Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL DE 3 KM EN LA AMPLIACION DEL TRAMO DE CARRETERA LAS CALABAZAS – PUENTE EL VENADO DEL MUNICIPIO DE CIUDAD DARIO DEL DEPARTAMENTO DE MATAGALPA.

Proyecto de Graduación para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Lester Jesús Sánchez Poveda
Carnet: 2014-0476U

Br. Lea Gabriela Spassov Mayorga
Carnet: 2016-0387I

Br. Alda Aracelly Talley Tejada
Carnet: 2017-0603S

Tutor:

Ing. Keving Roberto Sánchez Rocha

28 de abril de 2026
Managua, Nicaragua

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL 3

2.1. Antecedentes del Proyecto Vial. 3

2.2. Antecedente Nacional. 3

2.3. Antecedente Regional. 4

2.4. Marco Legal y Normativo de Diseño Vial en Nicaragua. 5

2.6. Normativas Técnicas del MTI. 5

2.8. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA) / Normas del MTI (NIC-2000, NIC-2019). 5

2.9. Normas y Especificaciones Técnicas del MTI para Construcción de Carreteras y Puentes. 5

2.10. Manual para la Revisión de Diseños Geométricos del MTI. 6

2.11. Manual para la Revisión de Estudios Topográficos. 6

3. OBJETIVOS 7

3.1 Objetivo general 7

3.2 Objetivos específicos 7

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8

4.1. Naturaleza o tipología del proyecto 8

4.2. Localización geométrica y contexto socioeconómico 8

4.3. Usuarios, destinatarios o protagonistas. 9

4.3.1. Habitantes de Ciudad Darío Departamento de Matagalpa: 9

4.3.3. Alcances y limitaciones 9

5. FUNDAMENTOS TÉCNICOS 10

5.1. Estudio topográfico. 10

5.1.1. Planimetría 10
5.1.2. Altimetría 10
5.1.3. Levantamiento de perfil y sección transversal. 10
5.2. Estudio de tránsito. 11
5.2.1. Aforo vehicular. 11
5.2.2. Estaciones de mayor cobertura (EMC): 11
5.2.3. Estaciones de corta duración (ECD): 11
5.2.4. Factores de ajuste 12
5.2.5. Proyección del tránsito 12
5.3. Diseño geométrico. 13
5.3.1. Velocidad de diseño 13
5.3.2. Vehículo de diseño 13
5.3.3. Alineamiento horizontal 13
5.3.4. Curvas horizontales 13
5.3.5. Curvas espirales (de transición). 13
5.3.6. Radio mínimo (Rmin) 14
5.3.7. Peralte ($\boldsymbol{emáx}$) 14
5.3.8. Factor de fricción lateral ($fmáx$) 14
5.3.9. Sobreancho (Wc) 14
5.3.10. Longitud de transición (Lt) 14
5.3.11. Criterios de visibilidad 14
5.3.12. Alineamiento vertical 15
5.3.13. Curvas verticales 15
5.3.14. Rasante y pendientes 15
5.3.15. Sección transversal 15

6. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....17

6.1. Topografía..... 17

6.2. Estudio de tránsito. 18

6.3. Diseño geométrico. 20

7. RESULTADOS. 21

7.1. Topografía..... 21

7.1.1 Análisis del estudio topográfico del tramo, en base al manual de revisión de estudios topográficos (MTI,2008) 21

7.1.2 Constancia del intervalo y rotulación de elevaciones para cada curva de nivel..... 21

7.1.3 Puntos de control (BMs): 23

7.1.4 Verificación del seccionamiento transversal 24

7.1.5 Análisis en el levantamiento de Obras de Drenajes. 25

7.1.6 Verificación en obras de drenaje mayor (Puente)..... 26

7.1.7 Clasificación del terreno según pendientes longitudinales 26

7.2. Estudio de tránsito. 28

7.2.1. Selección de la Estación de Mayor Cobertura (EMC) 30

7.2.2. Factores de ajustes de TPDA..... 31

7.2.3. Cálculo del TPDA actual..... 31

7.2.4. Proyección del tránsito 33

7.2.5. Tasas de crecimiento final. 36

7.2.6. Periodo de diseño. 37

7.3 Diseño geométrico. 38

7.3.1. Clasificación funcional..... 38

7.3.2 Derecho de vía..... 38

7.3.3 Vehículo de diseño 38
7.3.4 Velocidad de diseño 40
7.3.5 Elementos de la sección transversal 41
7.3.6 Alineamiento horizontal 41
7.3.8 Alineamiento vertical 46
7.3.9 Parámetros de diseño 53
8. CONCLUSIONES. 55
9. RECOMENDACIONES 56
10. REFERENCIAS. 57
11. ANEXOS I

Índice de tablas

Tabla 1. Tipo de terreno según pendiente natural 28

Tabla 2. Conteo vehicular en ambos sentidos por día 29

Tabla 3. Dependencia de estaciones 30

Tabla 5. Factores de ajuste 31

Tabla 6. TPDA año 2026 32

Tabla 7. Tasa de crecimiento poblacional 34

Tabla 8. Tasa de crecimiento del PIB (2019-2024) 35

Tabla 9. Tasa de crecimiento vehicular 36

Tabla 10. Clasificación funcional de la via 38

Tabla 11. Dimensiones de los vehículos de diseño 39

Tabla 12. Radios mínimos de giro de los vehículos de diseño 40

Índice de figuras

Figura 1. Representación de curvas de nivel en el software Civil 3D 22

Figura 2. Elevaciones en curvas de nivel..... 22

Figura 3. Punto de control BM inicial 23

Figura 4. Punto de control BM final..... 23

Figura 5. Espaciamiento entre secciones transversales..... 24

Figura 6. Verificación de distancias en drenaje menor 25

Figura 7. Verificación de distanciamiento en drenaje mayor..... 26

Figura 8. Análisis de pendientes longitudinales del tramo 27

Figura 9. Tránsito Diurno del aforo 29

Figura 10. Datos de curvas horizontales..... 45

Figura 11. Curva horizontal simple 46

Figura 12. Datos de curvas verticales del tramo..... 52

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo monográfico que se está presentando se centra en el diseño geométrico vial en el tramo de carretera conocido como “Las Calabazas” puente El Venado, ubicado en el Departamento de Matagalpa, Municipio de Ciudad Darío. Tiene una longitud de 3 km.

El pavimento está compuesto de asfalto y el puente de concreto hidráulico, el diseño cumple con los estándares internacionales AASHTO 93 y el Manual técnico de la MTI, conforme al diseño se utiliza el manual SIECA y sus propias especificaciones NIC-2000 y NIC-2019, especifica los parámetros de diseño como, velocidad de diseño, radios mínimos de curvaturas horizontal, y pendientes máximas y mínimas, visibilidad de parada y adelantamiento, y sobreelevación.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y aplicado en busca de resolver la problemática de la carpeta de rodamiento mediante el uso de la metodología ASSHTO 93 y las normativas vigentes del MTI, el tramo actual se encuentra en buen estado, pero su ampliación es vital para mejorar su flujo vehicular mixto que concluye transporte local, interurbano y vehículos de carga pesada (camiones, furgones) hacia el norte del país.

El tramo de carretera entre Las Calabazas y el puente El Venado, ubicado sobre la carretera la Panamericana Norte (Nic-1), presenta un punto crítico de transición de la red vial de Nicaragua. En el ámbito profesional de la ingeniería de transporte, el problema central reside únicamente en el estado físico del pavimento, si no en la obsolencia funcional del diseño geométrico actual frente a la demanda que se proyecta.

A pesar del flujo es mayormente liviano, el diseño actual no cuenta con la amplitud necesaria en hombros y carriles para gestionar con seguridad la interacción entre los vehículos livianos y transporte pesado (categoría C2, C3, y T3-S3) esto se traduce a un riesgo elevado de accidentes por dificultades de las maniobras de adelantamiento.

Este proyecto resuelve dicha problemática mediante a la aplicación de la metodología BIM y el estándar AASHTO, proponiendo una ampliación geométrica que estandariza los anchos de la calzada, optimiza los radios de cobertura y mejora el sistema de drenaje, el diseño garantiza que la carretera no solo soporta la carga estructural (ESSALS), si no que mantenga un flujo continuo y seguro, alineándose a los estándares internacionales de movilidad y seguridad vial del SIECA.

. Este tramo da facilidad para los negocios locales como granos básicos y ganado, y actividades principales de las comunidades aledañas a Las Calabazas, ya no existe las interrupciones de tráfico entre la panamericana y el Municipio de Ciudad Darío.

2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL

2.1. Antecedentes del Proyecto Vial.

La carretera Panamericana en Nicaragua, que incluye el tramo Las Calabazas – Puente El Venado, se inició en 1938 en la ciudad de Managua, conectando el centro del país con el tramo norte, finalizando en 1960.

Un reporte antiguo (2006), menciona proyecto de **Mantenimiento Rutinario Periódico**, ejecutado por el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) en la zona, incluían: Señalización Vial, Reparación de zonas inestables, Limpieza de derecho de vía y del sistema de drenaje.

Es importante notar que, si bien la carretera de origen se construyó en ese periodo, a lo largo de los años se han realizados y se siguen realizando Obras de mantenimiento vial (bacheos, recarpeteos de mezcla asfáltica) y la obra más reciente de ampliación a 4 carriles **Tipitapa – San Benito**, teniendo una fecha de inicio en el mes de octubre de 2021 hasta octubre de 2023. (19 digital, Alcaldía de Managua).

2.2. Antecedente Nacional.

El proyecto de ampliación de la carretera en la costa del Pacifico de Nicaragua (**Costanera**), un megaproyecto vial muy relevante, con una longitud aproximadamente 335 a 407 km, a lo largo del litoral Pacifico. El cual tiene como objetivo principal impulsar el desarrollo turístico, pesquero y comercial, mejorando la conectividad entre las comunidades. La estructura vial contará con dos carriles de circulación (uno por sentido), construcción de ciclovías y andenes.

Hasta la fecha se han inaugurado y habilitados tramos de esta primera fase, como el tramo El Naranjo – El Remanso, tiene una proyección con fecha de finalización como primera fase para junio de 2026.

Siendo una obra considerada como uno de los proyectos viales más importantes de la zona del Pacifico de Nicaragua en los últimos 100 años. (19 digital, Alcaldía de Managua).

2.3. Antecedente Regional.

Un proyecto pertinente y comparable al diseño geométrico de 3 km en Ciudad Darío es el XI Programa de Ampliación y Mejoramiento de Carreteras impulsado por el Gobierno de Nicaragua, con financiamiento del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Este programa contempla la ampliación y mejoramiento de más de 52 km de carreteras en diversas regiones del país, incluyendo tramos que conectan centros urbanos, zonas agrícolas y fronteras nacionales. El propósito de esta iniciativa es fortalecer la infraestructura vial nacional, mejorar la seguridad del tránsito, reducir los tiempos de viaje, y promover la integración socioeconómica regional mediante una red vial más eficiente y segura. (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2025).

