



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Área de Conocimiento de Ingeniería y Arquitectura

Propuesta de diseño geométrico de 2.7 km para el tramo de carretera: "Empalme San José - Terrabona, en el Municipio de Terrabona, Departamento de Matagalpa".

Proyecto de graduación para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Tutor:

Br. Eddy Edberto
Núñez Solís
Carnet: 2017-00901

Br. Danilo José
Velásquez Livo
Carnet: 2017-04951

Br. Erik Manuel
Tórrez Mejía
Carnet: 2017-09031

MSc. Ing. José
Folker Laguna
Blanco

07 de marzo de 2026
Managua, Nicaragua

AVAL DEL TUTOR

Datos de los Estudiantes

Nombre del estudiante	Programa académico	Carné
Br. Eddy Edberto Núñez Solís	Ingeniería Civil	2017-00901
Br. Danilo José Velásquez Livo	Ingeniería Civil	2017-04951
Br. Erik Manuel Tórrez Mejía	Ingeniería Civil	2017-09031

Datos del Tutor Académico

Nombre del tutor	Área de conocimiento	Correo institucional
MSc. José Folker Laguna Blanco	DACAC	Jose.laguma@uni.edu.ni

Datos del Asesor Académico

Nombre del tutor	Área de conocimiento	Correo institucional
Ing. Keving Roberto Sánchez Rocha	DACAC	Keving.sanchez@uni.edu.ni

Declaración del Tutor

Yo, **José Folker Laguna Blanco**, en calidad de tutor certifico que he revisado la propuesta presentada por los estudiantes descritos en este formulario, por lo tanto:

Avalo la propuesta para su desarrollo.

Firma del Tutor:



Fecha: 27 / Febrero / 2026



Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

Managua, Nicaragua, lunes 15 de diciembre de 2025
REF/CULM. EST/TFCE/CIV/053-2025

Eddy Edberto Nuñez Solís
Erik Manuel Torrez Mejía
Danilo José Velásquez Livo
Sus manos. –

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

En el marco de la **Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)** se le(s) comunica que el Tema y objetivos de **Proyecto de Graduación** titulado **"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE 2.7 KM PARA EL TRAMO DE CARRETERA: "EMPALME SAN JOSÉ- TERRABONA, EN EL MUNICIPIO DE TERRABONA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA"**. Ha sido aprobado y se le ha asignado como Tutor(a) al (a la) **MSc. José Folker Laguna Blanco**

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

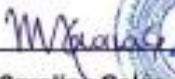
Por lo tanto, ud (s) deberá(n) cumplir en el periodo mencionado con lo siguiente:

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

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

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

Atentamente,


Ma. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora



Cc. Expediente Culminación de Estudios

Índice de contenido

1. Introducción	1
2. Antecedentes y Marco Legal	2
3. Objetivos	6
3.1 Objetivo General	6
3.2 Objetivos Específicos	6
4. Descripción del Proyecto	6
4.1 Naturaleza y Alcance Técnico	6
Ubicación y Entorno Geográfico	7
Contexto Socioeconómico y Beneficiarios	9
4.2 Alcances y Limitaciones Explícitas	10
Alcances	10
Limitaciones	10
5. Fundamentos Técnicos	11
6. Metodología para el Desarrollo del Proyecto de Graduación	19
6.1 Determinación del vehículo de diseño mediante aforo vehicular	19
6.2 Generación de información topográfica mediante Autodesk InfraWorks	20
6.3 Desarrollo del diseño geométrico conforme a la normativa SIECA 2011	21
6.4 Elaboración de planos mediante Autodesk Civil 3D	22
7. Resultados	23
7.1 Estudio de tránsito	23
Trabajo de Campo y representación de resultados	23
Clasificación Vehicular	27
Estación de Corta Duración o de Conteo Sumaria	27
Estación de Mayor Cobertura	28
Factores de ajustes para cuantificar TPDA	29
Cálculo del TPDA	30
Proyección de tráfico futuro	31
Producto Interno Bruto (PIB)	34
Análisis de tasas de crecimiento	35

Tránsito de diseño	35
Clasificación funcional.....	36
7.2 Criterios de Diseño	37
Uso del Software Infracore	37
Uso del software Civil 3D para el diseño geométrico	39
Clasificación del terreno.....	40
Derecho de Vía	41
Vehículo de diseño	41
Velocidad de diseño.....	43
Distancia de visibilidad en carreteras	43
7.3 Alineamiento Horizontal.....	45
Peralte	45
Factor de fricción lateral.....	45
Radio mínimo.....	46
Longitud de transición y distancia de bombeo.....	46
Datos de curvas	46
7.4 Alineamiento Vertical	50
Pendientes de control para el diseño	50
Curvas verticales	51
7.5 Sección Transversal	52
Plataforma o corona.....	52
Rasante	53
Pendiente transversal	53
Ancho de calzada	54
Hombros	54
7.6 Cálculos de la curva crítica.....	56
Elementos de curva	56
8. Conclusiones	58

9. Recomendaciones	59
10. Referencias	61
• Bibliografía	61
11. Planos	62
ANEXOS	63

Índice de tablas.

Tabla 1 Tránsito promedio diario de 12 h sentido San José – Terrabona.	24
Tabla 2 Tránsito promedio diario de 12 h sentido Terrabona - San José	25
Tabla 3 Tránsito promedio diario total.....	26
Tabla 4 Dependencia de estaciones.....	29
Tabla 5 Factores de ajuste correspondientes al tercer cuatrimestre del año septiembre- diciembre.	30
Tabla 6 Cálculo del TPDA.....	31
Tabla 7 Proyección de población según INIDE	32
Tabla 8 Datos históricos TPDA.....	33
Tabla 9 PIB en millones de dólares y su tasa de crecimiento	34
Tabla 10 Promedio del PIB, TPDA y POB	35
Tabla 11 Clasificación de carreteras.....	37
Tabla 12 Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.	41
Tabla 13 Dimensiones de los vehículos de diseño.....	42
Tabla 14 Radios Mínimos de Giro de los Vehículos de Diseño	42
Tabla 15 Distancia de visibilidad de parada, tramo Empalme San José – Terrabona.	44
Tabla 16 Radios mínimos y grados máximos de curva horizontales para distintas velocidades de diseño.	45
Tabla 17 Elementos de las curvas horizontales.	46
Tabla 18 Espirales de transición.	48
Tabla 19 Pendiente máxima para carreteras rurales (locales)	50
Tabla 20 Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta.....	51
Tabla 21 Control de Diseño para Curva Vertical en Columpio.	52
Tabla 22 Bombeo normal de la calzada.....	53
Tabla 23 Anchos mínimos de hombros y aceras	54
Tabla 24 Parametros de diseño.....	55

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1	Macro localización.....	7
Ilustración 2	Micro localización.....	8
Ilustración 3	Porcentaje de vehículos que circulan por el tramo.	27
Ilustración 4	Superficie de emplazamiento	38

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1	Cálculo del TPDA.....	30
Ecuación 2	Cálculo de tasa de crecimiento vehicular.....	33
Ecuación 3	Cálculo del tránsito proyectado	36
Ecuación 4	Cálculo de distancia de visibilidad de parada (Horizontal)	44
Ecuación 5	Cálculo de visibilidad e parada (Pendiente).....	44
Ecuación 6	Tangente (T)	56
Ecuación 7	Grado de Curvatura (Gc).....	56
Ecuación 8	Externa (E)	56
Ecuación 9	Cuerda máxima	57
Ecuación 10	Mediana (M)	57
Ecuación 11	Desarrollo de la curva (Dc).....	57

1. Introducción

Las carreteras desempeñan un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de un país, ya que permiten la integración de comunidades, mejoran la movilidad de personas y bienes, y facilitan el intercambio comercial. Para que estas funciones se cumplan de manera eficiente, la vía debe responder a criterios de diseño que garanticen una circulación cómoda y segura para los usuarios, tales como curvas correctamente trazadas, pendientes adecuadas, visibilidad suficiente, señalización apropiada y anchos de calzada acordes con las características topográficas del terreno.

En este trabajo de aplicación profesional se aborda el diseño geométrico del tramo de carretera comprendido entre la salida oeste del casco urbano del municipio de Terrabona, en el departamento de Matagalpa, desde la estación 00+000.00 hasta el empalme con la comunidad San José en la estación 02+700.00, con una longitud total de 2.7 km. Debido a las condiciones topográficas y de suelo de la zona, el diseño vertical y horizontal exige la aplicación rigurosa de criterios técnicos fundamentados en el Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras del SIECA 2011, que establece los parámetros necesarios para garantizar una vía segura y funcional, acorde con la demanda del sector.

Dentro del proceso de análisis, se ejecutó un **Aforo Vehicular** en el tramo de estudio, con el objetivo de determinar la demanda actual y proyectada de tránsito, información indispensable para definir la capacidad y características de diseño de la carretera. Asimismo, se implementó el software **InfraWorks** para la extracción y modelado de la topografía del terreno, lo que permite obtener una representación precisa de las condiciones físicas de la zona y facilitar la aplicación de los criterios técnicos en el diseño geométrico. Finalmente, para el desarrollo del alineamiento horizontal y vertical, se utilizó el software **AutoCAD Civil 3D**, asegurando el cumplimiento de los radios mínimos y pendientes máximas requeridas.

2. Antecedentes y Marco Legal

En lo que a transporte vial terrestre se refiere, al finalizar la segunda década del siglo XX hizo su aparición en los países latinoamericanos el transporte por carreteras y caminos, causando repercusión en sus economías, debiéndose su uso generalizado en la actualidad a que : no presenta mayores dificultades de trasbordo; mayor velocidad; las exigencias para su circulación son menos rígidas que las establecidas para un ferrocarril en cuanto a las características geométricas de las vías de acceso y unidades rodantes; además de que es fácil y relativamente barata la adquisición de las unidades.

Actualmente, el transporte terrestre por carretera ha venido modernizándose a nivel mundial de una manera constante y progresiva; Centroamérica, aunque con sus limitaciones, no ha sido ajena a este proceso. Los avances tecnológicos que repercuten directamente en la fabricación de motores más potentes, para movilizar vehículos de carga de mayor capacidad y tamaño, obligan a la modernización de la infraestructura vial, permitiendo la circulación de una manera segura, cómoda y eficiente. La necesidad de contar con leyes y regulaciones que permitan la modernización del sistema, es impostergable. El incremento sustancial en el volumen de transporte de pasajeros y mercancías, tanto a nivel nacional como internacional, ha generado nuevas exigencias técnicas y operativas en la infraestructura vial del país.

El 10 de junio de 1958 fue creado El Acuerdo Centroamericano Sobre Circulación por Carretera, el cual constituía todo un programa de armonización y modernización de normas técnicas aplicables a las carreteras y al transporte por carretera de la región; dicho acuerdo estuvo vigente durante mucho tiempo.

Un nuevo acuerdo, aprobado el 4 de noviembre de 2000 por los expertos representantes de los grupos de trabajo regional derivó en la propuesta técnica de un documento moderno, práctico y ajustado a la realidad centroamericana que regulará la circulación por carreteras de la región,

con énfasis en lo relativo a nuevos límites en el control de pesos y dimensiones de los vehículos automotores.

