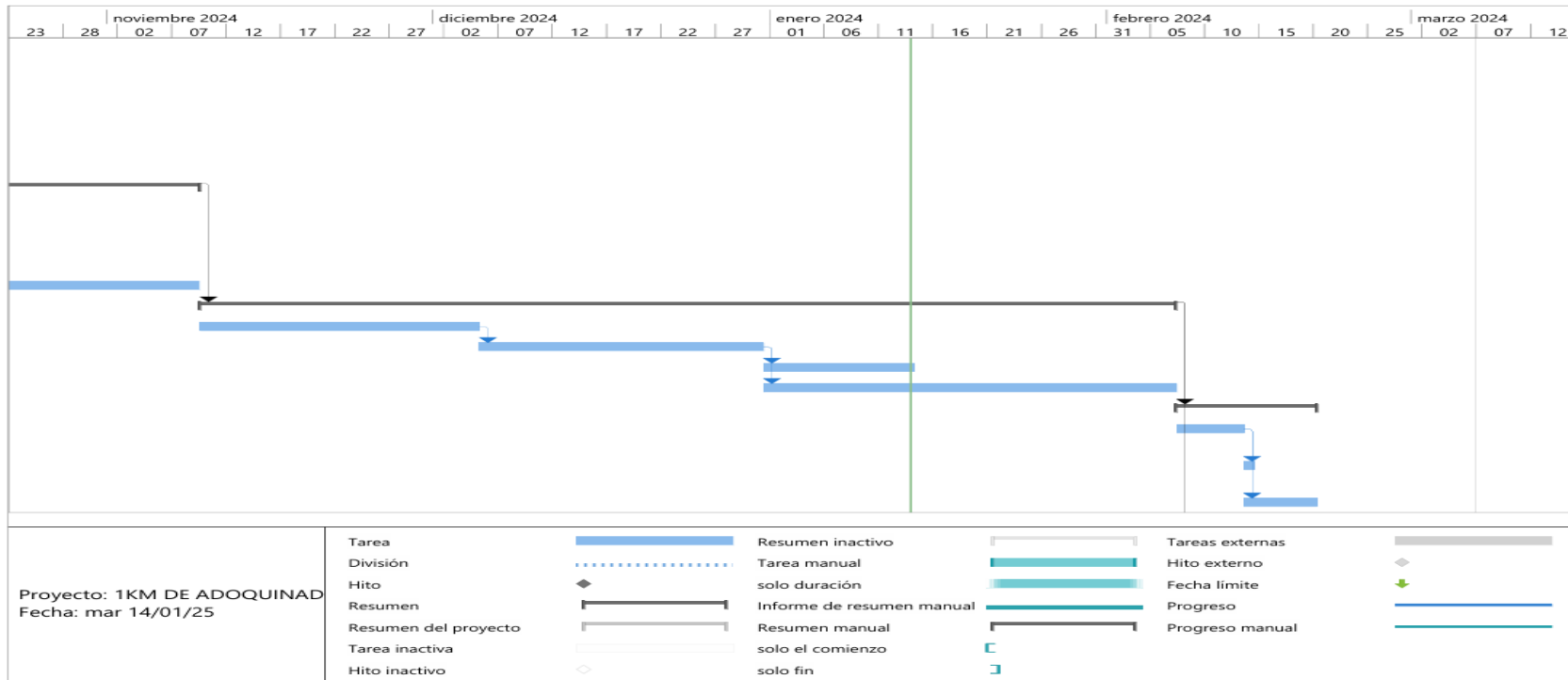
Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Figura 52