Dentro de los proyectos que conforman este programa se encuentran la circunvalación de la ciudad de Estelí (12.02 km) y la ampliación del acceso al puesto fronterizo Las Manos en Dipilto (11.67 km), entre otros tramos de importancia regional. La ampliación de estos corredores no solo mejora la conectividad local, sino que también impacta positivamente la movilidad de bienes y personas, similar al objetivo de la ampliación del tramo Las Calabazas – Puente El Venado en Matagalpa (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2025).

Este tipo de proyectos nacionales es relevante como antecedente porque, al igual que tu investigación sobre el diseño geométrico de un tramo específico, se basa en criterios técnicos de ingeniería civil para el mejoramiento vial y la optimización de la infraestructura existente, con enfoque en seguridad, funcionalidad y desarrollo regional (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2025).

2.4. Marco Legal y Normativo de Diseño Vial en Nicaragua.

El proyecto de ampliación del tramo de carretera Las Calabazas – Puente El Venado, en el municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, debe regirse por las normativas emitidas por las autoridades competentes, siendo la principal el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

2.5. Normas de Diseño Específicas.

El diseño geométrico en sí debe apegarse a manuales técnicos que definen los criterios de diseño (velocidades, radios de curva, peraltes, anchos de vía, visibilidad, etc.)

2.6. Normativas Técnicas del MTI.

Aunque el MTI hace uso de manuales regionales (SIECA) e internacionales (como los de la AASHTO de EE. UU.) y sus propias especificaciones (como la NIC-2000), son los Términos de Referencia (TDR) emitidos por el MTI para la contratación del proyecto los que definen las normas y especificaciones técnicas exactas a seguir.

2.8. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA) / Normas del MTI (NIC-2000, NIC-2019).

Especifica parámetros de diseño como: Velocidad de Diseño, radios mínimos de curvatura horizontal, pendientes máximas y mínimas, visibilidad de parada y adelantamiento, y sobreelevación.

2.9. Normas y Especificaciones Técnicas del MTI para Construcción de Carreteras y Puentes.

Establece los criterios para la sección transversal (ancho de carriles, hombros, cunetas, derecho de vía), drenaje vial y diseño de estructuras (Puente El Venado).

Rige las dimensiones exactas y los materiales del tramo ampliado.

2.10. Manual para la Revisión de Diseños Geométricos del MTI.

Define el proceso de revisión y aprobación del diseño por parte de la Dirección General de Normas de la Construcción del MTI.

Exige la aprobación formal del estudio y diseño geométrico antes de la licitación y construcción.

2.11. Manual para la Revisión de Estudios Topográficos.

Es una guía orientada a establecer un mecanismo que permita al Ingeniero Supervisor o representante de la instancia rectora de la red vial del país (MTI), a realizar el control verificación y supervisión de los trabajos que comprenden los ESTUDIOS TOPOGRAFICOS, en el marco de la realización de los Estudios de Ingeniería, Diseño de Caminos y Carreteras que se genera a través de contratación con las firmas consultoras, especializadas en el diseño de obras viales; control, verificación y supervisión que se realizará a partir de lo establecido. (Dr. Sergio J. Navarro Hudiel).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar el diseño geométrico de 3 km en la ampliación del tramo de carretera las calabazas – puente el venado del municipio de Ciudad Darío del departamento de Matagalpa.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar el estudio topográfico del tramo en base al manual de revisión de estudios topográficos (MTI,2008), permitiendo la definición del tipo de terreno del tramo.
- Realizar estudio de tránsito vehicular mediante un aforo clasificado, que permita el cálculo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA) y la proyección del tránsito aplicando la metodología del anuario de aforos 2020 (MTI, 2020).
- Elaborar el diseño geométrico utilizando el software Autodesk Civil 3D 2025, en base al manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Naturaleza o tipología del proyecto

El proyecto consiste en diseño geométrico vial, específicamente es un diseño de pavimento flexible, la investigación es con un enfoque cuantitativo y aplicada, utilizando los datos objetivos (aforo y estudio topográfico) para resolver un problema practico de la ingeniería mediante la metodología AASHTO 93 y normas del MTI, con el fin de resolver la problemática de la carpeta de rodamiento del tramo.

4.2. Localización geométrica y contexto socioeconómico

El proyecto es ubicado en el municipio de Ciudad Darío en el Departamento de Matagalpa, en el tramo de carretera “Las Calabazas – Puente el Venado” con una longitud de 3 km.

4.2.1. Descripción física y contexto

En su actualidad el tramo se encuentra en buen estado, por lo que no hay dificultad en la vía de tránsito.

Es una zona no muy poblada donde habitan personas de escasos recursos, es un área muy transitaria donde predomina los vehículos pesados y livianos, facilitando a la población una mejor movilidad.

Figura 1. Micro localización del tramo



Fuente:Tomado de Google Earth

https://earth.google.com/web/search/Las+Calabazas,+Ciudad+Dar%C3%ADo,+Matagalpa/@12.68834337,-86.0834019,424.81418179a,9288.3335706d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCcg2bLc3tTJAEcc2bLc3tTLAGUPpYEzK0khAIT_pYEzK0kjAQgIIATIpCicKJQohMVpMZk13Wml4YTJFam1rdGk2ODQ5UGo5T1F4eml0SVAzIAE6AwoBMEICCABKCAj2IMfbAhAB

4.3. Usuarios, destinatarios o protagonistas.

- **Sector de trasporte:** El flujo de vehículos en esa zona es una mezcla de transporte local, interurbano e internacional. En su mayoría es de transporte pesado que circulan camiones y furgones que transporta mercancía a los diferentes lugares fuera del país, también circulan transportes interurbanos, buses de paradas continuas y expresos que conectan Managua con Matagalpa, Estelí, Somoto y Ocotal.

4.3.1. Habitantes de Ciudad Darío Departamento de Matagalpa:

Residentes que transitan diariamente hacia sus centros de trabajos, escuelas, y centros de salud.

4.3.2. Protagonistas indirectos:

- **Comercio local y productores:** Es muy conocido por ser una zona de comercio en lo que es la agricultura ganadería, y producción de café, en su mayoría hay pequeños negocios en la orilla de la carretera para ofrecer a las personas que circulan.

4.3.3. Alcances y limitaciones

Alcances: El proyecto comprende el diseño geométrico integral de la ampliación vial, abarcando el levantamiento topográfico, el diseño de alineamiento horizontal y vertical, y la definición de secciones transversales bajo normativa del MTI y AASHTO, el alcance incluye estudio de tráfico para proyecciones a futuros, el diseño de señalización y la transición técnicas de los accesos al Puente el Venado, garantizando la continuidad con la estructura existente.

Limitaciones: la exclusión de trámites legales para la liberación del derecho de vía, la gestión de permisos ambientales ante el MARENA, el diseño estructural profundo de pavimentos y el costo de ejecución.

5. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

5.1. Estudio topográfico.

Los levantamientos de terrenos son los más antiguos y se han llevado a cabo desde que se tienen registros históricos. Normalmente, son levantamientos de control horizontal que se realizan para la localización de linderos, subdivisión de terrenos en partes más pequeñas, determinación de superficies de terrenos y obtención de cualquier tipo de información que involucre la transferencia de terrenos de un propietario a otro. (McCormac, 2007, pág. 4)

Los levantamientos topográficos se realizan para localizar objetos y medir el relieve, los accidentes del terreno o las variaciones tridimensionales de la superficie terrestre, Proporcionan información detalladas sobre las elaciones y la ubicación de elementos naturales y artificiales. (McCormac, 2007, pág. 5)

5.1.1. Planimetría

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno.” (Peña Alcalá, 2010, pág. 103)

5.1.2. **Altimetría**

La altimetría es el estudio de la determinación de la posición de puntos en proyección vertical. Por ello, el objetivo de este capítulo es analizar los métodos de nivelación para la determinación de las alturas. (Peña Alcalá, 2010, pág. 103)

5.1.3. Levantamiento de perfil y sección transversal.

Son los levantamientos que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. (MTI, 2008)

5.2. Estudio de tránsito.

El término tránsito se emplea para expresar el fenómeno causado por número de vehículos que tiene una razonable probabilidad de pasar por una determinada sección de una vía o de un carril durante un período de tiempo. A medida que el número de vehículos disminuye en la vía la velocidad de ellos aumenta y la calidad del servicio que presta la vía mejora en términos de eficiencia y confort para los usuarios. (Agudelo Ospina, 2002)

5.2.1. **Aforo vehicular.**

Para el diseño de una carretera o camino, o cualquiera de sus partes se debe conocer información real de los factores relativos al tránsito sobre la zona donde se pretende realizar dicho proyecto, para ello se realiza un aforo vehicular por medio del cual se conoce la cantidad de vehículos, los tipos de vehículos (vehículos livianos y vehículos pesados); y la velocidad ideal con la cual se debe transitar por el camino. (SIECA 3ra edición, 2011)

5.2.2. **Estaciones de mayor cobertura (EMC):**

Se realizan aforos 3 veces al año divididos en tres cuatrimestres debido al alto costo de ejecución, realizando conteos clasificados durante 7 días consecutivos cada uno las 24 horas, lográndose obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que no es más que el promedio de los periodos. Estas estaciones permiten un conocimiento de las variaciones típicas del tráfico (estacionales, semanales y diarias) y de la frecuencia de las intensidades horarias a lo largo del año. (MTI. (2008)

5.2.3. **Estaciones de corta duración (ECD):**

Su función es conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales para establecer unas leyes que puedan aplicarse a un grupo de estaciones similares o afines. Generalmente son realizadas en caminos de adoquinado y asfalto, en donde el TPDA es mayor de 300 pero menor a la de una estación de mayor cobertura. MTI. (2008)

5.2.4. Factores de ajuste

- **Factor Día**

Corresponde al factor que se usa para expandir el tráfico diurno de 12 horas a tráfico Diario de 24 horas. (MTI, 2020)

- **Factor Semana**

El factor para expandir el resultado obtenido para un período corto de tres días de la semana (martes a jueves) a los promedios semanales 7 días (lunes a domingo). (MTI, 2020)

- **Factor Fin de Semana**

Es el factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana a los 7 días de la semana. (MTI, 2020)

- **Factor Expansión**

Es el factor para expandir el tráfico promedio diario semanal al tránsito promedio diario anual (TPDA) por tipo de vehículo, el que se obtiene de los conteos realizados en las estaciones de mayor cobertura. (MTI, 2020)

5.2.5. **Proyección del tránsito**

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. Las tasas de crecimiento se determinarán con la siguiente ecuación:

$$TC=\left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_o}\right)^{1/n}-1\right]*100 \qquad \text{ec. 1}$$

TPDAi: Tráfico Promedio Diario; Actual TPDAo:Tráfico Promedio Diario Actual del año base; n =La diferencia de años.