En Nicaragua, importantes proyectos han sido desarrollados en los últimos años destacando el desarrollo de infraestructuras viales y logísticas cruciales para la región. Estos proyectos de infraestructura vial enmarcados en el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022-2026, se centran en fortalecer corredores importantes como el del “Litoral Pacífico”, conectar el Caribe, mejorar accesos a fronteras y desarrollar circunvalaciones urbanas.

Enfocado en la necesidad de organizar y desarrollar la infraestructura de transporte del país, el Ministerio de Transporte e Infraestructura tiene sus orígenes en la década de 1940, cuando se creó el Departamento de Carreteras dentro del Ministerio de Obras Públicas, para gestionar la escasa red vial del país; con el tiempo evolucionó, convirtiéndose en el ente rector actual de la infraestructura y transporte, encargado de construir y modernizar carreteras, puentes y caminos para el desarrollo nacional.

El transporte por carreteras en Nicaragua inició su influencia en la economía nacional en la década de los años 40. En ese año se contaba con 52 Kilómetros de carreteras pavimentadas y 149 Kilómetros de caminos. A diciembre de 1969 la red vial tenía ya 11,201 Kilómetros de los cuales 1,141 Kilómetros eran pavimentados. En la actualidad, casi toda la Zona del Pacífico y gran parte de la Zona Central del país se encuentran circundadas de vías de comunicación de todo tiempo que proporcionan una excelente oportunidad a los usuarios para circular con seguridad, rapidez y bajos costos de operación.

Desde el año 2007, Nicaragua ha experimentado un crecimiento de su red pavimentada, conectando más municipios y mejorando la calidad de las vías, con inversiones en concreto

hidráulico posicionando al país con carreteras de primer nivel en Centroamérica para el desarrollo económico y la integración regional.

El inventario vial de Nicaragua evidencia la composición y el nivel de desarrollo de la infraestructura de transporte terrestre del país. De acuerdo con datos del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), la red vial nacional alcanza aproximadamente 24,781.6 km de longitud total. De esta extensión, 4,838.37 km corresponden a carreteras pavimentadas, las cuales incluyen superficies de asfalto, adoquín y concreto hidráulico; 2,806.87 km corresponden a carreteras revestidas, generalmente compuestas por material granular estabilizado. Asimismo, la red incluye 9,713.04 km de caminos de todo tiempo, que permiten la circulación vehicular durante todo el año aun sin contar con pavimento, y 7,380.33 km de caminos de verano o estación seca, cuya transitabilidad se ve limitada principalmente a los periodos con menores precipitaciones. Esta distribución refleja la coexistencia de distintos niveles de desarrollo y accesibilidad dentro del sistema vial nacional, evidenciando tanto los avances en pavimentación como la significativa proporción de caminos rurales que aún presentan limitaciones operativas, especialmente durante la temporada lluviosa. ((MTI), 2023)

La moderna red vial no solo ha permitido la exportación de productos, sino que ha sido factor clave para el incremento de la producción de cultivos y la ganadería en el Caribe, Chontales, Boaco, Matagalpa, entre otros. Más aún, facilita a los productores impulsar sus programas de mejoramiento genético, producción de lácteos y granos básicos. Al mismo tiempo, la red impacta en la circulación de otras infraestructuras que llegan a los municipios para mejorar las condiciones de vida de las familias productoras en el interior del país.

En materia de leyes, las normas técnicas y legales vigentes en el país que se citan a continuación, aseguran el cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad ambiental:

1. **Ley No. 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito:** Establece disposiciones de carácter normativo, dirigidas a fortalecer la protección y la seguridad ciudadana.
2. **Ley No. 290, Ley de organización, competencia y procedimientos del Poder Ejecutivo:** Define las competencias específicas de cada ministerio, otorgando al MTI la facultad para dirigir, administrar y supervisar, en forma directa o delegada la conservación y desarrollo de la infraestructura de transporte.
3. **Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras:** Establece parámetros uniformes para los países de la región (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) en aspectos como la clasificación de la red vial, elementos de diseño, gestión de riesgos y seguridad vial.
4. **Manual para la Revisión de Estudios de Diseño Geométrico:** Establece los procedimientos para evaluar las cinco etapas del desarrollo vial: planificación, proyecto preliminar, diseño final, zona de camino y construcción.
5. **Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC-2000):** Aunque se enfoca en construcción, contiene las disposiciones técnicas básicas y requisitos legales que deben cumplir los diseños para ser aprobados y ejecutados en el país.

Bajo este cumplimiento normativo, la propuesta de diseño para el tramo “Empalme San José – Terrabona” se justifica como una respuesta técnica necesaria para la integración productiva de Matagalpa. La propuesta garantiza condiciones óptimas de movilidad al cumplir estrictamente con el marco legal del MTI y los estándares de seguridad vial establecidos en el Manual SIECA 2011.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Realizar propuesta de diseño geométrico para el tramo de carretera: "Empalme San José – Terrabona", en el municipio de Terrabona, Departamento de Matagalpa", aplicando el Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras del SIECA 2011.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar curvas de nivel, el eje longitudinal y secciones transversales utilizando la aplicación Autodesk InfraWorks.
- Definir vehículo de diseño realizando aforo vehicular.
- Efectuar el diseño geométrico aplicando el Manual Centroamericano de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011.
- Elaborar planos mediante el uso del programa Cvil3D.

4. Descripción del Proyecto

4.1 Naturaleza y Alcance Técnico

El presente proyecto aborda el desarrollo técnico del Diseño Geométrico de infraestructura vial, integrando flujos de trabajo digitales y el cumplimiento riguroso de estándares internacionales. La propuesta se rige bajo los criterios del Manual Centroamericano de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, priorizando la seguridad vial, la funcionalidad operativa y el confort del usuario. Como componente innovador, el proyecto implementa una metodología de diseño interoperable: inicialmente se utiliza Autodesk InfraWorks para la modelación tridimensional del entorno y la obtención de datos topográficos preliminares. Posteriormente, esta información es procesada en AutoCAD Civil 3D, software especializado donde se ejecuta el diseño geométrico de precisión. Asimismo, el diseño se sustenta en datos reales de demanda derivados de estudios de ingeniería de tránsito.

Ubicación y Entorno Geográfico

Ilustración 1

Macro localización



Fuente: Elaborado por sustentante.

El proyecto se localiza en la región central-norte de Nicaragua, específicamente en el municipio de Terrabona, departamento de Matagalpa. Como se observa en la Ilustración 2, el departamento de Matagalpa limita al norte con Jinotega, al sur con Boaco y Managua, al este con la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) y RACCS, y al oeste con Estelí y León. Esta ubicación es estratégica para la conectividad y movilidad regional, sirviendo como

base para el análisis de las condiciones generales de la zona donde se inserta el tramo en estudio.

Ilustración 2

Micro localización.



Fuente: *Elaborado por sustentante.*

El alineamiento propuesto inicia en la periferia del casco urbano de Terrabona y se extiende hasta el “Empalme San José”. Este tramo funge como eje conector estratégico entre una zona productiva de alto valor y la cabecera municipal.

El área de influencia presenta una orografía de tipo ondulada a montañosa, típica de la geografía matagalpina, lo que impone retos significativos en cuanto a pendientes longitudinales y movimiento de tierras.

Contexto Socioeconómico y Beneficiarios

Desde la perspectiva socioeconómica, la zona es predominantemente rural, con una economía sustentada en la agricultura de granos básicos, la ganadería y la producción hortícola a pequeña escala. Actualmente, la vía existente presenta un diseño geométrico deficiente, limitando el transporte de mercancías y el acceso equitativo de la población a servicios esenciales de salud y educación. Por tanto, la intervención técnica es imperativa para potenciar la competitividad logística y el bienestar social de la región.

El impacto social del proyecto se evalúa a través de la identificación de los actores claves, clasificados según su grado de interacción con la infraestructura propuesta:

Beneficiarios Directos.

Pobladores de la Comunidad Las Palomas. Comprende a los núcleos familiares residentes que dependen de la vía para su movilidad cotidiana, acceso a empleos y seguridad alimentaria.

Sector Productivo (Agricultores y Ganaderos). Actores económicos que requieren la infraestructura para la logística de insumos y, crucialmente, para la extracción eficiente de cosechas hacia los mercados de acopio, reduciendo mermas por transporte.

Sector Transporte. Incluye a los operadores de transporte colectivo (buses), carga pesada y transporte selectivo. El mejoramiento vial impactará directamente en la reducción de los CB. Beneficiarios Indirectos (Zona de Influencia Extendida).

Beneficiarios Indirectos.

Población del Casco Urbano de Terrabona. Se beneficiará de la dinamización comercial y la integración económica con las comunidades aledañas

Institucionalidad Pública (MINSA, MINED, Alcaldía). La mejora geométrica permitirá una cobertura más amplia y eficiente de los servicios estatales, facilitando el ingreso de ambulancias, unidades móviles de salud y supervisión educativa en toda época del año.

4.2 Alcances y Limitaciones Explicitas

Alcances

Levantamiento y Modelado Digital. Uso del software InfraWorks para la obtención del modelo digital del terreno (MDT), generación de curvas de nivel y trazado preliminar del eje longitudinal sobre la topografía existente.

Estudio de Tránsito. Ejecución de un aforo vehicular en el tramo de estudio para determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y la composición vehicular, datos base para la clasificación de la carretera.

Diseño Geométrico Integral. Desarrollo del alineamiento horizontal y vertical aplicando estrictamente los criterios del (radios mínimos, tangentes mínimas, distancias de visibilidad, pendientes máximas), esto apoyado con el software Civil 3D

Limitaciones

Precisión Topográfica. El levantamiento topográfico se basa en modelos digitales obtenidos mediante software (InfraWorks/Imágenes Satelitales), por lo que se considera un diseño a nivel de prefactibilidad o diseño preliminar avanzado, sujeto a validación con estación total para etapas constructivas finales.

5. Fundamentos Técnicos

Los conceptos presentados en la siguiente tabla sintetizan los principales fundamentos de la ingeniería de tránsito y del diseño geométrico de carreteras utilizados en el desarrollo del proyecto de graduación titulado: “Propuesta de diseño geométrico de 2.7 km para el tramo de carretera: Empalme San José – Terrabona, en el municipio de Terrabona, departamento de Matagalpa”. La conceptualización se basa principalmente en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011) y literatura técnica reciente utilizada en proyectos viales de la región.

Concepto	Definición	Aplicación en este proyecto	Fórmula matemática
Ingeniería de tránsito	Disciplina de la ingeniería civil que estudia el movimiento seguro y eficiente de personas y vehículos en la red vial.	Permite analizar la demanda vehicular actual y futura del tramo en estudio para definir parámetros de diseño.	
Vehículo de diseño	Vehículo tipo seleccionado para representar las características dimensionales y operativas que	Se utiliza para definir radios de curva, sobrehanchos y condiciones de maniobrabilidad en el alineamiento.	

	condicionan el diseño geométrico.		
Aforo vehicular	Procedimiento de conteo sistemático de vehículos que circulan por un punto de la carretera durante un periodo determinado.	Permite determinar el volumen de tránsito base del tramo Empalme San José – Terrabona.	
Volumen de tránsito promedio diario (TPD)	Número promedio de vehículos que circulan por una vía durante un día.	Sirve como base para calcular el tránsito promedio diario anual y proyectar la demanda futura.	$\text{TPD} = \frac{\text{Vehículos contados}}{\text{número de días}}$
Estaciones de mayor cobertura	Puntos de conteo permanente o prolongado que permiten obtener información representativa del comportamiento anual del tránsito.	Se utilizan como referencia para ajustar factores de expansión en el proyecto.	