Tabla#4 Cronograma de Ejecución



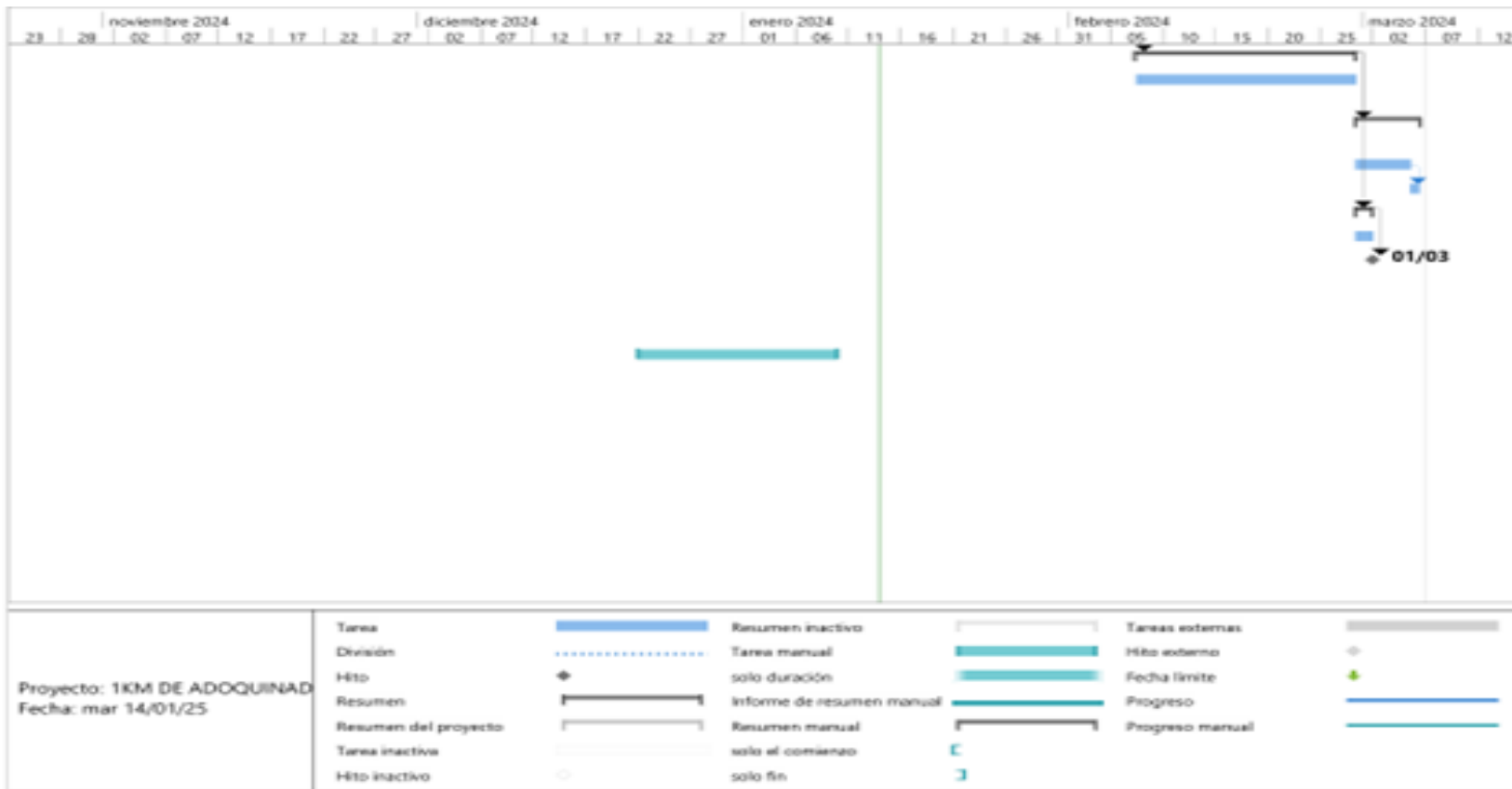
Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA
COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA
DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

Figura 53

Tabla#5 Cronograma de Ejecución



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

A continuación, se presentan aspectos importantes considerados para la ejecución de las obras, estos se presentan como parte de los procesos de:

Planificación y Preparación:

- **Estudio del Terreno:** Realizar un estudio geotécnico para conocer la composición del suelo y adecuar el diseño de la carretera a las condiciones del terreno.
- **Permisos y Licencias:** Obtener todos los permisos y licencias necesarias de las autoridades locales.

Diseño y Aprovisionamiento:

- **Diseño del Proyecto:** Elaborar un diseño detallado que incluya el trazado de la carretera, drenajes, y la selección de adoquines adecuados.
- **Adquisición de Materiales:** Comprar los materiales necesarios (adoquines, arena, cemento, etc.) asegurándose de que cumplan con los estándares de calidad requeridos.

1. Fase de Construcción:

- **Preparación del Terreno:** Nivelar y compactar el terreno. Si es necesario, realizar trabajos de excavación y drenaje.
- **Instalación de Base:** Colocar una base de grava y una capa de arena para asegurar la estabilidad de los adoquines.



**DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN
SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.**

- **Colocación de Adoquines:** Colocar los adoquines de manera uniforme siguiendo el diseño previsto. Asegurarse de que cada adoquín esté bien asentado y nivelado.
- **Relleno de Juntas:** Rellenar las juntas entre los adoquines con arena fina y compactar nuevamente para asegurar que estén firmemente asentados.