5.3. Diseño geométrico.

El diseño geométrico se define como la técnica de ingeniería que permite situar el trazado de carreteras en el terreno, garantizando funcionalidad, seguridad, comodidad, integración ambiental y economía, basado en la configuración física del terreno y características de operación de los vehículos (SIECA, 2011, p. 21).

5.3.1. Velocidad de diseño

Se trata de la máxima velocidad segura que puede mantenerse sobre una sección específica de carretera cuando las condiciones son favorables. Condiciona todas las características geométricas, los elementos curvos y rectos deben corresponder a dicho valor (SIECA, 2011, p. 55).

5.3.2. Vehículo de diseño

Es aquel vehículo representativo, cuyas dimensiones físicas y radios de giro mínimos son mayores que la mayoría de los vehículos de su categoría, utilizándose como control para ajustar el diseño geométrico y facilitar la circulación sin restricciones (SIECA, 2011, p. 37) (ver Tabla 14 y Tabla 15, p. 44).

5.3.3. Alineamiento horizontal

Se refiere a la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal, constituido por una serie de tramos rectos (tangentes) conectados por curvas horizontales (SIECA, 2011, p. 81).

5.3.4. Curvas horizontales

Son curvas circulares que unen los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal (SIECA, 2011, p. 362).

5.3.5. Curvas espirales (de transición).

Curvas de radio variable (clotoide) que facilitan el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea (SIECA, 2011, p. 92).

5.3.6. Radio mínimo (Rmin)

Es el valor límite de curvatura para una velocidad dada, calculado para evitar el deslizamiento del vehículo mediante la fricción y el peralte (SIECA, 2011, p. 87).

5.3.7. Peralte ($emáx$)

El Peralte es la inclinación transversal de la calzada en curvas, cuya función es contrarrestar la fuerza centrífuga. Los valores máximos dependen del entorno (rural o urbano) (SIECA, 2011, p. 83).

5.3.8. Factor de fricción lateral ($fmáx$)

Es el coeficiente que representa la fuerza de fricción que se desarrolla entre las llantas y la superficie de rodadura para contrarrestar la aceleración centrípeta cuando un vehículo viaja en una curva (SIECA, 2011, p. 84).

5.3.9. Sobreancho (Wc)

Es el aumento en el ancho de calzada que se diseña en las curvas horizontales de radios pequeños para facilitar las maniobras de los vehículos de forma eficiente, segura, cómoda y económica (SIECA, 2011, p. 108).

5.3.10. Longitud de transición (Lt)

Distancia necesaria para efectuar el cambio del bombeo normal de la sección en tangente al peralte requerido en la curva circular, así como para incorporar las curvas de transición entre la tangente y el arco circular (SIECA, 2011, p. 92).

5.3.11. Criterios de visibilidad

La distancia de visibilidad es la longitud continua de carretera visible hacia adelante por el conductor (SIECA, 2011, p. 323), dividida en:

- Distancia de parada. Distancia necesaria para que un conductor vea un obstáculo y detenga el vehículo con seguridad antes de golpearlo (SIECA, 2011, p. 75).

- Distancia de adelantamiento. Distancia mínima en carreteras de dos carriles que permite a un vehículo rebasar a otro más lento sin riesgo de colisión con el tráfico opuesto (SIECA, 2011, p. 79).

5.3.12. Alineamiento vertical

Corresponde a la proyección del eje de la vía sobre un plano vertical, compuesto por tangentes definidas por su longitud y pendiente, enlazadas por curvas verticales para suavizar los cambios de nivel (SIECA, 2011, p. 116).

5.3.13. Curvas verticales

Son curvas en elevación que enlazan dos rasantes con diferente pendiente (SIECA, 2011, p. 362), siendo de dos tipos:

- En cresta (convexas). Proporcionan una distancia de visibilidad de parada adecuada sobre la cima de la elevación (SIECA, 2011, p. 124).
- En columpio. Enlazan pendientes en forma cóncava, cuyo diseño está controlado por la distancia de iluminación de los faros delanteros, la comodidad del conductor y la apariencia estética (SIECA, 2011, p. 126).
- Valor K. Parámetro que define la longitud de las curvas en cresta o columpio para garantizar la visibilidad y el confort al cambiar de pendiente (SIECA, 2011, p. 123).

5.3.14. Rasante y pendientes

La rasante es la proyección vertical del alineamiento horizontal, la línea que une las elevaciones de la superficie de rodadura terminada a lo largo de su eje central, la cual debe respetar pendientes máximas para asegurar que los vehículos pesados no pierdan demasiada velocidad (SIECA, 2011, p. 116-117).

5.3.15. Sección transversal

Define la disposición física de los elementos de la carretera perpendicularmente al eje (SIECA, 2011, p. 139). El cual integra elementos como:

- Derecho de vía

Es el área o faja de terreno de propiedad del Estado, destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones, protección y servicios auxiliares de la carretera (SIECA, 2011, p. 165).

- Plataforma o Corona

Superficie visible de una carretera o calle que queda comprendida entre las aristas del relleno y/o las interiores de las cunetas (SIECA, 2011, p. 139). De esta se desprenden los siguientes elementos:

- Ancho de calzada. Parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos y está compuesta por uno o más carriles (SIECA, 2011, p. 140). En carreteras regionales de dos carriles, el estándar deseable es de 3.60 m (SIECA, 2011, p. 58).
- Hombros. Porción de la carretera contigua a la calzada, que sirve de protección a la superficie de rodadura, para el estacionamiento eventual de vehículos en emergencia y el soporte lateral de la base y capas superficiales (SIECA, 2011, p. 144).
- Bombeo. Pendiente transversal de la corona en tramos rectos (1.5% - 6.0%) esencial para drenar el agua de lluvia hacia las cunetas y evitar el hidroplaneo (SIECA, 2011, p. 139).
- Cuneta. Canal construidos a ambos lados y paralelamente a la carretera, con el fin de drenar el agua de lluvia que cae sobre la misma y sobre las áreas de taludes. (SIECA, 2011, p. 146).

6. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1. Topografía

El análisis topográfico del tramo se desarrollará a partir de información de campo obtenida previamente, consistente en la nube de puntos y curvas de nivel mediante técnicas de topografía clásica (estación total). Para el tratamiento y validación de esta información, se adoptarán los lineamientos establecidos en el Manual de Revisión de Estudios Topográficos del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI, 2008), el cual orienta los criterios de control de calidad y verificación de estudios topográficos en proyectos viales.

En una primera etapa, se realizará la revisión y depuración de la información georreferenciada, verificando la consistencia de los puntos de control, conforme a lo estipulado en el MTI (2008). Asimismo, se evaluará la coherencia entre la nube de puntos y las curvas de nivel, garantizando la correcta representación del terreno natural.

En una fase posterior, se desarrollará la verificación de distanciamientos, cotas y elementos representativos del terreno, incluyendo secciones viales y obras de drenaje, tanto menor como mayor, asegurando su correspondencia con los datos originales y su adecuada representación a escala, conforme a los criterios técnicos del MTI (2008). En caso de identificarse inconsistencias, se considerará la necesidad de realizar verificaciones complementarias en campo.

Posteriormente, mediante el uso del software Autodesk Civil 3D 2025, se procederá a la generación y validación del Modelo Digital del Terreno (MDT), asegurando que su construcción cumpla con los criterios de interpolación y representación establecidos en el manual. A partir de este modelo, se obtendrán perfiles longitudinales y secciones transversales del eje vial, permitiendo analizar las condiciones altimétricas del terreno, pendientes y variaciones geomorfológicas del tramo.

6.2. Estudio de tránsito.

Para conocer el volumen vehicular que transita por la zona, se realizó el aforo vehicular 3 días de la semana del mes de febrero 2026 (martes 17, miércoles 18 y jueves 19) por 12 horas de 6:00 a.m. a 6:00 pm, en conteos a cada 15 minutos, (ver anexos). Debido a que es una de las vías de acceso a la zona Norte del país, la afluencia vehicular ocurrente se da a diario. Se definió un solo punto de aforo, el cual fue en la est. 0+000 del inicio del tramo en estudio (Las calabazas – Puente El venado, del municipio de Darío, Matagalpa).

Para la recolección de datos, se utilizó un Formato de Campo de Aforo Vehicular 2020.

Figura 2. Ubicación del punto de aforo



Fuente:Tomado de Google Earth
https://earth.google.com/web/search/Las+Calabazas,+Ciudad+Dar%C3%ADo,+Matagalpa/@12.68834337,-86.0834019,424.81418179a,9288.3335706d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCcg2bLc3tTJAEcc2bLc3tTLAGUPpYEzK0khAIT_pYEzK0kjAQgIIATIpCicKJQohMVpMZk13Wml4YTJFam1rdGk2ODQ5UGo5T1F4eml0SVAzIAE6AwoBMEICCABKCAj2lMfbAhAB

El punto de aforo fue establecido en la estación inicial 0+000 del tramo en evaluación, tal como se muestra en la Figura N.º 2. Esta estación corresponde al punto de partida de la progresiva del proyecto y constituye la referencia para la delimitación del área de estudio. La selección de este punto permitió organizar de

manera sistemática la recolección de datos del flujo vehicular, garantizando coherencia espacial en el análisis del tránsito. Asimismo, la ubicación presenta condiciones adecuadas de visibilidad y accesibilidad para la ejecución segura y controlada del conteo vehicular

Terminado el trabajo de campo se procesó la información recolectada con la cual se obtuvo el transito promedio diurno incluyendo ambos sentidos por día, el cual se detalla en la siguiente tabla, #1 de Resultados.

6.2.1. Cálculo del Transito Promedio Anual (TPDA).

Conociendo la dependencia de estaciones se definió que los factores de ajuste para el cálculo del TPDA, sean los de la estación 1205 Empalme Chichigalpa - Chinandega, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Habiendo definido los factores de ajuste, se procedió a determinar el TPDA con la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDi * Fd * Fsem * F.fin\ sem. * Fexp$$ Ec. 1

Se omitió utilizar datos del factor fin de semana, ya que el conteo se realizó 3 días de la semana, por lo tanto ese dato no aplica para nuestro TPDA.

6.2.2. Proyección del Tránsito.

Un parámetro indispensable para examinar el comportamiento futuro del tráfico es la tasa de crecimiento de diseño, al calcularla es requerido considerar tres tasas: crecimiento producto interno bruto de la república de Nicaragua, consumo de combustible en Nicaragua, crecimiento del TPDA histórico de la estación de conteo sumaria y crecimiento poblacional del país.

Utilizando la siguiente ecuación para dicho calculo:

$$\mathbf{TPDAi = TPDAo\ [(1 + Tc)]\ ^n}$$ ***, ec. 2.***

donde “n” se obtiene en el documento de diseño de pavimentos AASHTO 93 (30-50 años).

6.3. Diseño geométrico.

Se procedió a desarrollar el diseño geométrico de la vía mediante el uso del software Autodesk Civil 3D 2025, tomando como referencia los lineamientos establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras.