Estaciones de corta duración	Estaciones temporales de conteo que registran tránsito durante periodos reducidos.	Permiten complementar información de tránsito en el área del proyecto.	
Estaciones de conteo sumaria	Estaciones donde se registra el número total de vehículos sin clasificación detallada.	Sirven para estimar volúmenes preliminares de tránsito.	
Factor día	Coeficiente utilizado para ajustar conteos de tránsito de un día específico al promedio semanal.	Se aplica en el procesamiento de datos de aforos realizados en campo.	$FD = \text{Tránsito promedio semanal} / \text{tránsito del día observado}$
Factor semana	Coeficiente que permite convertir volúmenes semanales en estimaciones	Se usa para ajustar datos de conteos parciales.	

	mensuales o anuales.		
Factor de expansión	Factor utilizado para convertir conteos de corta duración en volúmenes promedio anuales.	Permite estimar el TPDA del tramo en estudio.	$TPDA = \text{Conteo} \times \text{factor de expansión}$
TPDA	Promedio anual del número de vehículos que circulan diariamente por una vía.	Parámetro fundamental para clasificar la carretera y definir su diseño.	
Proyección de tránsito	Estimación del crecimiento futuro del volumen vehicular a lo largo del periodo de diseño.	Permite determinar el tránsito de diseño del proyecto.	$T_f = T_i(1 + r)^n$
Crecimiento poblacional	Aumento de la población en un	Se considera como variable que influye	

	área determinada a lo largo del tiempo.	en la generación futura de tránsito.	
Crecimiento vehicular	Incremento anual del parque vehicular en una región.	Se utiliza para estimar tasas de crecimiento del tránsito.	
PIB	Indicador económico que mide el valor total de bienes y servicios producidos en un país.	Su crecimiento se asocia al incremento de la demanda de transporte.	
Tránsito de diseño	Volumen de tránsito proyectado para el final del periodo de diseño.	Permite dimensionar la capacidad y características geométricas de la carretera.	
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual se espera que la carretera funcione adecuadamente	En carreteras rurales suele oscilar entre 15 y 20 años.	

	antes de requerir mejoras mayores.		
Derecho de vía	Franja de terreno destinada para la construcción y operación de la carretera.	Define los límites físicos disponibles para el diseño del proyecto.	
Velocidad de diseño	Velocidad seleccionada para determinar las características geométricas de la carretera.	Sirve como base para definir radios mínimos, peraltes y distancias de visibilidad.	
Peralte	Inclinación transversal de la calzada en curvas para contrarrestar la fuerza centrífuga.	Se aplica en curvas horizontales del alineamiento proyectado.	$e + f = \frac{V^2}{127 \times R}$
Factor de fricción lateral	Coeficiente que representa la resistencia al deslizamiento entre	Se considera en el cálculo de radios mínimos de curva.	

	neumático y pavimento.		
Radio mínimo	Radio más pequeño permitido para una curva horizontal a una velocidad de diseño determinada.	Se utiliza para garantizar seguridad y comodidad del tránsito.	$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$
Longitudes de transición	Longitud necesaria para cambiar gradualmente de sección normal a sección con peralte.	Se aplica en la transición entre tangente y curva.	
Curvas horizontales	Elementos del alineamiento que permiten el cambio de dirección de la carretera.	Se utilizan para adaptar el trazado a la topografía del terreno.	Elementos: PC, PI, PT, radio, tangente, cuerda, longitud
Curvas en cresta	Curvas verticales convexas que se presentan cuando dos pendientes	Se utilizan para garantizar distancia de visibilidad adecuada.	

	ascendentes se conectan.		
Curvas en columpio	Curvas verticales cóncavas que conectan una pendiente descendente con una ascendente.	Permiten transiciones suaves en el perfil longitudinal.	
Plataforma o corona	Ancho total de la carretera que incluye calzada y hombros.	Define el espacio disponible para circulación y seguridad.	
Pendiente transversal	Inclinación transversal de la superficie de la calzada para facilitar el drenaje.	Se aplica en tramos rectos y en curvas.	
Calzada	Parte de la carretera destinada exclusivamente a la circulación de vehículos.	Su ancho depende de la clasificación funcional de la vía.	

6. Metodología para el Desarrollo del Proyecto de Graduación

El presente trabajo está orientado a la formulación de una propuesta de diseño geométrico para un tramo de carretera de aproximadamente 2.7 km correspondiente al tramo Empalme San José – Terrabona, ubicado en el municipio de Terrabona, departamento de Matagalpa.

La metodología implementada se estructuró en función de los objetivos específicos del proyecto, integrando procedimientos técnicos relacionados con el análisis del tránsito vehicular, el procesamiento de información topográfica, el diseño geométrico vial y la elaboración de planos de ingeniería. Para el desarrollo del estudio se emplearon herramientas tecnológicas especializadas de modelación y diseño vial, así como criterios normativos establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA, 2011).

El proceso metodológico se desarrolló en cuatro etapas principales: análisis del tránsito y definición del vehículo de diseño, generación de información topográfica digital, desarrollo del diseño geométrico conforme a normativa técnica y elaboración de los planos finales del proyecto mediante software especializado.

6.1 Determinación del vehículo de diseño mediante aforo vehicular

Como primer paso metodológico se procedió a la recopilación y análisis de información relacionada con el tránsito vehicular que circula por el tramo en estudio. Para ello se realizaron aforos vehiculares, los cuales permitieron cuantificar el volumen y la composición del tránsito en el corredor vial.

El aforo consistió en el conteo sistemático de vehículos que transitan por el tramo durante un periodo determinado, clasificándolos según su tipo, tales como vehículos livianos, buses, camiones de dos ejes y vehículos de carga pesada. A partir de esta información se determinó el Tránsito Promedio Diario (TPD), así como la participación porcentual de cada categoría vehicular.

Con base en el análisis de la composición vehicular y en los criterios establecidos en el manual SIECA (2011), se procedió a seleccionar el vehículo de diseño, el cual representa el tipo de vehículo cuyas características geométricas y operacionales condicionan el dimensionamiento de la vía. Para este proyecto se consideró como vehículo de diseño un vehículo tipo bus, debido a su representatividad dentro del flujo vehicular del tramo y a su influencia en el diseño de curvas, radios mínimos y condiciones de maniobrabilidad.

La definición del vehículo de diseño permitió establecer parámetros fundamentales del proyecto, tales como radios mínimos de curvatura, anchos de carril, sobreanchos en curvas y distancias de visibilidad requeridas.

6.2 Generación de información topográfica mediante Autodesk InfraWorks

La segunda etapa metodológica consistió en la obtención y procesamiento de información topográfica necesaria para el desarrollo del diseño geométrico de la carretera.

Para este propósito se utilizó la aplicación Autodesk InfraWorks, herramienta especializada en modelación de infraestructura que permite generar modelos digitales del terreno a partir de información geoespacial disponible. Mediante esta plataforma se realizó la importación y procesamiento de datos topográficos, lo cual permitió generar una representación tridimensional del área de estudio.

A partir del modelo digital del terreno se procedió a identificar las curvas de nivel, las cuales representan las variaciones altimétricas del terreno y constituyen un elemento fundamental para el análisis del relieve y la planificación del trazado de la carretera.

Posteriormente, utilizando las herramientas de modelación del software, se definió un eje preliminar de alineamiento longitudinal, considerando criterios de adaptación a la topografía existente, minimización de movimientos de tierra y optimización del recorrido de la vía.

El uso de Autodesk InfraWorks permitió realizar una evaluación preliminar del trazado, facilitando la identificación de alternativas geométricas compatibles con las condiciones del terreno.

6.3 Desarrollo del diseño geométrico conforme a la normativa SIECA 2011

Una vez definida la información base del proyecto, se procedió al desarrollo del diseño geométrico de la carretera aplicando los criterios técnicos establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA, 2011).

En esta etapa se definieron los principales elementos geométricos del trazado vial, considerando la clasificación funcional de la carretera, las condiciones topográficas del terreno y el tránsito estimado para el tramo en estudio.

Entre los principales aspectos considerados en el diseño geométrico se incluyen:

- Determinación de la velocidad de diseño en función de la clasificación de la vía y las condiciones del terreno.
- Definición del alineamiento horizontal, mediante la incorporación de curvas circulares y espirales de transición que cumplan con los radios mínimos establecidos por la normativa.
- Cálculo del peralte y del coeficiente de fricción lateral, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de estabilidad vehicular en curvas.
- Diseño del perfil longitudinal, estableciendo pendientes dentro de los límites permitidos por la normativa.
- Diseño de curvas verticales en cresta y columpio, considerando criterios de distancia de visibilidad de parada y confort de los usuarios.

La aplicación rigurosa de los criterios establecidos en la normativa permitió asegurar que el diseño geométrico propuesto cumpla con condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y eficiencia operativa.

6.4 Elaboración de planos mediante Autodesk Civil 3D

La etapa final del proceso metodológico consistió en la elaboración de los planos técnicos del proyecto utilizando el software Autodesk Civil 3D, herramienta ampliamente utilizada en el diseño de infraestructura vial.

En este software se integró la información topográfica procesada previamente, así como los parámetros geométricos definidos en la etapa de diseño. Mediante el uso de las herramientas del programa se desarrollaron los siguientes elementos del proyecto:

- Definición del alineamiento horizontal definitivo.
- Generación del perfil longitudinal de la carretera.
- Diseño de curvas horizontales y verticales.
- Cálculo automático de peraltes y transiciones.
- Generación de secciones transversales de diseño.
- Elaboración de planos de planta–perfil.
- Creación de tablas de elementos geométricos y curvas.

Posteriormente se procedió a la configuración de layouts de presentación, en los cuales se organizaron los planos finales conforme a los criterios técnicos utilizados en proyectos viales.

La utilización de Autodesk Civil 3D permitió automatizar gran parte de los cálculos geométricos, reducir errores en el diseño y generar productos técnicos de alta precisión para la presentación del proyecto.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron representados mediante planos y tablas técnicas generadas en Civil 3D, lo cual permitió analizar de forma integral el comportamiento geométrico del trazado propuesto.

7. Resultados

7.1 Estudio de tránsito

Trabajo de Campo y representación de resultados

El conteo vehicular del tramo Terrabona – San José, ubicado en el municipio de Terrabona, fue ejecutado como parte del estudio de tránsito para la evaluación del comportamiento vehicular en la vía. Este trabajo de campo se desarrolló durante tres días consecutivos, comprendidos entre el lunes 29 y el miércoles 31 de diciembre del año 2025, abarcando un período de 12 horas diarias, desde las 5:30 a.m. hasta las 5:30 p.m.

La realización del aforo en días consecutivos permitió obtener información representativa sobre el volumen y la composición del tránsito que circula por el tramo en estudio, identificando los diferentes tipos de vehículos que hacen uso de la vía.

El levantamiento de conteos vehiculares constituye una herramienta fundamental para la determinación de los volúmenes de tránsito en los puntos de interés del sistema vial, aportando insumos técnicos para el análisis de capacidad, proyección de demanda y diseño geométrico. A continuación, se presentan en la Tabla 1 los resultados obtenidos mediante el aforo vehicular realizado durante el período de estudio.

Tabla 1

Tránsito promedio diurno de 12 h sentido San José – Terrabona.