2. Inspección y Finalización:

- **Inspección de Calidad:** Realizar una inspección final para asegurar que la carretera cumpla con los estándares de calidad y seguridad.
- **Entrega de la Obra:** Entregar la obra al cliente y proporcionar un informe detallado de las actividades realizadas y materiales utilizados.

Luego de considerados todos los aspectos incluidos en el análisis, puede asegurarse que el tiempo de ejecución máximo del proyecto es de cinco (5) meses.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Capítulo VII: CONCLUSIONES.

Por el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados, se concluye que:

Los resultados del diagnóstico situacional en el sitio de estudio, las comunidades de El Empalme Mina el Limón y el empalme Las Marías, permitió conocer una realidad imperante y a su vez se detectaron los problemas y necesidades de estas comunidades. El problema de mayor interés es la dificultad de comunicación terrestre entre ellas. Por lo que la ejecución de este tramo de carretera trae consigo un mayor nivel de desarrollo entre ellas. Generando, además, empleos directos e indirectos; la disminución en los costos de transporte; la dinamización de la economía por la utilización de bienes y servicios locales y por el aumento de usuarios de las vías; la reducción en los tiempos de desplazamiento; así como, el apoyo a proyectos productivos para aquellas personas que dependen económicamente de esta actividad.

Los estudios de topografía presentaron resultados favorables por encontrarse estos en los límites necesarios para el desarrollo de la vía. La Planimetría arroja que la longitud total de la vía es de 7.3 Km y que puede establecerse un ancho de vía de hasta 7 metros, garantizando con ello dos carriles de circulación vehicular. La Altimetría, presenta resultados de pendientes menores del 8%, favorables a la circulación vehicular con un límite de velocidad entre 100 – 110 Km/h, al ser una comunidad rural y un bombeo de hasta 4% en el carril derecho y el mismo para el carril izquierdo.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Para el Estudio geotécnico se determinó que los suelos predominantes en la línea son A-2-4 (0), A-2-6, A-2-7, A-1-a(0) y una capa de pedraplén, los cuales según la clasificación AASHTO son suelos de buenos a regulares para subrasante. El banco de préstamos se utilizará El Cerrito Apante y se propone que la estructura de pavimento esté compuesta por una capa de rodadura de adoquín y una capa base estabilizada.

En el Estudio de tráfico, se realizó un aforo vehicular de 8 horas durante 7 días consecutivos (1 semana), en cada uno de los empalmes. Por los cálculos realizados se obtuvo un TPDA de 102 vehículo/día. De los cuales se obtuvo una composición vehicular de 73.9% de Vehículos Livianos y un 20.0% de Vehículos Pesados, 7.0% vehículos de pasajeros y otros con 0.0%. Para determinar la tasa de crecimiento realizamos un consolidado de las tasas de PIB, POB y TPDA del sitio, dando un resultado de 1.46%. Considerando el periodo de diseño de 20 años se obtuvo un factor de crecimiento de 25.45, que al proyectarlos el número de repeticiones por eje equivalente o ESAL's fue de 80,008.00.

En el Diseño de pavimento, a partir de un ESAL'S de 80,008.00 para un periodo de diseño de 20 años, con un CBR de diseño de 22.1%, los espesores resultantes son de 4.00 pulgadas para la carpeta de rodamiento (adoquín), 2 pulgadas de colchón de arena y 4 pulgadas para la base estabilizada. Obteniendo un total de 10 pulgadas de estructura de pavimento articulado, por sus características no será necesario agregar una subbase a dicha estructura.

La estructura de pavimento cumplirá a los esfuerzos que será sometido, dado que los valores alcanzados cumplen con la normativa de Diseño de pavimentos de la AASHTO



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

93 en cuanto a espesores mínimos requeridos, todo esto indica que será una estructura de pavimento que satisfaga y soporte la demanda vehicular a proyectarse en este caso a 20 años.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

Capítulo VIII: RECOMENDACIONES.

En el desarrollo del presente estudio se identificaron tres instituciones, como actores claves en el desarrollo y ejecución del proyecto, así como, las comunidades beneficiadas con el desarrollo del mismo, es por lo que se recomienda a:

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

1. Velar que los materiales de construcción de la carretera cumplan con las especificaciones que están estipuladas en las normas y estándares de calidad.
2. Verificar in situ que la estructura del pavimento cumpla con las especificaciones.
3. Realizar pruebas de ensayo en las diferentes etapas del proyecto durante su ejecución.