En primer lugar, se recopiló y verificó la información base del proyecto, incluyendo levantamiento topográfico, coordenadas del eje preliminar, curvas de nivel y características del terreno. Posteriormente, se procedió a la importación de los datos al software para la generación del modelo digital del terreno (MDT).

Seguidamente, se definió el alineamiento horizontal, estableciendo tangentes y curvas horizontales conforme a los radios mínimos permitidos, velocidad de diseño y criterios de seguridad vial indicados en el manual. Posteriormente, se desarrolló el alineamiento vertical mediante la creación del perfil longitudinal, incorporando pendientes máximas y mínimas, así como curvas verticales, garantizando condiciones adecuadas de visibilidad y drenaje.

Una vez definidos los alineamientos horizontal y vertical, se procedió a la elaboración de la sección transversal típica, considerando ancho de calzada, hombros, bombeo y peraltes, según las especificaciones normativas. Se realizó el ensamblaje del corredor en el software, integrando todos los elementos geométricos para obtener el modelo tridimensional de la vía.

Finalmente, se efectuó la verificación de parámetros geométricos, control de radios, pendientes, sobreanchos y criterios de seguridad vial, asegurando el cumplimiento de las disposiciones técnicas establecidas en el manual centroamericano.

7. RESULTADOS.

7.1. Topografía

Debido a que la información disponible corresponde a un levantamiento previamente realizado, el análisis topográfico se desarrolló en gabinete, mediante la validación, procesamiento e interpretación de la nube de puntos y curvas de nivel. A partir de estos insumos, se generará un Modelo Digital del Terreno (MDT) en Autodesk Civil 3D, el cual permitirá el análisis de perfiles longitudinales, secciones transversales y pendientes, en cumplimiento de los criterios establecidos en el Manual de Revisión de Estudios Topográficos del MTI (2008).

7.1.1 Análisis del estudio topográfico del tramo, en base al manual de revisión de estudios topográficos (MTI,2008)

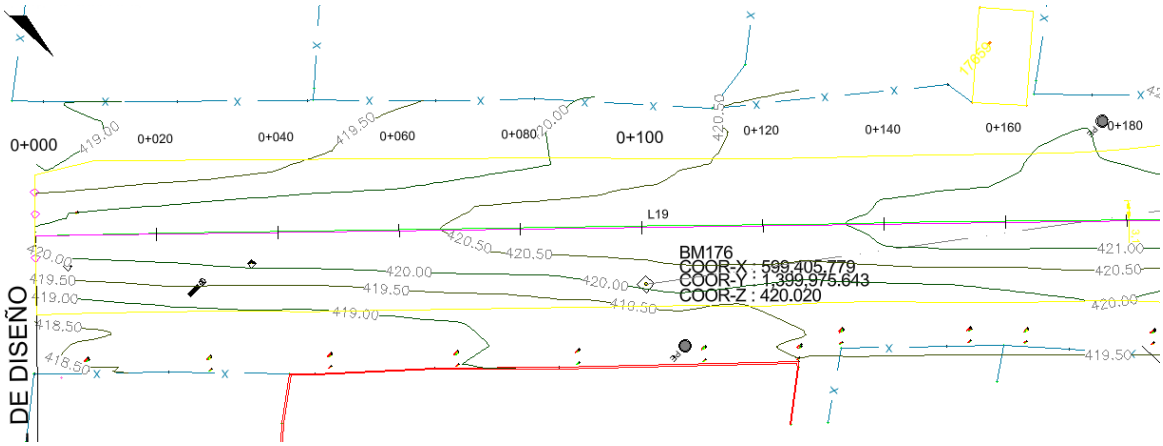
El análisis del estudio topográfico del tramo Las Calabazas – Puente El Venado se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos en el Manual de Revisión de Estudios Topográficos del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI, 2008), el cual define los criterios técnicos para la verificación, control de calidad y adecuada representación de la información topográfica en proyectos viales.

El tramo en estudio corresponde a un segmento de la Carretera Panamericana Norte (NIC-1), caracterizado predominantemente por un terreno plano, con la presencia de una estructura hidráulica mayor (puente) al final del tramo.

7.1.2 Constancia del intervalo y rotulación de elevaciones para cada curva de nivel.

En cumplimiento con lo establecido por el MTI (2008), se verificó que las curvas de nivel presentan un intervalo uniforme, así como una adecuada rotulación de sus elevaciones.

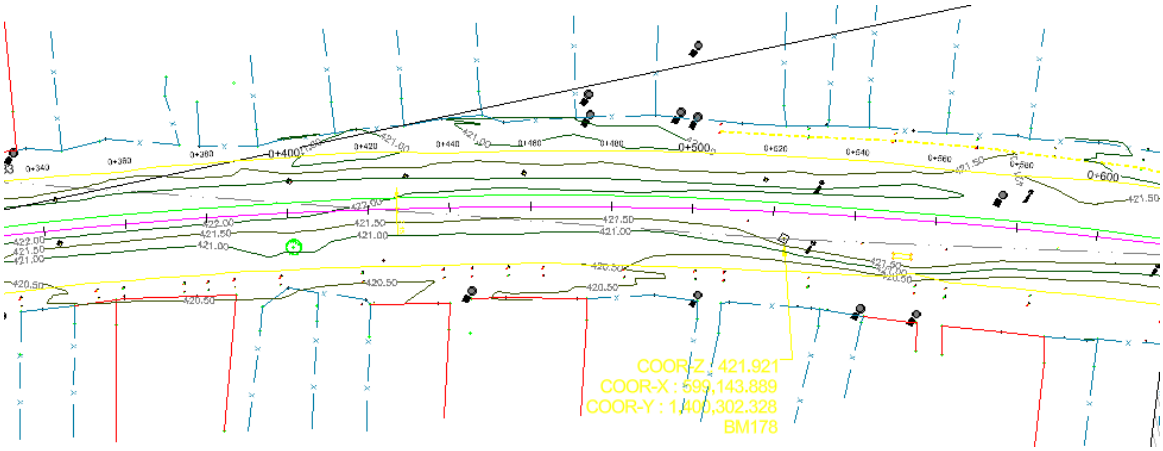
Figura 1. Representación de curvas de nivel en el software Civil 3D



Fuente: Creado por sustentantes

En la figura 3 Se muestra la superficie generada a partir de la nube de puntos, donde se observan las curvas de nivel con equidistancia constante, garantizando la correcta interpretación del relieve del terreno.

Figura 2. Elevaciones en curvas de nivel



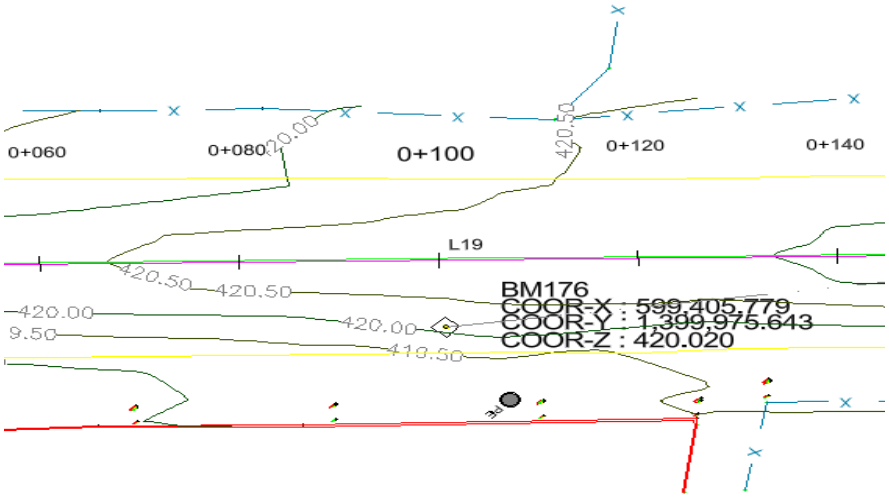
Fuente: Elaborado por sustentantes

La figura 2 evidencia la correcta asignación de cotas a las curvas de nivel, permitiendo identificar variaciones altimétricas y validar la coherencia del modelo topográfico.

7.1.3 Puntos de control (BMs):

Se identificaron 19 puntos de control (BM176 a BM194) distribuidos a lo largo del tramo, cumpliendo con el espaciamiento máximo establecido por el MTI (2008).

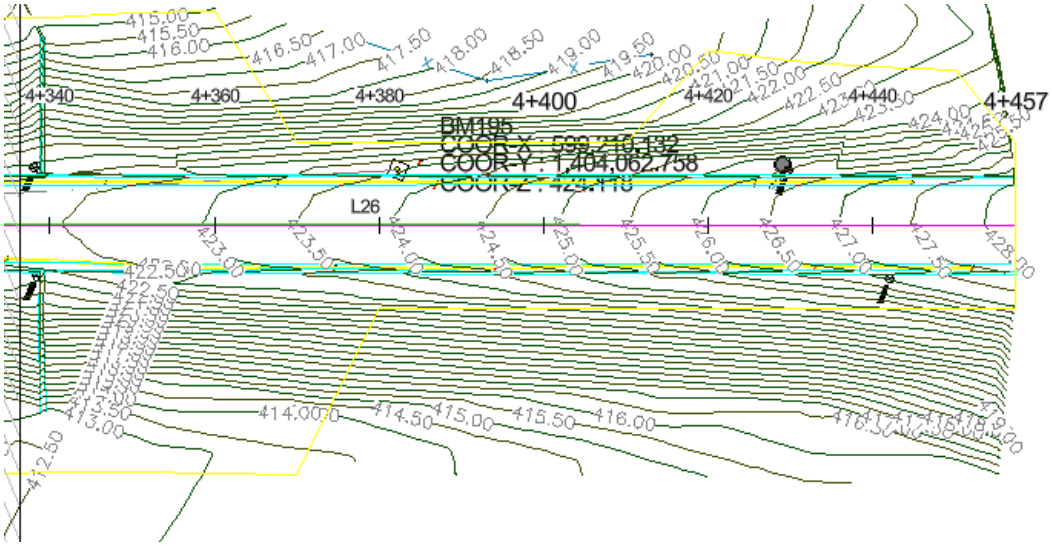
Figura 3. Punto de control BM inicial



Fuente: Elaborado por sustentantes

La figura presenta la ubicación del banco de nivel al inicio del tramo, el cual sirve como referencia altimétrica para el levantamiento y control del proyecto.