San José-Terrabona								
Dia	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga		Total	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones			
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton		
Lunes	66	3	31	1	8	1	110	
Martes	48	4	18	1	4	3	78	
Miércoles	58	5	29	1	2	2	97	
TPDi	58	4	26	1	5	2	96	
Porcentaje Veh.	60.42%	4.17%	27.08%	1.04%	5.21%	2.08%	100.00%	
Porcentaje de Vehículos Livianos				91.67%	Porcentaje de Vehículos Pesados		8.33%	100.00%

Fuente: *Elaboración propia.*

El tránsito promedio diurno de 12 horas en este sentido fue de **96 vehículos**, registrándose el mayor volumen el lunes (110) y el menor el martes (78). Predominan ampliamente las **motocicletas (60.42%)**, seguidas por los **pick-up (27.08%)**, lo que evidencia una movilidad principalmente liviana. Los vehículos pesados representan únicamente el **8.33%**, indicando baja incidencia de carga significativa. En general, el flujo muestra una tendencia moderada con ligera disminución hacia la mitad de la semana.

Tabla 2

Tránsito promedio diurno de 12 h sentido Terrabona - San José

Terrabona-San José

Dia	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga		Total	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones			
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton		
Lunes	38	3	9	1	4	2	57	
Martes	27	1	9	1	2	2	42	
Miércoles	55	3	12	1	1	0	72	
TPDi	40	3	10	1	3	2	59	
Porcentaje Veh.	67.80%	5.08%	16.95%	1.69%	5.08%	3.39%	100.00%	
Porcentaje de Vehículos Livianos				89.83%	Porcentaje de Vehículos Pesados		10.17%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido se obtuvo un TPDi de **59 vehículos**, inferior al flujo contrario, reflejando una asimetría direccional en la vía. Las motocicletas mantienen predominancia con **67.80%**, confirmando el carácter local del tránsito. El tránsito pesado alcanza el **10.17%**, ligeramente mayor que en el sentido opuesto, aunque sigue siendo bajo. El mayor volumen se registró el miércoles (72 vehículos) y el menor el martes (42), mostrando variabilidad moderada.

Tabla 3*Tránsito promedio diurno total.*

Transito Promedio Diurno (TPDi)							
Sentido	Motos	Veh. Liviano		Veh. Pasajeros	Veh. Carga		Total
		Autos	Pick-Up	Auto Bus Grande	C2 Liv	C2 +4Ton	
San José - Terrabona	58	4	26	1	5	2	96
Terrabona – San José	40	3	10	1	3	2	59
TPDi	98	7	36	2	8	4	155
% Vehicular	63.23%	4.52%	23.23%	1.29%	5.16%	2.58%	100.00%
% de Vehículos Livianos			90.97%	% de Vehículos Pesados			100.00%

Fuente: *Elaboración propia.*

El TPDi total del tramo es de **155 vehículos en 12 horas**, clasificándolo como una vía de bajo volumen de tránsito. La composición vehicular está dominada por motocicletas (63.23%) y pick-up (23.23%), consolidando el predominio de vehículos livianos (**91.0%** del total). El tránsito pesado representa apenas el 9.0%, lo que implica reducida demanda estructural sobre el pavimento. Se confirma además mayor flujo en el sentido San José – Terrabona.

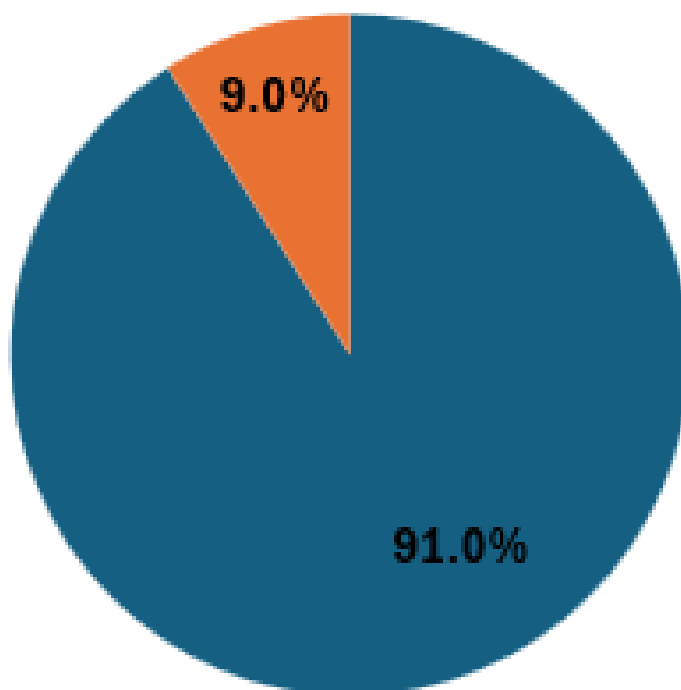
Clasificación Vehicular

En el conteo realizado se puede apreciar en la “Figura 3” el porcentaje de vehículos que transitan por el tramo en estudio siendo visible que el mayor porcentaje corresponde a vehículos livianos con un 91.0 % y el restante 9.0 % corresponde a vehículos pesados.

Ilustración 3

Porcentaje de vehículos que circulan por el tramo.

Distribución Vehicular Total (12h)



Fuente: Elaboración Propia.

Estación de Corta Duración o de Conteo Sumaria

La estación de conteo sumaria Terrabona – La Estrella (1908) se ubica dentro del mismo corredor vial al que pertenece el tramo Terrabona – San José, compartiendo condiciones geográficas similares, como entorno rural, conexión entre comunidades y presencia de actividades agrícolas

y comerciales. Ambos tramos cumplen una función intermunicipal y presentan características físicas y de uso comparables, lo que permite establecer una relación directa en cuanto a su comportamiento vial.

Asimismo, el perfil de tránsito registrado muestra una composición vehicular semejante, con predominio de motocicletas y vehículos livianos y una baja participación de transporte pesado. Esta similitud en la estructura del tráfico respalda la elección de la estación 1908 como Estación de Conteo Sumaria (ECS), ya que permite utilizarla de manera confiable como referencia para la determinación de la Estación Maestra de Conteo (EMC) en el análisis del tramo en estudio.

Estación de Mayor Cobertura

El tramo Terrabona – San José se relacionó con la estación de mayor cobertura San Marcos – Masatepe (EMC 1802), por la dependencia de estaciones y por presentar similitud en la composición vehicular, especialmente en los porcentajes de vehículos livianos y pesados observados en el aforo realizado. Esta correspondencia en el perfil de tránsito permite utilizar dicha estación como referencia técnica para el análisis y proyección del comportamiento vehicular del tramo estudiado.

En este sentido, la EMC 1802 proporcionará los factores de ajuste diarios, semanales y de expansión necesarios para la estimación del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), garantizando mayor confiabilidad en la cuantificación y proyección de los volúmenes de tránsito.

Tabla 4*Dependencia de estaciones.*

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
1802 San Marcos - Masatepe	NIC-44	2203	ECD	Emp. Puerto Momotombo - Puerto Momotombo
	NIC-45	4502	ECS	Pancasán - Brasilia
	NIC-45	4503	ECS	Brasilia - El Guapotal
	NIC-45	4504	ECS	El Guapotal - El Tuma
	NIC-46	4601	ECD	Emp. Xiloá - Xiloá
	NIC-46	4602	ECD	Ciudad Dario - Terrabona
	NIC-46	4603	ECS	El Tamagas - Mateare
	NIC-47	118	ECS	Ciudad Dario - Terrabona
	NIC-47	1908	ECS	Terrabona - La Estrella
	NIC-47	1905	ECS	La Estrella - Matagalpa
	NIC-48	4801	ECS	La Unión(Inter NIC-26) -Planta Eléctrica - Santa Bárbara
	NIC-49A	7802	ECS	NIC-24 km 185+800 (El Triángulo) - Emp. Mayocunda

Fuente: (Anuario de aforos de trafico año 2020, pág. 62 PDF)***Factores de ajustes para cuantificar TPDA***

Los factores seleccionados en la estación de mayor cobertura (EMC), fueron los correspondientes al tercer cuatrimestre, comprendidos entre los meses de septiembre - diciembre, esto debido a que el aforo realizado para la zona de estudio se efectuó del 29 al 31 de diciembre del año 2025.

Tabla 5

Factores de ajuste correspondientes al tercer cuatrimestre del año septiembre-diciembre.

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,37	1,34	1,24	1,29	1,38	1,24	1,43	1,23	1,31	1,18	1,00	1,26	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17
Factor Semana	0,94	1,03	1,08	1,01	0,95	0,92	0,90	0,90	0,86	0,89	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,12
Factor Fin de Semana	1,19	0,93	0,84	0,97	1,17	1,27	1,37	1,36	1,74	1,46	1,00	1,77	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79
Factor Expansión a TPDA	0,87	0,89	0,83	0,90	0,84	0,94	0,87	0,91	0,95	0,82	1,00	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06

Fuente: (Anuario de aforos de trafico año 2018, pág. 355 PDF)

Cálculo del TPDA

Para cuantificar el tránsito promedio diario anual es necesario hacer uso de los factores de ajustes proporcionados por la estación de mayor cobertura (EMC) 1802 San Marcos – Masatepe que de tal manera proporcione un TPDA del tramo San José-Terrabona. Este puede ser calculado mediante la siguiente ecuación, encontrada en el Anuario de Aforos de Tráfico.

Ecuación 1

Cálculo del TPDA

$$TPDA = TPDi_{12H} \times F_{dia} \times F_{semana} \times F_{expansión}$$

Donde:

TPDi_{12H}: Trafico Promedio Diurno 12 horas

F_{día}: Factor Dia

F_{semana}: Factor semana

F_{expansión}: Factor Expansión (Expansión a TPDA)

Sustituyendo valores obtenemos:

$$TPDA \text{ motos} = 98 * 1.37 * 0.94 * 0.87 = 110$$

Tabla 6

Cálculo del TPDA

Dia	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga		Total
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones		
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton	
TPDi	98	7	36	2	8	4	155
F. día	1.37	1.34	1.29	1.43	1.23	1.31	
F. Semana	0.94	1.03	1.01	0.9	0.9	0.86	
F. Expansión	0.87	0.89	0.9	0.87	0.91	0.95	
TPDA	110	9	43	3	9	5	179
%	61.45 %	5.03%	24.02 %	1.68%	5.03%	2.79%	100.00 %
Porcentaje de Vehículos Livianos			90.50 %	Porcentaje de Vehículos Pesados		9.50%	100.00 %

Fuente: Elaboración propia.

El TPDA calculado para el tramo es de 179 veh/día.

Proyección de tráfico futuro

Para poder proyectar el transito futuro que circula por la vía, se debe tomar variables para poder conocer este en un futuro, tales variables son registros históricos de tránsito promedio diario

anual “TPDA” de la zona en estudio, crecimiento poblacional “POB” y el producto interno bruto “PIB”, analizando cuales tasas de crecimiento son ajustables a la zona.

Crecimiento poblacional

El instituto Nacional de información Desarrollo (INIDE) analizó datos de tasas de crecimiento correspondiente a cada municipio de departamento de Matagalpa comprendido de 1971 al 2005, tomándose como base el censo poblacional de año 2005, el cual fue proyectado al 30 de junio de cada año hasta llegar al año 2020, con el fin de obtener la tasa de crecimiento (Tc) del municipio de Terrabona, siendo de gran utilidad para correlacionarlo con el crecimiento vehicular y PIB (Producto interno Bruto).