A la Alcaldía Municipal.

1. Antes de comenzar, las actividades de ejecución asegurarse de que todos los materiales estén aprobados por la Dirección General de Normas de la construcción y Desarrollo Urbano (DGNCU) del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
2. Inspeccionar todos los equipos y maquinarias antes de utilizarlos en la obra, controlando que estén en buenas condiciones.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

3. Realizar las pruebas típicas de control de calidad para la construcción de asfalto incluyendo muestras en la cantera para examinar las caras fracturadas, la equivalencia de la arena, la cantidad de finos, etc.

A la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).

1. Garantizar los mejores espacios para el desarrollo de las actividades en los proyectos de graduación.
2. Velar por el buen funcionamiento de los equipos de climatización, ventilación e iluminación eléctrica.
3. Garantizar la limpieza de estos espacios.

A las Comunidades Empalme Las Mariás y Empalme Mina El Limón.

1. Velar por el buen estado de la vía, en caso ocurrir alguna reportarla a la instancia correspondiente.
2. Controlar los focos de contaminación visual evitando dejar basura en el área.
3. Participar de manera activa en capacitaciones y campañas, que aseguren las mejores condiciones de la vía.



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARIÁS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

BIBLIOGRAFIA

Nicaragua.gob.ar. (s.f.). Infraestructura Vial: Factor de Riesgo de la Seguridad Vial.

León, A. d. (19 de diciembre de 2018). Gestión de infraestructura vial y cierre de vías.

Brito, A. A. (2018). Universidad Politécnica. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/103062>

Nic, C. d. (s.f.). Cámara de Comercio.

Capítulo I Método AASHTO 93 para el Diseño de Pavimentos Rígidos. (s.f.).

CAPITULO II. GENERALIDADES Y DEFINICIONES SOBRE LOS PAVIMENTOS. (s.f.).

Chamorro, B. G. (febrero de 2011). Repositorio Universidad Nacional de Ingenierías. Obtenido de Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://ribuni.uni.edu.ni/439/1/3_7907.pdf

Comercio, W. (30 de agosto de 2019). Comercio. Obtenido de Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.mineduc.gob.gt/](https://www.mineduc.gob.gt/DIGECADE/documentos/Telesecundaria/Recursos%20Digitales/3o%20Recursos%20Digitales%20TS%20BYSA%203.0/PROYECTOS%20INTEGRADOS/U7%20proyecto%20%20comercio.pdf)

DIGECADE/documentos/Telesecundaria/Recursos%20Digitales/3o%20Recursos%20Digitales%20TS%20BYSA%203.0/PROYECTOS%20INTEGRADOS/U7%20proyecto%20%20comercio.pdf

Duarte, A. (03 de marzo de 2023). Cruz del Tercer Milenio. Obtenido de <https://www.monumentocruzdeltercermilenio.cl/blog/trabajo/que-son-losantecedentes-en-un-trabajo-deinvestigacion.html#>:

~:text=Los%20antecedentes%20de%20la%20investigaci%C3%B3n, problema%20que%20se%20est%C3%A1%20estudiando

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/965101468290990918/text/E28750v40NI0Adoquinado0del0tramo0empalme.txt>

Google earth

<https://web-geofisica.ineter.gob.ni/geol/geologia.html>

<https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:66352-presentan-mapa-de-cambio-climatico>

<https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/mapas/Nicaragua/clima/atlas/index.html>https://www.ineter.gob.ni/mapa/pub/nicaragua/relieve_525k.html

<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-centroamericana/sociologia/hidrografia-de-nicaragua-ismael-isaac-aguilar-orozco/8731619>



DISEÑO DE SIETE (7) KM DE PAVIMENTO ARTICULADO POR EL MÉTODO AASHTO 93, EN EL TRAMO DE CARRETERA COMPRENDIDO DESDE EL EMPALME MINA EL LIMÓN HASTA EL EMPALME LAS MARÍAS, MUNICIPIO DE LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

<https://www.cbd.int/doc/world/ni/ni-nr-04-es.pdf>

<https://documents1.worldbank.org/curated/ru/770391468321319312/pdf/E2875v100Nicar00190201300Box377286B.pdf>

ANEXOS

Figura54

Fotografías Levantamiento Topográfico



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

Figura 55

Fotografía #2 del Levantamiento Topográfico.



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

Figura 56

Fotografías #3 Levantamiento Topográfico



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)

Figura 57

Fotografías #4 Levantamiento Topográfico



Fuente: (Elaborado Por Autores, 2025)