Figura 4. Punto de control BM final



Fuente: Elaborado por sustentantes

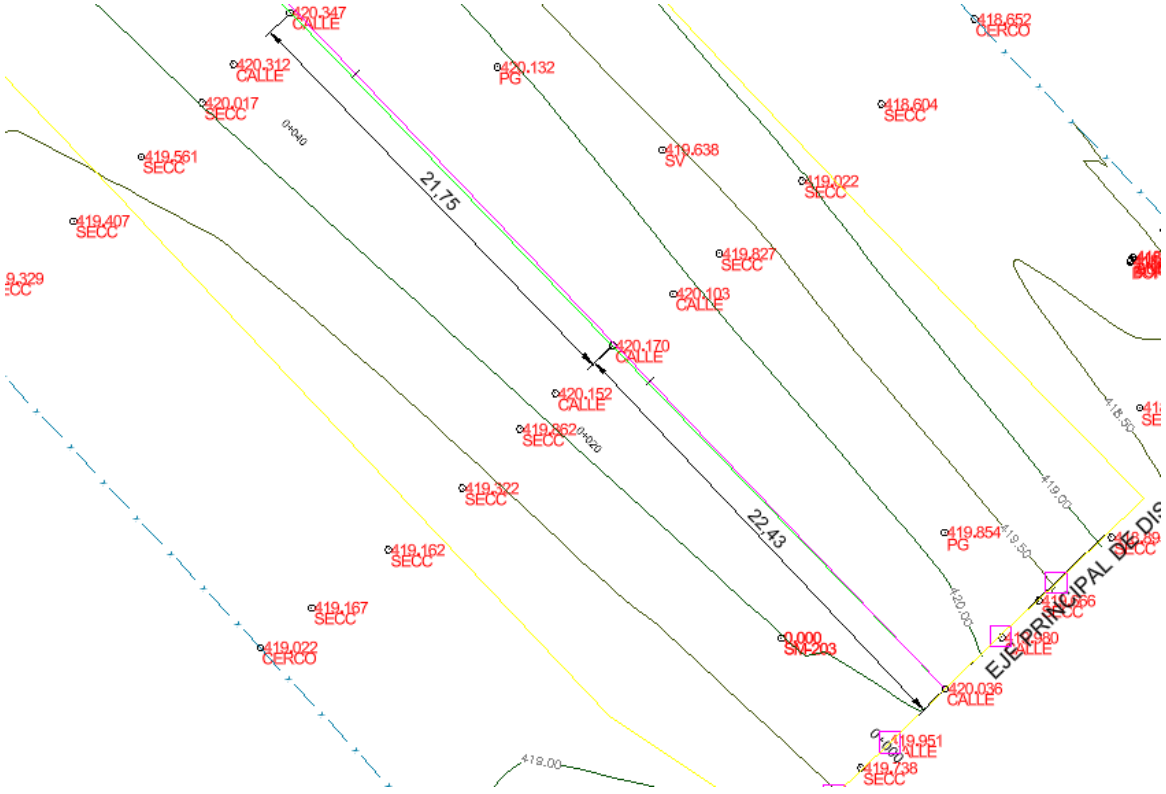
La figura 6 muestra el banco de nivel ubicado al final del tramo, garantizando la continuidad del control altimétrico a lo largo del proyecto.

7.1.4 Verificación del seccionamiento transversal

Intervalos: Las secciones transversales deben haberse tomado cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en curvas horizontales.

De igual manera se realizó análisis y verificación en el seccionado del levantamiento, utilizando cotas entre secciones para delimitar las distancias establecidas y el ancho de banda que debe de cubrir al menos 20 a 30 metros a cada lado del eje para prever taludes de corte y relleno.

Figura 5. Espaciamiento entre secciones transversales



Fuente: Elaborado por sustentantes

En la figura 5 Se observa el seccionamiento del terreno generado en Civil 3D, evidenciando el cumplimiento de los intervalos de levantamiento y el ancho de cobertura a ambos lados del eje vial.

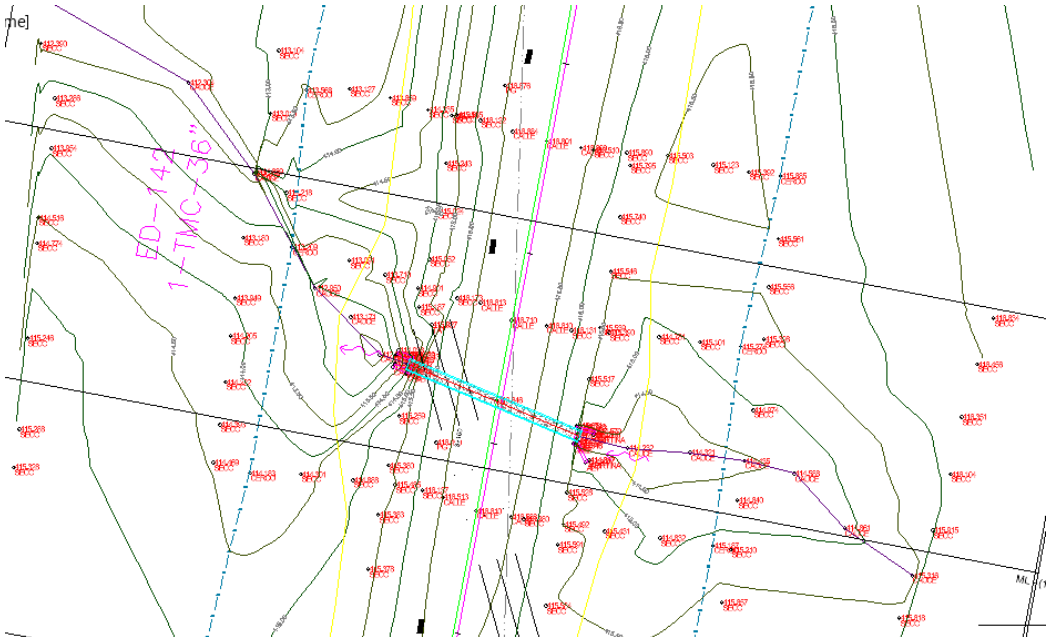
7.1.5 Análisis en el levantamiento de Obras de Drenajes.

El levantamiento topográfico del drenaje en cada sitio será realizado a partir de la aplicación del método de seccionamiento planimétrico, tomando en cuenta como referencia el eje del cauce aguas arriba y aguas abajo.

- 50 metros aguas arriba y aguas abajo para alcantarillas.
- 100 metros aguas arriba y aguas abajo para cajas.
- 300 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo para puentes.

Utilizando cotas como métodos de medición dentro del levantamientos para el sistema de drenajes se ha comprobado el cumplimiento según lo establecido por el manual de revisión de estudios topográficos.

Figura 6. Verificación de distancias en drenaje menor



Fuente: Elaborado por sustentantes

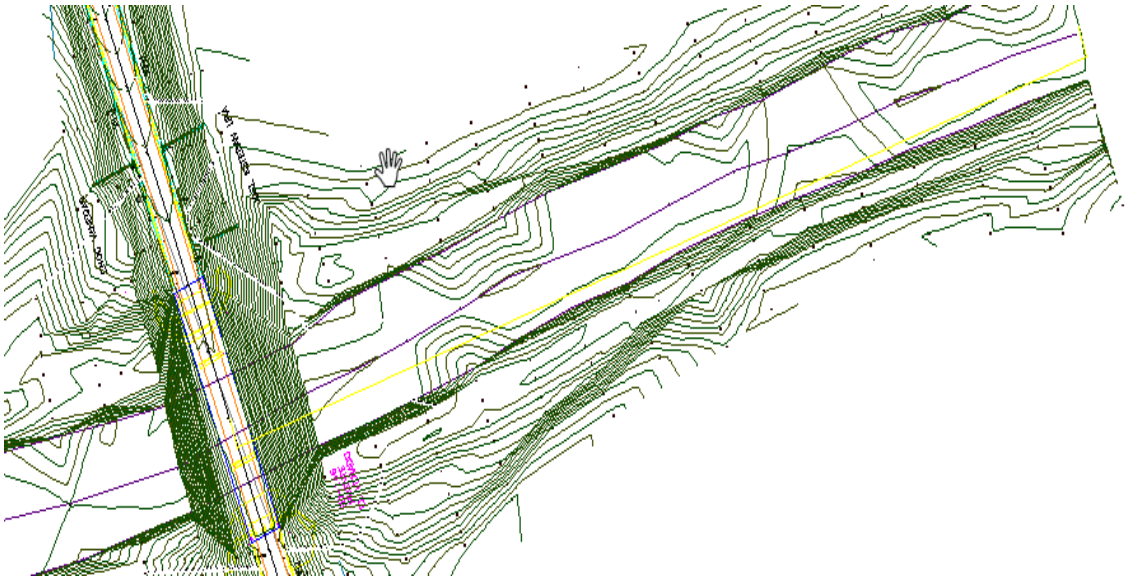
La figura 6 muestra la medición de distancias aguas arriba y aguas abajo en estructuras de drenaje menor, validando el cumplimiento de los rangos establecidos por el MTI (2008).

7.1.6 Verificación en obras de drenaje mayor (Puente)

Cumplimiento en el seccionado de obra mayor (Puente)

Se presenta el análisis del levantamiento en el entorno del puente, evidenciando la cobertura suficiente aguas arriba y aguas abajo para el estudio hidráulico.

Figura 7. Verificación de distanciamiento en drenaje mayor



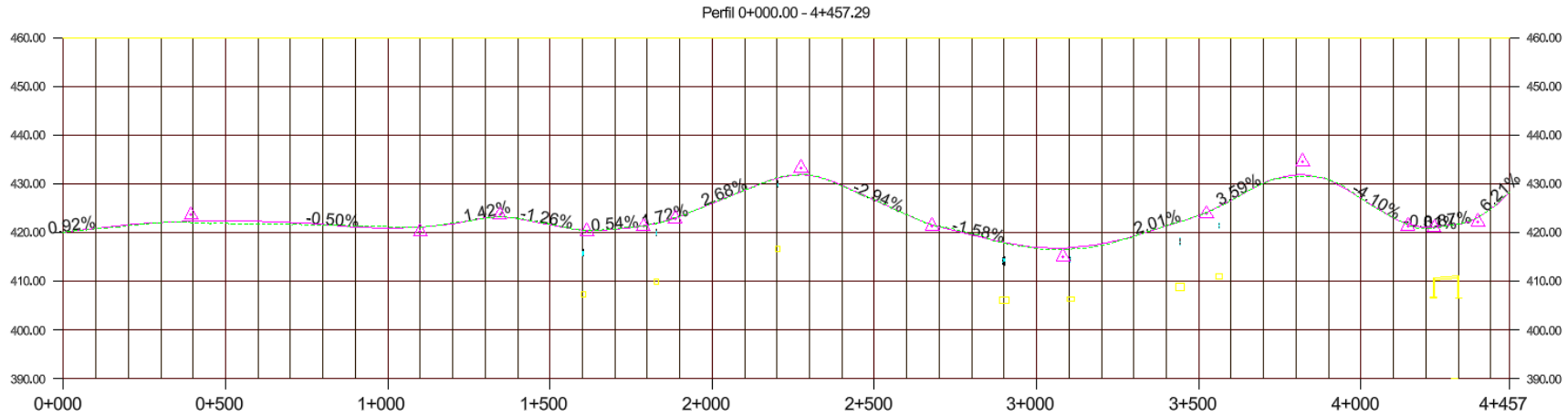
Fuente: Elaborado por sustentantes

7.1.7 Clasificación del terreno según pendientes longitudinales

En cumplimiento de los criterios establecidos en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA, 2011), se procedió a la clasificación del tipo de terreno del tramo en estudio. Para ello, a partir de la superficie generada en Autodesk Civil 3D, se extrajo el perfil longitudinal del eje del camino existente, cuyos resultados se presentan en la Figura 8. Con base en este insumo, se realizó el análisis de las condiciones altimétricas y de pendiente del terreno, obteniéndose lo siguiente

■ **Pendientes longitudinales.** El análisis del perfil evidencia que la rasante del terreno natural es suave, con pendientes longitudinales predominantes oscilando entre el 0% y el 3%, llegando a presentar, con poca frecuencia, tramos con cambios abruptos de elevación de más del 5%, presentándose 6.21% al final del tramo.