Tabla 7

Proyección de población según INIDE

AÑO	POB	DIF. AÑOS	TCA
2010	13749	1	0
2011	13841	1	0.67%
2012	13931	1	0.65%
2013	14018	1	0.62%
2014	14100	1	0.58%
2015	14178	1	0.55%
2016	14266	1	0.62%
2017	14349	1	0.58%
2018	14429	1	0.56%
2019	14501	1	0.50%
2020	14513	1	0.08%
			0.54%

Fuente: (Instituto Nacional de información de Desarrollo, pág. 48)

Según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), se obtuvo una tasa de crecimiento poblacional de 0.54 correspondiente al periodo 2010-2020.

Crecimiento vehicular

Cabe mencionar que, para hacer uso de este método, es necesario conocer previamente el TPDA de la zona.

Ecuación 2

Cálculo de tasa de crecimiento vehicular

$$TC: \left[\left(\frac{TPDA_t}{TPDA_0} \right)^{1/n} - 1 \right] \times 100$$

Donde:

TPDA_t: Tráfico Promedio Diario Actual.

TPDA₀: Tráfico Promedio Diario Actual del año base.

n = La diferencia de años.

Para el comportamiento vehicular tomamos en cuenta el tránsito de la estación de conteo sumaria (ECS 1908), cubierta por el MTI.

Tabla 8

Datos históricos TPDA

Año	TPDA ECD 1908	Dif. Años	TCA
2004	4		
2007	45	3	124.07%
2009	20	2	-33.33%
2015	57	6	19.07%
2019	93	4	13.02%
2020	100	1	7.53%
			7.53%

Fuente: (Anuario de aforos de tráfico año 2018, pág. 178 PDF)

Aplicando la ecuación N°.6 para comprobar la tasa de crecimiento vehicular del 2004-2020, se puede observar que en este periodo de 16 años se obtiene una tasa de crecimiento de 7.53% siendo la tasa actual como se logra apreciar en los datos históricos.

Producto Interno Bruto (PIB)

Uno de los indicadores macroeconómicos más determinantes en la estimación y proyección del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) es el Producto Interno Bruto (PIB), ya que refleja el nivel de actividad económica del país y su incidencia directa en la generación de viajes, transporte de bienes y movilidad de personas. A medida que el PIB presenta crecimiento, generalmente se incrementa la demanda de transporte, tanto de pasajeros como de carga, influyendo de manera significativa en el comportamiento del tránsito vehicular.

Tomando como referencia la información oficial publicada por el Banco Central de Nicaragua (BCN), se elaboró la Tabla No. 8, en la cual se presentan los datos históricos del PIB correspondientes a los últimos diez años disponibles. Esta información permite analizar la tendencia económica nacional y establecer una base técnica para la proyección del crecimiento del tránsito en el tramo en estudio, asegurando coherencia entre las variables económicas y la estimación del TPDA.

Tabla 9

PIB en millones de dólares y su tasa de crecimiento

Año	Tasa de Crecimiento
2015	4.8
2016	4.6
2017	4.6
2018	-3.4
2019	-2.9
2020	-2.2
2021	10.5
2022	3.6
2023	4.4
2024	3.6

Promedio	4.27%
----------	-------

Fuente: (Banco Central de Nicaragua (BCN), 2024, PAG.8)

Análisis de tasas de crecimiento

Obteniendo las tasas de crecimiento promedio del TPDA, POB y PIB a partir de las series de datos históricos se procedió a promediar las 3 tasas antes mencionadas obtenido de esta manera la tasa de crecimiento promedio de los resultados de los indicadores de crecimiento para encontrar la tasa de crecimiento vehicular que se utilizará para las proyecciones del tránsito como se muestra en tabla No.10.

Tabla 10

Promedio del PIB, TPDA y POB

TASAS DE CRECIMIENTO			
POB	TPDA	PIB	PROMEDIO
0.54%	7.53%	4.27%	4.11%

Fuente: Fuente: Elaboración propia

La tasa de crecimiento propuesta será de 4.11% para la proyección del tráfico es en base al resultado del promedio de las tres variables.

Tránsito de diseño

Periodo de diseño. Una carretera nueva o la mejora de una carretera existente, debe diseñarse para acomodar el tránsito que pueda ocurrir durante el período de diseño, sometida a un mantenimiento razonable.

Es difícil definir el período de diseño de una carretera porque los elementos principales pueden tener diferentes períodos de vida física. Cada segmento está sujeto a variaciones en la estimada expectativa de vida debido a influencias no fácilmente sujetas al análisis, como la falta de mantenimiento o cambios radicales inesperados en el uso de la tierra, con los resultantes cambios en los volúmenes de tránsito, cargas y demandas.

Se recomienda adoptar un período de proyección de veinte años como base para el diseño. Usualmente, la estimación del tránsito más allá de este período sobre una vía específica no se justifica debido a que no pueden preverse con ningún grado de precisión los cambios en la

economía regional, población y desarrollo de la tierra a lo largo de la carretera. También se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se reduzca dicho período a 10 años. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011)

Tránsito proyectado para el año 2045. Para el tránsito proyectada a 15 años, se usó la ecuación No.3, la cual toma en cuenta el tránsito actual del 2025, su tasa crecimiento de 4.11% y periodo de diseño.

Ecuación 3

Cálculo del tránsito proyectado

$$T_n = T_0 \times (1 + i)^n$$

Dónde:

T_n = Tránsito proyectado al año n.

T_0 = Tránsito inicial en el año n.

i = Tasa de crecimiento anual en %.

n = Número de año en el periodo de diseño.

Sustituyendo valores obtenemos:

$$T_n = 179 * (1 + 0.0411)^{20} = 401$$

Se obtuvo un TPDA proyectado de 401 VPD.

Clasificación funcional

La clasificación funcional es el proceso por el cual las carreteras y calles son agrupada en clases, o sistemas de acuerdo a las características de servicio al tráfico que se intente proveer.

La clasificación funcional de la vía en estudio, se estableció a partir de volumen y composición del tránsito proyectado TPDA 2045 en el año horizonte.

Se obtuvo un TPDA proyectado de 401 VPD, por lo que este tramo clasifica como una carretera local según el Manual Centroamericano de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2001 (Cuadro 1.3, página 33).

Tabla 11

Clasificación de carreteras

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA(1)	NOMECLATURA	TPD(2) (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Número de Carriles
ARTERIAL PRINCIPAL	AUTOPISTA	AA	>20,000	6-8
	ARTERIAL RURAL	AR	10,000-20,000	4-6
	ARTERIAL URBANA	AU	10,000-20,000	4-6
ARTERIAL MENOR	ARTERIAL MENOR RURAL	AMR	3,000-10,000	2
	ARTERIAL MENOR URBANA	AMU	3,000-10,000	2
COLECTOR MAYOR	COLECTOR MAYOR RURAL	CMR	10,000-20,000	4-6
	COLECTOR MAYOR URBANA	CMU	10,000-20,000	4-6
COLECTOR MENOR	COLECTOR MENOR RURAL	CR	500-3,000	2
	COLECTOR MENOR URBANA	CU	500-3,000	2
	LOCAL RURAL	LR	100-500	2
LOCAL	LOCAL URBANO	LU	100-500	2
	RURAL	R	<100	1-2

Fuente: (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011, pág. 33)

7.2 Criterios de Diseño

Uso del Software Infraworks

Autodesk InfraWorks es una herramienta de diseño conceptual y planificación de infraestructura que permite integrar grandes volúmenes de datos para generar modelos en 3D. La información que se obtiene es tanto geográfica como técnica, abarcando entornos naturales y construidos.

Ilustración 4

Superficie de emplazamiento



Fuente: *Elaborado por el sustentante.*

El software Autodesk InfraWorks fue utilizado en el proyecto de graduación para la obtención y análisis de la superficie del terreno, permitiendo generar un modelo tridimensional basado en información geoespacial y datos de elevación. A través de esta herramienta, se logró visualizar de manera integral las características topográficas del área de estudio, facilitando la delimitación precisa de la zona de intervención. Posteriormente, la superficie generada fue exportada a Autodesk Civil 3D, donde se realizó un procesamiento más detallado para el diseño geométrico

y el análisis técnico del proyecto, incluyendo la generación de curvas de nivel y otros elementos fundamentales para la ingeniería civil.

Uso del software Civil 3D para el diseño geométrico

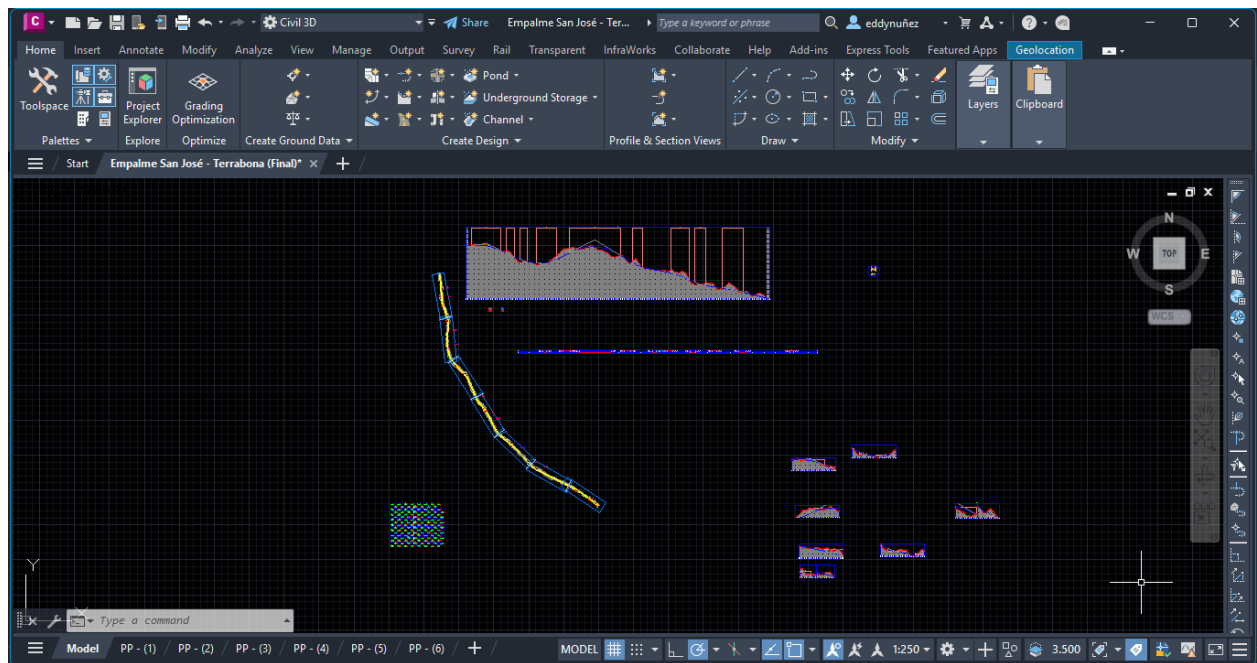
El software Autodesk Civil 3D se utiliza en el diseño de carreteras para modelar de forma integral un tramo en estudio. Su uso permite a partir de datos importados de InfraWorks generar superficies del terreno natural, sobre las cuales se define el alineamiento horizontal y vertical de la vía conforme a los criterios geométricos establecidos.

A partir de estos elementos, Civil 3D facilitó la creación del corredor vial, integrando secciones que representan la estructura de la carretera. Además, permite obtener:

- Edición de triangulaciones.
- Trazado de curvas horizontales.
- Obtener perfiles longitudinales.
- Trazado de curvas verticales.
- Secciones transversales.
- Proyección de taludes.
- Reportes técnicos.
- Planos técnicos.

Ilustración 5

Elementos creados en Civil 3D.



Fuente: Elaborado por el sustentante.

Clasificación del terreno

Las clasificaciones del terreno dependen principalmente de las condiciones físicas del entorno por donde pasa el trazado, ya que estas influyen en la geometría de la vía, los costos, y la seguridad. En general, los terrenos ondulados generan pendientes más fuertes causando la reducción de las velocidades; en el terreno montañoso la situación es más grave, resultando en algunos camiones con velocidades muy bajas.

La pendiente longitudinal del terreno se determinó a partir del perfil natural del eje del proyecto, calculando la relación entre la diferencia de elevación y la distancia horizontal entre estaciones consecutivas. Del análisis del tramo se obtuvo una pendiente predominantemente del orden del 4.03 %, por lo cual, de acuerdo con los criterios del Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011 (Cuadro 3.15, página 116), el terreno se clasifica como “Llano o Plano”.

Tabla 12

Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P(%)
Llano o Plano	$P \leq 5$
Ondulado	$5 > P \leq 15$
Montañoso	$15 > P \geq 30$

Fuente: (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011)

Derecho de Vía

De acuerdo con la clasificación funcional del tramo en estudio, el derecho de vía será de 20.00 m, provisto con una calzada de 6.60 m, dos carriles que drenan hacia los lados a partir de la línea central y hombros de 1.20 m para un ancho de corona de 7.80 m de acuerdo con el Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011 (Capítulo 3, Inciso 3.4, página 130).

Vehículo de diseño

Con base en los resultados obtenidos en la tabla de clasificación vehicular y siguiendo los criterios establecidos por el SIECA 2011, la selección del vehículo de diseño se fundamenta en la premisa de adoptar el vehículo de mayores dimensiones y exigencias operativas que tenga una presencia representativa en el flujo vehicular. Conforme a la normativa, no se elige el vehículo más frecuente, sino el más crítico en términos de diseño geométrico, ya que este condiciona parámetros como radios de giro, anchos de carril y visibilidad. Por lo tanto, se adopta como vehículo de diseño el camión tipo C2 o SU, garantizando que la vía sea funcional y segura para todos los usuarios, incluyendo aquellos de mayores requerimientos operativos.

Tabla 13

Dimensiones de los vehículos de diseño.

Vehículo de Diseño	Símbolo	Altura	Ancho	Longitud	Voladizo Delantero	Voladizo Trasero	WB1	WB2
Vehículo Liviano	P	1.30	2.10	5.80	0.90	1.50	3.40	
Camión	SU	4.10	2.40	9.20	1.20	1.80	6.10	
Bus	BUS-14	3.70	2.60	12.20	1.80	2.60	7.30	
Bus Articulado	A-BUS	3.40	2.60	18.30	3.10	6.70	5.90	
Cabecal con Semirremolque	WB-15	4.10	2.60	16.80	0.60	4.50	10.80	
Cabecal con Semirremolque	WB-19	4.10	2.60	20.90	0.90	0.60	4.50	10.80
Cabecal con Semirremolque	WB-20	4.10	2.60	22.40	1.20	1.40-0.80	6.6	13.20-13.80

Fuente: *Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 2.1, página 38.*

Las dimensiones principales que afectan el diseño son el radio mínimo de giro (RMG) en la línea central, el ancho de la huella, la distancia entre ejes y la trayectoria del neumático interior trasero. Los límites de las trayectorias de giro de los distintos vehículos de diseño, al hacer los giros más cerrados, están establecidos por la trayectoria del saliente frontal y la trayectoria de la rueda interior trasera.

Tabla 14

Radios Mínimos de Giro de los Vehículos de Diseño

Vehículo de Diseño	Símbolo	Radio de Giro Mínimo de Diseño (m)	Radio en la Línea Central RMG (m)	Radio Interior Mínimo (m)
Vehículo Liviano	P	7.30	6.40	4.40
Camión	SU	12.80	11.60	8.60
Bus	BUS-14	13.70	12.40	7.80
Bus Articulado	A-BUS	12.10	10.80	6.50
Cabecal con Semirremolque	WB-15	13.70	12.50	5.20
Cabecal con Semirremolque	WB-19	13.70	12.50	2.40
Cabecal con Semirremolque	WB-20	13.70	12.50	1.30

Fuente: *Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 2.2, página 39.*

Velocidad de diseño

Con base en las directrices técnicas del SIECA 2011, se ha seleccionado una velocidad de diseño de 60 KPH para el tramo en estudio, considerando su clasificación funcional como Local Rural y un terreno de topografía plana. Esta elección se fundamenta en el rango normativo establecido para caminos vecinales, el cual oscila entre 20 y 60 KPH; al situarse en 60 KPH, la velocidad adoptada representa un equilibrio técnico óptimo que garantiza la seguridad vial y la eficiencia operativa para un volumen de tráfico de 100 a 500 TPD. (SIECA 2011, pág. 56)

Distancia de visibilidad en carreteras

Se distinguen para el diseño tres tipos de visibilidad, bajo distintas circunstancias impuestas por el trazo de la carretera o la maniobra que se desea ejecutar.

- Visibilidad de Parada
- Visibilidad de Decisión
- Visibilidad de Rebase (en carreteras de dos carriles)

Distancia de visibilidad de parada

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido.

La distancia de visibilidad de parada es la suma de la distancia recorrida por el vehículo desde el momento que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el pedal del freno; y la distancia para detener el vehículo desde el instante que aplica los frenos. Estas distancias se conocen como distancia de percepción-reacción y la distancia de frenado respectivamente, y se calculan con la siguiente expresión:

Ecuación 4

Cálculo de distancia de visibilidad de parada (Horizontal)

$$d = (0.278xVxt) + \left(0.039x\frac{V^2}{a}\right)$$

Donde:

V = Velocidad de diseño, km/h

t = Tiempo de percepción-reacción, 2.5 segundos

a = Tasa de desaceleración, 3.4 m/seg²

Cuando la carretera está en una pendiente, la ecuación de distancia de visibilidad de parada debe modificarse y calcularse con la siguiente:

Ecuación 5

Cálculo de visibilidad e parada (Pendiente)

$$d = (0.278xVxt) + \left[\frac{V^2}{254x\left(\left(\frac{a}{9.81}\right) + /- G\right)} \right]$$

Tabla 15

VELOCIDAD (Kph)	60
ASCENSO +(1% - 12%)	72m - 82m
HORIZONTAL	85m
DESCENSO -(1% - 12%)	85m - 105m

Distancia de visibilidad de parada, tramo Empalme San José – Terrabona.

Fuente: *Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 3.1, página 77.*

7.3 Alineamiento Horizontal

Peralte

Para la definición de los parámetros de diseño geométrico del tramo en estudio, se ha seleccionado un peralte máximo del 8.00 %, de conformidad con las disposiciones técnicas del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del SIECA 2011. (SIECA 2011, pág. 83)

Factor de fricción lateral

Las tablas técnicas de la normativa SIECA 2011, establece un valor de 0.17 para una velocidad de diseño de 60 KPH. Este parámetro representa el límite de seguridad y confort para el usuario, asegurando que la fuerza lateral no compensada por el peralte máximo del 8% sea absorbida eficazmente por la fricción entre los neumáticos y la superficie de rodadura. (SIECA 2011, pág. 89)

Tabla 16

Radios mínimos y grados máximos de curva horizontales para distintas velocidades de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA	Peralte Máximo = 8%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	7.3	7	163°42'
30	0.28	19.7	20	57°18'
40	0.23	40.6	41	27°57'
50	0.19	72.9	73	15°42'
60	0.17	113.4	113	10°08'
70	0.15	167.8	168	06°49'
80	0.14	229.1	229	05°00'
90	0.13	303.7	304	03°46'
100	0.12	393.7	394	02°55'
110	0.11	501.5	501	02°17'
120	0.09	667.0	667	01°43'

Fuente: *Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 3.6, página 89.*

Radio mínimo

El radio mínimo de curvatura seleccionado es de 113 metros, calculado mediante la relación entre la velocidad de diseño de 60 KPH, un peralte máximo de 8.00 % y un coeficiente de fricción de 0.17, conforme a la normativa SIECA 2011, cuadro 3.6, página 89.

Longitud de transición y distancia de bombeo

El diseño de longitudes de transición, en el alineamiento horizontal, incluye la transición del bombeo normal de una sección transversal en tangente al peralte necesario en curva y las curvas de transición entre tangente y curva circular que se incorporan en el alineamiento horizontal.

La transición del peralte se efectúa en dos distancias: (1) la Distancia de Bombeo (DB) la cual es la longitud de carretera en la cual el peralte negativo de la sección transversal en tangente se gira hasta un peralte 0% y (2) la Distancia de Transición (Ls) en la cual el peralte 0% continúa girando hasta el peralte $e\%$ que le corresponde a la curva según la velocidad de diseño. Por razones de seguridad y comodidad, la rotación de la sección transversal del pavimento debe efectuarse en una longitud que no sea perceptible para el conductor y para mejorar la apariencia, las orillas del pavimento no deben presentar distorsiones al conductor.

Datos de curvas

Del programa Civil 3D se extrajeron los siguientes datos de correspondientes a las curvas horizontales.

Tabla 17

Elementos de las curvas horizontales.

Curva	Radio (m)	Delta	GC	Dc	T	PC	PI	PT
C1	200	0°33'00"	5°43'46"	1.919	0.96	0+241.58 X: 612351.436 Y: 1406684.211	0+242.54 X: 612350.145 Y: 1406684.851	0+243.50 X: 612351.817 Y: 1406684.211
C2	200	8°56'59"	5°43'46"	31.241	15.652	0+419.94 X: 612351.436 Y: 1406484.052	0+435.59 X: 612408.748 Y: 1406500.127	0+451.18 X: 612405.06 Y: 1406484.052
C3	300	7°48'33"	3°49'11"	40.889	20.476	0+546.78 X: 612397.689 Y: 1406347.952	0+567.26 X: 612395.665 Y: 1406368.414	0+587.67 X: 612396.428 Y: 1406347.952
C4	243.357	42°14'49"	4°42'32"	179.44	94.019	0+653.81 x: 612398.894 Y: 1406120.709	0+747.83 X: 612402.399 Y: 1406187.901	0+833.25 X: 612468.162 Y: 1406120.709
C5	200	8°37'50"	5°43'46"	30.126	15.092	0+968.27 X: 612561.569 Y: 1405998.375	0+983.36 X: 612575.394 Y: 1406011.145	0+998.39 X: 612578.485 Y: 1405998.375
C6	213	2°49'25"	5°22'48"	10.497	5.25	1+216.27 X: 612668.176 Y: 1405790.975	1+221.52 X: 612669.297 Y: 1405794.475	1+226.77 X: 612673.637 Y: 1405790.975
C7	300	10°26'58"	3°49'11"	54.713	27.432	1+333.43 X: 612738.516 Y: 1405660.489	1+360.86 X: 612755.461 Y: 1405684.778	1+388.14 X: 612768.212 Y: 1405660.489
C8	150	4°01'32"	7°38'22"	10.539	5.272	1+559.29 X: 612850.159 Y: 1405502.205	1+564.56 X: 612850.467 Y: 1405503.812	1+569.83 X: 612856.827 Y: 1405502.205
C9	250	8°48'08"	4°35'01"	38.407	19.241	1+740.62 X: 612987.366	1+759.86 X: 613002.282	1+779.03 X: 613015.162

						Y: 1405365.805	Y: 1405380.099	Y: 1405365.805
C10	200	9°29'44"	5°43'46"	33.146	16.611	1+991.63 X: 613158.49 Y: 1405188.744	2+008.24 X: 613168.9 Y: 1405195.189	2+024.77 X: 613184.806 Y: 1405188.744
C11	150	8°52'55"	7°38'22"	23.253	11.65	2+437.11 X: 613552.388 Y: 1404989.974	2+448.76 X: 613562.792 Y: 1404996.759	2+460.37 X: 613572.262 Y: 1404989.974

Fuente: *Elaborado por el sustentante con datos del Civil 3D.*

Tabla 18

Espirales de transición.