Figura 8. Análisis de pendientes longitudinales del tramo



Fuente: Elaboración propia

Basado en el análisis de pendientes longitudinales obtenidas del modelo digital, y en concordancia con la Tabla 1. Tipo de terreno según pendiente natural (SIECA, 2011, p. 116), el terreno se clasifica como **TERRENO PLANO.** Discriminando pendientes mayores al 5% debido a su baja incidencia.

Tabla 1. Tipo de terreno según pendiente natural

TIPO DE TERRENO	RANGO DE PENDIENTES P (%)
Llano o Plano	$\boldsymbol{P \leq 5}$
Ondulado	5 > P ≤ 15
Montañoso	15 > P ≥ 30

Fuente: Tomado de Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (p. 116), por SIECA, Edición 2011.

Como producto final del modelado en Civil 3D, las curvas de nivel fundamentaron los planos topográficos del proyecto (ver ANEXOS).

7.2. Estudio de tránsito.

El siguiente estudio de tránsito se realizó para la determinación del flujo vehicular actual y de esa forma realizar proyección de un tránsito futuro, datos con los cuales se diseñará geométricamente la ampliación de carriles en el tramo Las Calabazas – Puente El Venado.

El levantamiento de datos de campo se llevó a cabo en el tramo comprendido entre las Las Calabazas y el puente el Venado, identificado por el MTI como Tramo correspondiente a ECD 106 Las Calabazas- La Uva- Sébaco. La estación de conteo, ilustrada en la Figura 1, se ubicó en la progresiva 0+000.

El formato que se empleó para el levantamiento de los datos de campo es uno que cuenta con la tipología vehicular MTI (Anuario de aforos de tráfico 2020) y las horas de cada día del estudio. En anexos se muestran los resultados obtenidos en los formatos tomados de ambas direcciones.

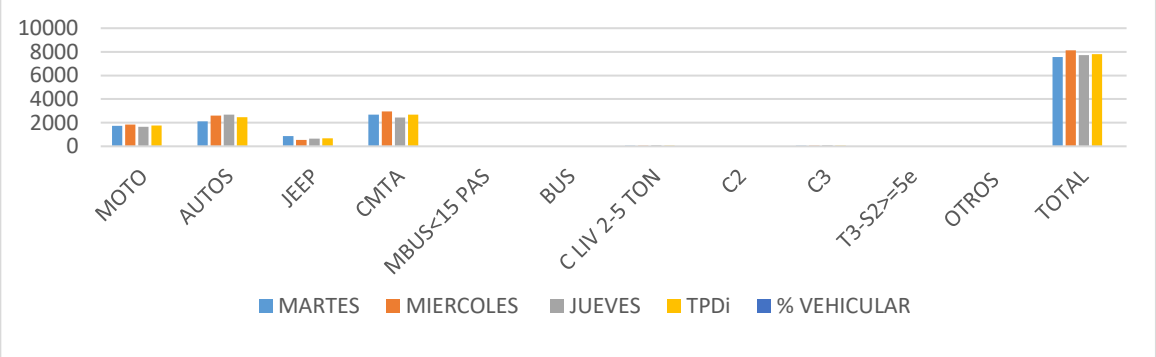
Tabla 2. Conteo vehicular en ambos sentidos por día

LAS CALABAZAS - PUENTE EL VENADO (AMBOS SENTIDOS)												
		VEHICULOS LIVIANOS			VEHICULOS PASAJEROS		VEHICULOS PESADOS Y CARGA					
DIAS	MOTO	AUTOS	JEEP	CMTA	MBUS< 15 PAS	BUS	C LIV 2-5 TON	C2	C3	T3-S2>=5e	OTROS	TOTAL
MARTES	1745	2113	859	2678	12	12	54	18	48	16	16	7571
MIERCOLES	1854	2589	533	2956	19	12	62	29	53	14	18	8139
JUEVES	1660	2684	651	2451	26	12	79	37	70	27	38	7735
TPDi	1753	2462	681	2695	19	12	65	28	57	19	24	7815
% VEHICULAR	22.43 %	31.50 %	8.71 %	34.49 %	0.24%	0.15 %	0.83 %	0.36 %	0.73 %	0.25%	0.31%	100%
	% VEHICULOS LIVIANOS = 97.13%				% VEHICULOS PESADOS = 2.56%						% OTROS = 0.31%	100%

Fuente: elaborado por sustentantes

La tabla anterior muestra los resultados del aforo vehicular por día para ambos sentidos, con un periodo de conteo de 12 horas continuas, en el cual se puede notar un predominio de vehículos livianos con un 97.13%, seguido de 2.56% de vehículos pesados y por último 0.31% de otros.

Figura 9. Tránsito Diurno del aforo



Fuente: elaborado por sustentantes

7.2.1. Selección de la Estación de Mayor Cobertura (EMC)

Según la metodología del Anuario de Aforos 2020, el vector R2 vincula el tramo a la Estación de Corta Duración 106, dependiente de la Estación de Mayor Cobertura 1205 (Emp. Chichigalpa – Rotonda Chinandega) conforme a la tabla 3.

Tabla 3. Dependencia de estaciones

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
1205 Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	NIC-1	116A	ECD	La Garita - Emp. Los Pollos
	NIC-1	116B	ECD	Emp. Los Pollos - Punta de Plancha
	NIC-1	100	ECD	Punta de Plancha - Emp. San Benito
	NIC-1	106	ECD	Las Calabazas - La Uva - Sébaco
	NIC-1	109	ECD	La Trinidad - Emp. San Nicolás
	NIC-1	142	ECD	Emp. San Nicolás - Estelí
	NIC-2	206	ECD	Nandaime - Rivas
	NIC-12A	1202	ECD	Emp. Izapa - León
	NIC-12	1211	ECD	Telica - Emp. Quezalguaque
	NIC-12A	1204	ECD	Emp. Quezalguaque - Emp. Chichigalpa

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico, p. 51, por MTI, Edición 2020.

Según el anuario de aforos de trafico del MTI, considerando el vector geográfico R3 correspondiente a la región central norte, se determina que la estación de corta duración 106 depende de la EMC 1205. Comparando esto con los resultados del aforo obtenido se puede apreciar que al comparar también los porcentajes vehiculares no son similares, esto puede deberse a condiciones particulares de los días aforados.

Para este estudio se eligió la Estación de mayor cobertura (EMC 1205) Para la obtención del TPDA se determinó que la EMC a utilizar es la **1205** Emp.

Chichigalpa – Rotonda Chinandega según la tabla 3 de dependencia de estaciones .

7.2.2. Factores de ajustes de TPDA

Los factores tomados están en dependencia de EMC definida, en este caso los de la 1205 y cuatrimestre del año en que se realizó el aforo corresponde al primer cuatrimestre del año que está dentro del intervalo de enero – abril, ya que el conteo vehicular se llevó a cabo del 17 de febrero al 19 de febrero del 2026.

Tabla 4. Factores de ajuste

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx=<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,34	1,31	1,30	1,29	1,21	1,17	1,26	1,32	1,44	1,37	1,00	1,66	1,00	1,00	1,10	1,00	1,16
Factor Semana	0,95	0,93	0,92	0,90	0,90	0,89	0,94	0,89	0,87	0,91	1,00	0,90	1,00	1,00	0,95	1,00	0,92
Factor Fin de Semana	1,14	1,23	1,30	1,38	1,39	1,48	1,21	1,45	1,56	1,34	1,00	1,37	1,00	1,00	1,16	1,00	1,30
Factor Expansión a TPDA	1,02	1,12	1,09	1,09	0,93	1,10	0,98	1,02	0,96	1,02	1,00	0,84	1,00	1,00	2,02	0,67	1,00

Fuente: Anuario de Aforos de Trafico 2020

7.2.3. Cálculo del TPDA actual

Para determinar el TPDA del año base (2026), se partió de la Tabla 2. Tabla resumen de aforo manual a cuyos valores se les aplicó los factores derivados de la EMC 1205 (Tabla 4) siguiendo la Ecuación 2

Por ejemplo, para motos:

$$\text{TPDA}_{\text{motos}} = 1753 \times 1.34 \times 0.95 \times 1.02 = 411 \text{ motos/día}$$

Los resultados totales se muestran en la Tabla 5

Tabla 5. TPDA año 2026

CALCULO DEL TPDA												
		VEHICULOS LIVIANOS			VEHICULOS PASAJEROS		VEHICULOS PESADOS Y CARGA					
DIAS	MOTO	AUTOS	JEEP	CMTA	MBUS<15 PAS	BUS	C LIV 2-5 TON	C2	C3	T3-S2>=5e	OTROS	TOTAL
TPDi	1753	2462	681	2695	19	12	65	28	57	19	24	7815
F. DIA	1.34	1.31	1.3	1.29	1.21	1.26	1.32	1.44	1.37	1.66	1.16	
F. SEM	0.95	0.93	0.92	0.9	0.9	0.89	0.89	0.87	0.91	0.9	0.92	
F. EXP	1.02	1.12	1.09	1.09	0.93	0.92	1.02	0.96	1.02	0.84	1	
TPDA	2276	3359	888	3410	19	12	78	34	72	24	26	10199
% VEHICULAR	22.32%	32.93%	8.71%	33.43%	0.19%	0.12%	0.77%	0.33%	0.71%	0.24%	0.25%	100%
	% VEHICULOS LIVIANOS = 97.39				% VEHICULOS PESADOS = 2.36						% OTROS = 0.25	100%

Fuente: Elaborado por sustentante

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 3, se obtiene que el TPDA es de 10199 Veh/día, de los cuales, el mayor porcentaje corresponde a vehículos livianos con un 97.39%, seguido de los vehículos pesados con 2.36% y otros con 0.25%.

La tabla presenta el cálculo del TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) para el año 2026, a partir del TPDi ajustado mediante factores de día, semana y expansión. Se observa que el tránsito total estimado es de 10,199 vehículos/día, con una clara predominancia de vehículos livianos (97.39%), especialmente automóviles y camionetas tipo CMTA, que concentran los mayores porcentajes individuales.

7.2.4. Proyección del tránsito

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.

Para garantizar estimaciones de tránsito más consistentes, se eliminaron aquellas tasas de crecimiento que resultaban negativas o superiores al 10%, adoptando este rango como criterio de depuración de valores atípicos (AASHTO, 2011; Cal y Mayor, 2018; SIECA, 2011; Navarro & Acuña, 2021; Navarro & Bustamante, 2021; Navarro & Rivera, 2024).