Curva	Espiral	A	L	TS	ST
C1	S1	90.65	41	0+243.50 X: 612361.82 Y: 1406864.21	0+284.60 X: 612382.67 Y: 1406864.76
	S2	90.65	41	0+200.56 X: 612348.26 Y: 1406726.74	0+241.56 X: 612361.44 Y: 1406888.09
C2	S3	100	50	0+369.94 X: 612368.7 Y: 1406683.31	0+419.94 X: 612401.82 Y: 1406815.09
	S4	100	50	0+451.18 X: 612406.06 Y: 1406484.06	0+501.18 X: 612402.2 Y: 1406434.17
C5	S5	90.56	41	0+927.27	0+968.27

				X: 612533.92 Y: 1406063.52	X: 612561.57 Y: 1406023.27
	S6	100	50	0+998.39 X: 612578.48 Y: 1405998.37	1+048.39 X: 612599.86 Y: 1405953.13
C6	S7	92.3	40	1+178.27 X: 612650.42 Y: 1406835.76	1+218.27 X: 612688.18 Y: 1406799.94
	S8	92.3	40	1+226.77 X: 612673.64 Y: 1406790.97	1+266.77 X: 612697.34 Y: 1406768.77
C8	S9	88.6	50	1+509.29 X: 612524.53 Y: 1406563.22	1+559.29 X: 612550.18 Y: 1406510.36
	S10	88.6	50	1+569.83 X: 612556.83 Y: 1406502.21	1+619.83 X: 612593.73 Y: 1406468.56
C10	S11	90.56	41	1+950.63 X: 613130.03 Y: 1406236.32	1+991.63 X: 613168.49 Y: 1406206.83
	S12	90.56	41	2+024.77 X: 613164.61 Y: 1406186.74	2+066.77 X: 613220.75 Y: 1406169.07

Fuente: *Elaborado por el sustentante con datos del Civil 3D.*

7.4 Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical de una carretera corresponde al diseño del perfil longitudinal de la vía, el cual define la variación de las elevaciones a lo largo del eje mediante pendientes (rasantes) y curvas verticales que garantizan transiciones suaves entre tramos. En el presente proyecto de graduación, el alineamiento vertical se desarrolló con base en las condiciones del terreno natural y los criterios normativos, buscando equilibrar aspectos de seguridad, comodidad y economía, mediante la adecuada disposición de pendientes y curvas verticales que aseguren la visibilidad, el drenaje y la continuidad del trazado propuesto.

Pendientes de control para el diseño

La selección de la pendiente de control para el diseño del alineamiento vertical se realizó conforme a los criterios establecidos en el manual SIECA 2011, capítulo 3, página 119, considerando que la vía corresponde a una carretera colectora rural local, emplazada en terreno plano y con una velocidad de diseño de 60 km/h. Bajo estas condiciones, el manual recomienda el uso de pendientes longitudinales moderadas que garanticen un adecuado equilibrio entre la operación vehicular, la seguridad y el drenaje superficial, evitando esfuerzos excesivos en los vehículos y asegurando la comodidad de los usuarios.

Tabla 19

Pendiente máxima para carreteras rurales (locales)

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Lomerío	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Montañoso	17	16	15	14	13	12	10	10	---

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 3.21, página 120.

Curvas verticales

En términos generales existen curvas verticales en crestas o convexas y en columpio o cóncavas. Las primeras se diseñan de acuerdo a la más amplia distancia de visibilidad para la velocidad de diseño y las otras conforme a la distancia que alcanzan a iluminar los faros del vehículo de diseño. Las curvas verticales deben contribuir a la estética del trazado, ser confortables en su operación y facilitar las operaciones de drenaje de la carretera.

Curvas verticales en cresta.

Las longitudes mínimas de curvas verticales en cresta se basan en el criterio de distancias de visibilidad (S), generalmente son satisfactorias desde el punto de vista de seguridad, confort y apariencia. Considerando la seguridad como el parámetro más importante se define la tasa de curvatura (K) mínima que deberá tener una curva en cresta de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 20

Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta.

Velocidad de DiseñoKPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 3.23, página 125

Curvas verticales en columpio

Se diseñan de acuerdo a distancia iluminada por los faros

delanteros del vehículo, sensación subjetiva de comodidad en la conducción cuando el vehículo cambia de dirección en el alineamiento vertical, requerimientos de drenaje y consideraciones estéticas.

Tabla 21

Control de Diseño para Curva Vertical en Columpio.

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 3.25, página 127.

7.5 Sección Transversal

Plataforma o corona

Se le llama “plataforma” o “corona” a la superficie visible de una carretera o calle que queda comprendida entre las aristas del relleno y/o las interiores de las cunetas. El ancho de la corona, comprende la rasante, la pendiente transversal, el ancho de la calzada, los hombros, el sobre

ancho del hombro en relleno, las aceras o banquetas y la mediana, en caso de que ésta última forme parte de la sección transversal.

Rasante

Es la elevación del pavimento en el eje o línea central en carreteras bidireccionales; al proyectar sobre un plano vertical sus distintas elevaciones, se obtendrá el desarrollo de la plataforma o corona del camino, el cual estará formado por pendientes, ascendentes o descendentes y curvas verticales que las enlazan.

Pendiente transversal

Es la pendiente que se le da a la calzada en dirección perpendicular al eje de la carretera.

Bombeo Normal

Es la pendiente que se le da a la plataforma o corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad.

Tabla 22

Bombeo normal de la calzada

Tipo de Superficie	Rango de Pendiente Transversal
Alto	1.5-2.0
Bajo	2.0-6.0

Fuente: *Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras SIECA 2011, cuadro 4.1, página 139.*

El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura, se considera alto en aquellos pavimentos que mantienen superficies lisas y propiedades antideslizantes en todo tipo de clima, por lo tanto, la pendiente transversal de diseño elegido es 2% correspondiente al tipo alto.

Ancho de calzada

El carril es la unidad de medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, siendo el ancho de calzada la sumatoria del ancho de los carriles. Ninguna otra característica de la carretera tiene mayor influencia sobre la seguridad y el confort de la conducción que el ancho del carril y la condición de la superficie.

La selección del ancho de calzada se realizó conforme a los lineamientos del manual SIECA 2011, considerando las características funcionales de la vía y el nivel de servicio esperado. En cuanto al ancho de carril, se usan generalmente valores entre 2.75 m a 3.60 m. Para el presente proyecto se adoptó un ancho de carril de 3.30 m, valor recomendado cuando hay restricciones por el derecho de vía. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011, pág. 141)

Hombros

El hombro de una carretera, según el SIECA (2011), es la franja contigua a los carriles de circulación destinada a mejorar la seguridad vial, permitir el estacionamiento de emergencia y aportar estabilidad estructural al pavimento. Su ancho depende de la clasificación de la vía, variando generalmente entre 0.75 m y 3.0 m, siendo mayor en carreteras de alta jerarquía. Los hombros pueden clasificarse por su ubicación (interior o exterior) y por el tipo de carretera. Para nuestro tramo se proponen hombros de 1.20 m de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 23

Anchos mínimos de hombros y aceras

Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Aceras (m)
				Internos	Externos	
AA	Autopista	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	2.5 - 3.0	
AR	Arterial Rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AU	Arterial Urbana	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AMR	Arterial Menor Rural	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
AMU	Arterial Menor Urbana	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CMR	Colector Mayor Rural	Controlado	Alto	1.0 -1.5	2.5 – 3.0	1.2 – 2.0
CMU	Colector Mayor Urbana	-	Alto	0.5 – 1.0*	1.2 - 1.8	1.2 – 1.5
CR	Colectoras Menor Rural	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CS	Colectoras Menor Urbana	-	Intermedio	-	1.2 – 1.6	1.0 – 1.2
LR	Local Rural	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
LU	Local Urbano	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
R	Rural	-	Bajo	-	-	-

Fuente: (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geometrico de Carreteras, 2011, cuadro 4.2, página 142)

Tabla 24

Parametros de diseño.

Descripción	Unidad	Valores	Referencia SIECA 2011
Clasificación Funcional	LR	Local Rural	Cuadro 1.3, página 33
Ancho del Derecho de Vía	m	20	Inciso 3.4, página 130
Tipo de Terreno	Tipo	Plano	Cuadro 3.15, página 116
Velocidad de Diseño	Km/h	60	Inciso 2.4.7.(c), página 56
Vehículo de Diseño	Tipo	Camión C2 (SU)	
Radio de Curvatura Mínimo	m	113	Cuadro 3.6, página 89
Grado de Curvatura Máximo	Grad, Mín, Seg	10°08'	Cuadro 3.6, página 89
Número de carril	Unidad	2.00	Cuadro 1.3, página 33
Ancho de carril	m	3.30	Inciso 4.1.3, página 141
Ancho de rodamiento	m	6.60	
Ancho de hombros	m	1.20	Cuadro 4.2, página 142
Ancho de Corona	m	9.00	
Pendiente Transversal o Bombeo	%	2.00	Cuadro 4.1, página 139
Pendiente de hombros	%	2.00	
Sobreelevación o Peralte Máximo	%	8.00	Inciso 3.2.1, página 83
Pendiente Longitudinal Mínima	%	0.50	Inciso 3.3.1.(b), página 120
Pendiente Longitudinal Máxima	%	7.00	Cuadro 3.21, página 120
Factor de Fricción Lateral	S/U	0.17	Cuadro 3.6, página 89
K Cresta para DVP	m	11.00	Cuadro 3.23, página 125
K Columpio para DVP	m	18.00	Cuadro 3.25, página 127

Distancia de Visibilidad de Parada	m	85.00	Cuadro 3.1, página 77
Distancia de Visibilidad de Rebase	m	410.00	Cuadro 3.3, página 79

Fuente: *Elaborado por sutentantes.*

7.6 Calculos de la curva crítica

Se desarrollará el cálculo manual de los elementos que de la curva que tenga menor radio (mayor grado de curvatura) y cuyo ángulo de deflexión sea el más pronunciado. Se desarrollarán los cálculos de la curva No. 8, cuyo PI corresponde a la estación 1+564.56, con radio propuesto igual a 150 metros y ángulo de deflexión será 4°01'32".