La tasa de crecimiento (TC) fue determinada a partir del análisis de correlación entre los registros históricos del TPDA y variables macroeconómicas, como el PIB, así como indicadores sociales, particularmente el crecimiento poblacional (MTI, 2008; Navarro & Acuña, 2021).

Asimismo, cuando el promedio de dichos indicadores supera el 5% o se dispone de información histórica insuficiente, la literatura técnica sugiere incorporar el crecimiento del consumo nacional de hidrocarburos, debido a su estrecha relación con la demanda de transporte y su capacidad para reducir la incertidumbre en las proyecciones (MTI, 2008; Navarro & Acuña, 2021).

Considerando las estadísticas poblacionales del instituto Nacional de información Desarrollo (INIDE) durante el periodo 2015 – 2024 se obtuvo el siguiente resultado:

- Crecimiento poblacional

En primer lugar, el crecimiento demográfico es el factor base de la demanda de transporte. Según las estadísticas del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), la población mantiene un crecimiento

vegetativo estable. Aplicando la Ecuación 1 a los datos poblacionales del INIDE (2024, p.17), Se obtiene la **Tabla 6:**

Tabla 6. Tasa de crecimiento poblacional

Año	Población Total (Estimada)	Crecimiento (Cociente)
2014	6,198,154	
2015	6,262,703	1.01
2016	6,327,927	1.01
2017	6,393,824	1.01
2018	6,460,411	1.01
2019	6,527,691	1.01
2020	6,595,674	1.01
2021	6,664,400	1.01
2022	6,733,763	1.01
2023	6,803,800	1.01
Tasa final de crecimiento (%)		**1.0%**

Fuente: Tomado de Anuario de Estadísticas Macroeconómicas (p. 7), por BCN, Edición 2024.

- Crecimiento económico (PIB)

En segundo término, el desempeño de la economía nacional se analizó a través del Producto Interno Bruto (PIB), entendido como un indicador representativo de la actividad productiva asociada a la generación de viajes de carga y de carácter comercial.

Para este estudio, es importante precisar que no se estimaron tasas de crecimiento a partir de los valores anuales del PIB. En su lugar, se utilizaron directamente las tasas oficiales de crecimiento real del PIB (real GDP growth %), obtenidas del Anuario de Estadísticas Macroeconómicas 2024 del Banco Central de Nicaragua (BCN, 2025, p. 7).

Este procedimiento permitió trabajar con indicadores previamente ajustados por inflación, garantizando así la consistencia y confiabilidad de los datos empleados en el análisis.

Por tanto, la **Tabla 7** presenta estas tasas de crecimiento reales del periodo 20142024, de las cuales se obtuvo un **promedio de 4.40%**, excluyendo valores atípicos (tasas negativas y mayores al 10%) para evitar sesgos en la proyección.

Tabla 7. Tasa de crecimiento del PIB (2019-2024)

Año	Tasa de Crecimiento (%)
2014	4.80%
2015	4.80%
2016	4.60%
2017	4.60%
2018	-3.40%
2019	-2.90%
2020	-1.80%
2021	10.30%
2022	3.80%
2023	4.60%
2024	3.60%
Promedio	**4.40%**

Fuente: Tomado de Anuario de Estadísticas Macroeconómicas (p. 7), por BCN, Edición 2024.

- Crecimiento histórico del tránsito (ECS 2206)

La tasa de crecimiento para el tramo se calculó comparando el TPDA 2026 y el Anuario 2020 (ECS 106) mediante la Ecuación 1, obteniendo un **crecimiento vehicular del 5.83%** (ver **Tabla 8**). Omitiendo valores superiores al 10% para asegurar una tendencia realista (Navarro & Rivera, 2024), confirmando un dinamismo vial significativo en la zona.

Tabla 8. Tasa de crecimiento vehicular

AÑO	TPDA	Diferencia de años	TCA
2010	5,049		
2012	5,841	2	7.60%
2015	7,172	3	7.10%
2017	7,271	2	0.70%
2019	4,592	2	-20.50%
2020	3,714	1	-19.10%
PROMEDIO			5.13%

Fuente: Adaptado de Anuario de Aforos de Tráfico (p. 258), por MTI, Edición 2020.

Aplicando la ecuación de tasa de crecimiento vehicular del 2010 – 2020, se puede observar que en este periodo se obtiene una tasa de crecimiento del 5.13%.

7.2.5. Tasas de crecimiento final.

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 la siguiente tabla:

Tabla 7. Promedio del POB, PIB y TPDA.

TASAS DE CRECIMIENTO			
POB	**PIB**	**TPDA**	**PROMEDIO**
1.00	4.40	5.13	3.51

Fuente: Elaborado por sustentantes

La tasa de crecimiento obtenida es de 3.51%.

7.2.6. Periodo de diseño.

El periodo de diseño es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionalmente. La AASHTO 93 recomienda ciertos periodos en función de la condición actual de la vía, la cual se mostrará en la siguiente tabla.

Tabla 8. Periodo de diseño para pavimentos con alto volumen de transito

Condición de carretera	Período de diseño (años)
Alto volumen de tránsito urbano	30 – 50
Alto volumen de tránsito rural	**20 – 50**
Bajo volumen pavimentado	15 – 25
Bajo volumen con superficie de agregado	10 – 20

Fuente: Diseños de Pavimentos (AASHTO-93)

Según AASHTO, el periodo de diseño para pavimentos con alto volumen de tránsito rural 20 y 50 años, proponiéndose un periodo de diseño de pavimento de 20 años.

7.2.7. Transito proyectado para para el año 2056.

Para el transito proyectado a 20 años, se usó la siguiente ecuación, la cual toma en cuenta el tránsito actual del 2024, su tasa crecimiento de 3.51% y periodo de diseño de 20 años.

$$Tn\ 2054 = 10199 * (1 + 0.0351)^{20} = 20{,}333 \frac{vehiculos}{dia}$$

Se obtuvo un TPDA Proyectado a 20 años futuro de **20333 VPD**

7.3 Diseño geométrico.

Controles y criterio de diseño.

7.3.1. Clasificación funcional.

La clasificación funcional de la vía en estudio se estableció a partir de volumen y composición del tránsito proyectado TPDA 2056 en el año horizonte.

Se obtuvo un TPDA proyectado de 20333 VPD, por lo que este tramo clasifica como Autopista (AA) según la tabla mostrada a continuación:

Tabla 9. Clasificación funcional de la via

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	LOCAL RURAL	LR	100-500	2
	LOCAL URBANO	LU	100-500	2
	RURAL	R	<100	1-2

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

7.3.2 Derecho de vía

Para el tramo en estudio, el derecho de vía del proyecto se establece de 20m, según el manual SIECA 2011 en el capítulo 3, inciso 3.4, pág. 177.

7.3.3 Vehículo de diseño

Se seleccionó el vehículo de diseño más grande, que probablemente use la obra con mayor frecuencia, por lo cual se establece como vehículo de diseño el tipo WB-15, ya que es el vehículo de carga de mayor porcentaje que fue determinado a partir del estudio de tránsito.

Tabla 10. Dimensiones de los vehículos de diseño

Parámetro	P (Vehículo Liviano)	SU (Camión)	BUS-14	A-BUS	WB-15	WB-19	WB-20
Altura (m)	1.30	4.10	3.70	3.40	4.10	4.10	4.10
Ancho (m)	2.10	2.40	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Longitud (m)	5.80	9.20	12.20	18.30	16.80	20.90	22.40
Voladizo Delantero (m)	0.90	1.20	1.80	3.10	0.60	0.90	1.20
Voladizo Trasero (m)	1.50	1.80	2.60	6.70	4.50	0.60	1.40–0.80
WB1 (m)	3.40	6.10	7.30	5.90	10.80	4.50	6.60
WB2 (m)	—	—	—	—	—	10.80	13.20–13.80

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras, SIECA 2011. Cap.2. Pág.2.

Los radios mínimos de las trayectorias de las ruedas exteriores e interiores y el radio mínimo de giro (RMG) en la línea central del vehículo de diseño, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11. 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
Cabezal con Semirremolque	WB-15	13.70	12.50	5.20
Cabezal con Semirremolque	WB-19	13.70	12.50	2.40
Cabezal con Semirremolque	WB-20	13.70	12.50	1.30

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras, SIECA 2011. Cap.2. Pág.3.

7.3.4 Velocidad de diseño

Para la determinación de la velocidad de diseño, se toma en cuenta la clasificación funcional anteriormente especificada, es decir autopista, tomando en cuenta que tiene un relieve plano.

Según la SIECA 2011 en el capítulo 2 pág. No.18 la velocidad de diseño para una carretera autopista es de 110 Kph, pero en nuestro país los diseños y construcciones de carreteras deben realizarse en consonancia con el marco legal vigente, el cual estipula que la velocidad máxima de circulación es de 50KPH, por lo tanto, se utilizará una velocidad de diseño de 40 Km/h.

7.3.5 Elementos de la sección transversal

- ✓ **Plataforma o corona**
  - **Rasante**

Una vez obtenido el perfil longitudinal utilizando el software Civil 3D a partir del alineamiento horizontal, se procedió a trazar una rasante que incluye pendientes ascendentes y descendentes, así como las curvas verticales que las conectan.

- **Pendiente transversal**

Bombeo normal: La pendiente elegida para este tramo en este estudio es del **2%** como lo establece el SIECA 2011 a continuación:

Tabla 12. 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 normas para el diseño de carreteras, SIECA 2011. Cap.4. Pág.3.

- **Ancho de calzada**

El ancho de carril propuesto para el diseño corresponde a 3.60m según lo establecido en el inciso 4.1.3 en el SIECA 2011 el cual recomienda que los valores para el ancho de carril este entre 2.75m 3.60m.

- **Hombros**

El SIECA 2011 establece ampliar los hombros a 1.20m de ancho mínimo dado que se tienen que acomodar ciclistas en esta zona de estudio.

7.3.6 Alineamiento horizontal

- **Peralte máximo**

El peralte máximo para los 4km del tramo, se considera de 8% como valor máximo razonable para proyectos en áreas rurales como lo establece el manual SIECA 2011 en su inciso 3.2.1 en la pág. 71.

- **Factor de fricción lateral**

El factor de fricción lateral para el tramo en estudio será de 0.23 para una velocidad de diseño de 40km/h como lo establece el manual SIECA 2011 en el cuadro 3.6, pág.77. (Ver Anexo lll, pág. lll).

- **Radio mínimo**

El valor de radio mínimo para una velocidad de diseño de 40kph para las curvas y su grado de curvatura según lo establece el manual SIECA 2011, cuadro 3.6. pág. 77 será de:

Radio mínimo: 41m

Grado de curvatura: 27° 57´

- **Pendiente relativa**

La máxima pendiente relativa va en relación con la velocidad de diseño, según la Tabla 13 obtenida de la AASHTO (2011), la pendiente relativa para la velocidad de diseño de 40km/h es de 0.70%.