Elementos de curva

Tangente (T)

Ecuación 6

Tangente (T)

$$T = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$150 \times \tan(4^{\circ}01'32"/2) = 5.271 \text{ m.}$$

Grado de curvatura (Gc)

Ecuación 7

Grado de Curvatura (Gc)

$$Gc = \frac{1145.92}{R}$$

$$Gc = 1145.92/150 = 07^{\circ}38'22".$$

Externa (E)

Ecuación 8

Externa (E)

$$E = R \times \left(\cos \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

$$E = 150 \times (\cos(4^\circ 01' 32''/2) - 1) = 0.0926 \text{ m.}$$

Cuerda máxima (CM)

Ecuación 9

Cuerda máxima

$$CM = 2R \times \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$CM = 2 \times 150 \times \sin(4^\circ 01' 32''/2) = 10.54 \text{ m}$$

Mediana (M)

Ecuación 10

Mediana (M)

$$M = R \times \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2}\right)$$

$$M = 150 \times (1 - \cos(4^\circ 01' 32''/2)) = 0.092 \text{ m.}$$

Desarrollo de la curva (Dc)

Ecuación 11

Desarrollo de la curva (Dc)

$$Dc = \pi \times 150 \times \Delta \times 180$$

$$Dc = (\pi \times 150 \times 4^\circ 01' 32'') / 180 = 10.54 \text{ m.}$$

8. Conclusiones

- En relación con el primer objetivo específico, se logró caracterizar adecuadamente la configuración topográfica del corredor vial mediante el uso del software Autodesk InfraWorks, herramienta que permitió generar un modelo preliminar del terreno, identificar las curvas de nivel, definir el eje longitudinal del trazado y obtener las secciones transversales del terreno. Esta modelación digital facilitó la evaluación inicial de alternativas de alineamiento y permitió establecer un trazado coherente con las condiciones naturales del terreno, optimizando el proceso de diseño geométrico.
- En cuanto al análisis de tránsito, el estudio de aforo vehicular permitió determinar el comportamiento de la demanda actual y proyectada de la vía, lo que hizo posible definir el vehículo de diseño y establecer los parámetros operativos necesarios para el desarrollo del proyecto. Este análisis permitió sustentar técnicamente la selección de los criterios de diseño adoptados, asegurando que la geometría de la vía responda de manera adecuada a las condiciones de operación previstas durante el período de diseño.
- Respecto al objetivo de desarrollar el diseño geométrico del tramo carretero, se definieron los principales elementos del alineamiento horizontal y vertical aplicando los criterios establecidos por la normativa SIECA (2011). La propuesta resultante integra radios de curvatura, pendientes longitudinales y una sección transversal compatibles con una velocidad de diseño de carácter rural, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, estabilidad vehicular y comodidad de conducción.
- Finalmente, la utilización del software AutoCAD Civil 3D permitió consolidar el diseño geométrico mediante la elaboración de los planos de planta y perfil, así como la definición precisa de los elementos geométricos del proyecto, constituyendo una base técnica sólida para futuras fases de desarrollo, tales como el diseño estructural del pavimento, los estudios de drenaje y la planificación de la ejecución constructiva.

9. Recomendaciones

- En primer lugar, se recomienda realizar una revisión detallada de aquellas curvas horizontales cuyos radios se encuentran próximos al radio mínimo permitido para la velocidad de diseño adoptada. Si bien dichos valores cumplen con los parámetros normativos establecidos, un margen reducido respecto al límite mínimo puede generar condiciones menos favorables para la estabilidad y comodidad del vehículo, particularmente bajo condiciones de operación reales como variaciones de velocidad, presencia de vehículos pesados o condiciones climáticas adversas. En este sentido, se sugiere evaluar la posibilidad de incrementar moderadamente dichos radios cuando las condiciones topográficas lo permitan o, en su defecto, reforzar las medidas de seguridad vial en estos sectores.
- En segundo lugar, se recomienda efectuar una verificación integral de los elementos asociados al alineamiento horizontal, tales como peraltes, sobreanchos y longitudes de transición entre tramos rectos y curvos. La correcta aplicación de estos parámetros resulta fundamental para garantizar una adecuada transición dinámica del vehículo de diseño, mejorar el confort de conducción y reducir las fuerzas laterales que actúan sobre los vehículos durante la circulación en curva.
- Asimismo, se recomienda complementar el diseño geométrico desarrollado mediante la ejecución de un levantamiento topográfico de mayor precisión a lo largo del eje definitivo de la vía. Aunque el trazado ha sido definido mediante herramientas de modelación digital y software especializado de ingeniería vial, la verificación topográfica en campo permitirá ajustar con mayor exactitud las cotas del terreno, las pendientes longitudinales y la ubicación precisa de los elementos geométricos del proyecto, garantizando así una adecuada correspondencia entre el diseño proyectado y las condiciones reales del terreno.

- De igual manera, se recomienda realizar una verificación específica de las distancias de visibilidad de parada a lo largo del alineamiento, especialmente en aquellos sectores donde coinciden curvas horizontales con cambios en la rasante del terreno. Este análisis permitirá confirmar que la velocidad de diseño adoptada pueda mantenerse bajo condiciones seguras de operación, evitando posibles restricciones visuales que comprometan la capacidad de reacción de los conductores ante situaciones imprevistas.
- Adicionalmente, se recomienda incorporar un esquema adecuado de señalización vial horizontal y vertical, implementación de señales preventivas, marcas longitudinales, delineadores y dispositivos de orientación nocturna contribuye significativamente a mejorar la percepción del conductor

10. Referencias

- **Bibliografía**

- (MTI), M. d. (2023). *Inventario de la Red Vial de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Anuario de aforos de trafico año 2018. (s.f.). *Anuario de aforos de trafico año 2018*. MANAGUA: MTI.
- *Diseño de pavimentos AASHTO-93*. (s.f.). Estados Unidos: AASHTO-93.
- Grisales, J. C. (2013). *Diseno geometrico de carreteras*.
- Hudiel, S. J. (2017). *Diseño y calculo geometrico de viales*. Estelí.
- Instituto Nacional de información de Desarrollo. (s.f.). *San Juan Limay en cifras*.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de. (2004). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de las Carreteras Regionales*. SIECA.
- *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geometrico de Carreteras*. (2011).
- Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geometrico de vias*. Medellin.

11. Planos

ANEXOS

Aforo de tránsito en ambos sentidos lunes 29/12/2026.

Lunes 29/12/2026		San José-Terrabona				
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	5	0	5	1	4	0
7:30 am-9:30 am	10	0	4	0	1	0
9:30 am-11:30 am	22	1	7	0	0	0
11:30 am-1:30 pm	8	0	8	0	0	0
1:30 pm-3:30 pm	9	1	4	0	0	0
3:30 pm-5:30 pm	12	1	3	0	3	1
Total	66	3	31	1	8	1

Lunes 29/12/2026		Terrabona-San José				
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	2	1	3	0	0	1
7:30 am-9:30 am	6	0	1	0	1	0
9:30 am-11:30 am	4	0	2	0	1	1
11:30 am-1:30 pm	10	0	2	0	1	0
1:30 pm-3:30 pm	6	2	1	0	1	0
3:30 pm-5:30 pm	10	0	0	1	0	0
Total	38	3	9	1	4	2

Aforo de tránsito en ambos sentidos martes 30/12/2026.

Martes 30/12/2025	San José-Terrabona					
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	7	0	3	1	2	0
7:30 am-9:30 am	5	2	6	0	0	1
9:30 am-11:30 am	14	0	0	0	0	0
11:30 am-1:30 pm	5	0	5	0	1	0
1:30 pm-3:30 pm	11	0	0	0	0	0
3:30 pm-5:30 pm	6	2	4	0	1	2
Total	48	4	18	1	4	3

Martes 30/12/2025	Terrabona-San José					
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	3	1	2	0	0	0
7:30 am-9:30 am	5	0	0	0	0	1
9:30 am-11:30 am	10	0	2	0	1	0
11:30 am-1:30 pm	0	0	3	0	0	0
1:30 pm-3:30 pm	3	0	1	0	1	0
3:30 pm-5:30 pm	6	0	1	1	0	1
Total	27	1	9	1	2	2

Aforo de tránsito en ambos sentidos miércoles 30/12/2026.

Miércoles 31/12/2025	San José-Terrabona					
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	6	1	3	1	0	1
7:30 am-9:30 am	5	1	4	0	0	0
9:30 am-11:30 am	16	1	5	0	0	0
11:30 am-1:30 pm	14	0	0	0	0	0
1:30 pm-3:30 pm	8	0	12	0	0	1
3:30 pm-5:30 pm	9	2	5	0	2	0
Total	58	5	29	1	2	2

Miércoles 31/12/2025	Terrabona-San José					
Hora	Vehículos de Pasajeros				Vehículo de Carga	
	Vehículos Livianos			Autobuses	Camiones	
	Motos	Autos	Pick-Up	Autobús Grande	Camión Ligero	C2 + 4 Ton
5:30 am-7:30 am	10	1	0	0	0	0
7:30 am-9:30 am	8	0	6	0	0	0
9:30 am-11:30 am	19	2	3	0	0	0
11:30 am-1:30 pm	6	0	2	0	0	0
1:30 pm-3:30 pm	9	0	1	0	0	0
3:30 pm-5:30 pm	3	0	0	1	1	0
Total	55	3	12	1	1	0



Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN** hace constar que:

NUÑEZ SOLIS EDDY EDBERTO

Carne: **2017-00901** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL**, en el año 2022 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de octubre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



MSc. Beatriz de los Angeles Tórrez Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

📞 Teléfono (505) 83798901

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria
Managua, Nicaragua

✉️ beatriz.torrez@facia.uned.edu.ni
www.uned.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 14-oct-2025



Universidad
Nacional de
Ingeniería

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR**

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	64A38382		
NOMBRE	NUÑEZ SOLIS EDDY EDBERTO		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Sabatino	SEXO	M
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	S1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2017

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	S1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

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

Correo:
Clave:

FECHA: 06/03/2026 03:10:13

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:

– NUEVO INGRESO 2026:

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

–REINGRESO 2026:

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



Secretaría Académica
DACAC

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del AREA DE CONOCIMIENTO
ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN hace constar que:

TORREZ MEJIA ERIK MANUEL

Carné: 2017-09031 Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL**, en el año 2022 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de noviembre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

MSc. Beatriz de los Angeles Torres Rodríguez
SECRETARIO DE AREA ACADÉMICA



☎ Teléfono (505) 83758501

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 06-nov-2025

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar,
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua.

✉ beatriz.torres@unledu.ni
www.unledu.ni

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	69DEF524		
NOMBRE	TORREZ MEJIA ERIK MANUEL		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	SEXO	M
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2017

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

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

Correo:

Clave:

FECHA: 06/03/2026 03:14:28

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:

– NUEVO INGRESO 2026:

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

–REINGRESO 2026:

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



**Secretaría Académica
DACAC**

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del AREA DE CONOCIMIENTO
ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN hace constar que:

VELÁSQUEZ LIVO DANILO JOSÉ

Carné: 2017-0495I Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los cuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



MSc. Beatriz de los Angeles Tórrez Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A6A35A0		
NOMBRE	VELÁSQUEZ LIVO DANILO JOSÉ		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	SEXO	M
AÑO MATRICULADO	6	GRUPO	DIFCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	AÑO ING. EDUC. SUP	2017

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

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

Correo:
Clave:

FECHA: 06/03/2026 02:47:14

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:

-- NUEVO INGRESO 2026:

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

--REINGRESO 2026:

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