Tabla 13. Máxima pendiente relativa

Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope
20	0.80	1:125
30	0.75	1:133
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154
60	0.60	1:167
70	0.55	1:182
80	0.50	1:200
90	0.47	1:213
100	0.44	1:227
110	0.41	1:244
120	0.38	1:263
130	0.35	1:286

Fuente: AASHTO 2011, capitulo 3, Pág.61.

Dentro del proyecto se diseñaron 4 curvas con velocidad de diseño de 40km/h, radio mínimo de 41m. es importante destacar que se diseñaron únicamente curvas circulares simples dado que los radios propuestos rebasan los 95m que estipula AASHTO 2011 para el uso de curvas con espirales de transición. Los datos correspondientes a las curvas diseñadas son:

Tabla 14. Datos de curvas horizontales

Parámetro	C2	C3	C1	C4
Δc	24°07'59"	8°32'50"	43°36'11"	11°20'57"
Gc	1°56'24"	0°57'18"	0°55'18"	0°36'50"
Rc (m)	590.66	1199.88	1243.17	1866.40
T (m)	126.265	89.664	497.270	185.458
Lc (m)	248.79	179.00	946.07	369.70
PC	3+797.64	3+367.95	0+205.81	1+183.37
PT	4+046.43	3+546.94	1+151.88	1+553.07

Fuente: Elaborado por sustentantes.

7.3.7 Cálculo de curvas horizontales

A continuación, se presenta un ejemplo del cálculo de curva horizontal simple:

Curva C2

Datos:

Ángulo de deflexión $\Delta i: 24°07´59"$

EST. PI: 3+923.91

$e max$: 8%

F: 0.23

Velocidad de diseño: 40km/h

a) Radio mínimo

$$R_m = \frac{V^2}{127(e_{max} + f)} = \frac{(\frac{40km}{h})^2}{127(0.08 + 0.23)} = 40.64 = 41m$$

Se tomó el radio de diseño utilizado en el software Civil 3D R=590.66m

b) Grado de curvatura máximo

$$Gm = \frac{1145.92}{Rmin} = \frac{1145.92}{41} = 27°56´57.37"$$

$$G = \frac{1145.92}{590.66} = 1°56´24" =< Gm$$

c) Cálculo de la superelevación

$$e = \frac{e_{max}}{(Gm)^2}(2 * Gm - Gcurva)\text{Gcurva}$$

$$e = \frac{8}{(27°56´57.37")^2}(2 * 27°56´57.37\text{-}1°56´24")1°56´24" = 1.07\%$$

Al tener un resultado inferior al bombeo, no se desarrollará peralte en la curva analizada

d) Cálculo de sobreancho

$$Sa = n\left(R - \sqrt{R^2 - L^2}\right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

$$Sa = 2\left(590.66 - \sqrt{590.66^2 - 16.6m^2}\right) + \frac{40}{10\sqrt{590.66}} = 0.56m$$

Al resultar inferior a 0.60 m la curva no requiere sobreancho

e) Tangente

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

$$T = 590.66\tan(\frac{\mathbf{24°07'59"}}{2}) = 126.265\,m$$

f) Desarrollo

$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

$$D = \frac{\pi * 590.66 * \mathbf{24°07'59"}}{180} = 248.79m$$

g) Estaciones

EST. PI =3+923.91

EST. PC= 3+923.91 -126.265 = 3+797.84

EST PT= 3+797.84+248.79 = 4+046.43

A continuación, se presenta una imagen con la obtención de componentes y elementos que conforman toda curva horizontal que fueron obtenidos a partir del software Civil 3D, el cual proyectó todos los valores correctos para la ejecución ordenada y precisa en cumplimiento a las normativas de diseño.

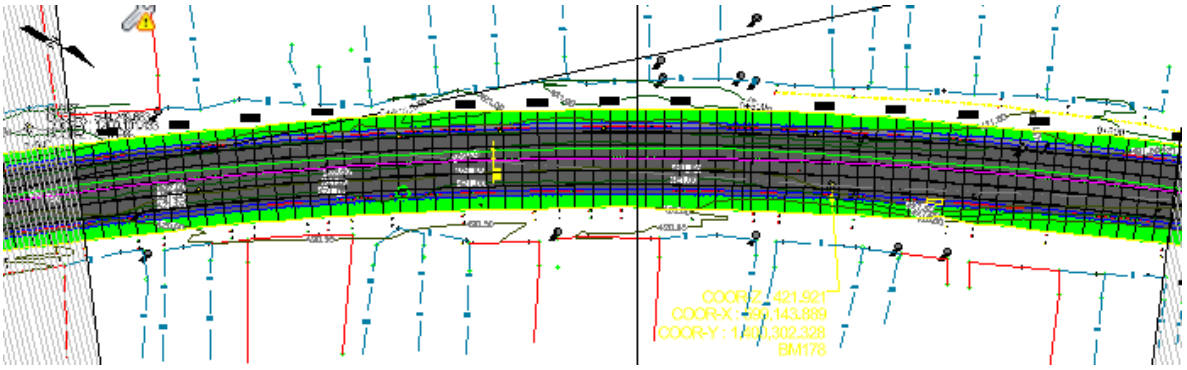
Figura 10. Datos de curvas horizontales

DATOS DE CURVAS								
Curva #	Δc	Gc	Rc	T(m)	Lc	PC	PI	PT
C2	24° 07' 59"	1° 56' 24"	590.66	126.265	248.79	3+797.64	3+923.91	4+046.43
C3	8° 32' 50"	0° 57' 18"	1199.88	89.664	179.00	3+367.95	3+457.61	3+546.94
C1	43° 36' 11"	0° 55' 18"	1243.17	497.270	946.07	0+205.81	0+703.08	1+151.88
C4	11° 20' 57"	0° 36' 50"	1866.40	185.458	369.70	1+183.37	1+368.82	1+553.07

Fuente: Elaborado por sustentantes.

A continuación, se presenta una imagen de una de las curvas horizontales elaborada con los criterios del SIECA 2011 en el software Civil 3D.

Figura 11. Curva horizontal simple



Fuente: Elaborado por sustentantes.

7.3.8 Alineamiento vertical

- **Pendiente de control para el diseño**

El manual SIECA 2011 establece en su capítulo 3 inciso 3.3.1 que la pendiente para una calle autopista según el cuadro 3.21 es:

Tabla 15. Pendiente máxima para carreteras rurales (locales)

TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO, KPH				
	80	90	100	110	120
	Pendientes (%)*				
Plano	4	4	3	3	3
Lomerío	5	5	4	4	4
Montañoso	6	6	6	5	---

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 506

* En terreno montañoso o en áreas urbanas, donde el derecho de vía sea el control de diseño, las pendientes indicadas pueden incrementarse en 1%.

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras, SIECA 2011. Cap.3. Pág.45.

- **Distancia de visibilidad de parada**

El manual SIECA 2011 en el cap.3, Cuadro 3.1. Pág. 82 del pdf, establece que para las velocidades de diseño de la carretera la distancia de visibilidad de parada es de:

Tabla 16. Distancia de visibilidad de parada

VELOCIDAD (KPH)	40	70
ASCENSO +(1% -12%)	46m - 41m	103m - 90m
HORIZONTAL	50	105
DESCENSO - (1% - 12%)	47m - 56m	106m - 134m

Fuente: Manual centroamericano de diseño de carretera, SIECA 2011.

Curvas verticales convexas (en cresta)

Distancia de visibilidad de parada: Para 40Kph será 50m con tasa de curvatura (k) de 4.

Distancia de visibilidad de adelantamiento: Para 40Kph será de 270m con tasa de curvatura (k) de 84.

Tabla 17. Control de diseño curva vertical en cresta

Velocidad de Diseño KPH	**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

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras, SIECA 2011, Cap.3. Pág.50.

- **Curvas verticales cóncavas (en columpio)**

Distancia de visibilidad de parada: para 40Kph será de 50m con tasa de curvatura (k) 9.

Tabla 18. Control de diseño para curva vertical cóncava o 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 normas para el diseño de carretera, SIECA 2011. Cap.3. pág.52.

- **Cálculo de curvas verticales**

Estas curvas se generaron sobre el perfil de la rasante de proyecto por medio del software Civil 3D.

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de curva vertical:

Curva No. 1:

Datos:

K= 36.42

P1 = 3.59%

P2= -4.10%

EST. PIV= 3+820.54m

Kmin= 4

a) Diferencia entre pendientes

$$A: (-4.10\%) - (+3.59\%) = -7.69\%$$

b) Longitud mínima

c) L= 4*7.69= 30.76m

d) Longitud de la curva

$$L: (36.42 * 7.69) = 280m$$

A partir de ese valor se comprueba que el valor de la longitud de curva diseñada esté por encima del calculado para adecuarla a las condiciones del terreno,

Dentro del proyecto se diseñaron 13 curvas verticales con velocidad de diseño de 40km/h. Los datos correspondientes a estas curvas son:

Tabla 19. Datos de curvas verticales

No.	PVI Station	PVI Elevation (m)	Grade In (%)	Grade Out (%)	A (%)	Profile Curve Type	Profile Curve Length (m)	K Value
1	0+000.00	420.036	—	0.92	—	—	—	—
2	0+393.61	423.656	0.92	-0.50	1.42	Crest	700.000	493.950
3	1+099.57	420.143	-0.50	1.42	1.92	Sag	400.000	208.273
4	1+345.31	423.640	1.42	-1.26	2.68	Crest	80.000	29.836
5	1+613.89	420.261	-1.26	0.54	1.80	Sag	80.000	44.415
6	1+787.84	421.205	0.54	1.72	1.18	Sag	100.000	84.784
7	1+884.91	422.877	1.72	2.68	0.96	Sag	40.000	41.833
8	2+273.54	433.287	2.68	-2.94	5.62	Crest	200.000	35.571
9	2+678.04	421.378	-2.94	-1.58	1.37	Sag	100.000	73.180
10	3+082.23	415.002	-1.58	2.01	3.59	Sag	380.000	105.975

No.	PVI Station	PVI Elevation (m)	Grade In (%)	Grade Out (%)	A (%)	Profile Curve Type	Profile Curve Length (m)	K Value
11	3+523.21	423.857	2.01	3.59	1.58	Sag	100.000	63.181
12	3+820.54	434.534	3.59	-4.10	7.69	Crest	280.000	36.422
13	4+143.87	421.288	-4.10	-0.31	3.79	Sag	80.000	21.110
14	4+225.53	421.037	-0.31	0.87	1.18	—	—	—
15	4+360.84	422.216	0.87	6.21	5.34	Sag	120.000	22.481
16	4+457.29	428.205	6.21	—	—	—	—	—

Fuente: Elaborado por sustentantes

A continuación, se muestra una figura con los datos obtenidos en el software Civil 3D de cada curva vertical del tramo en estudio donde se aprecia que cumplen con las normativas de diseño

.

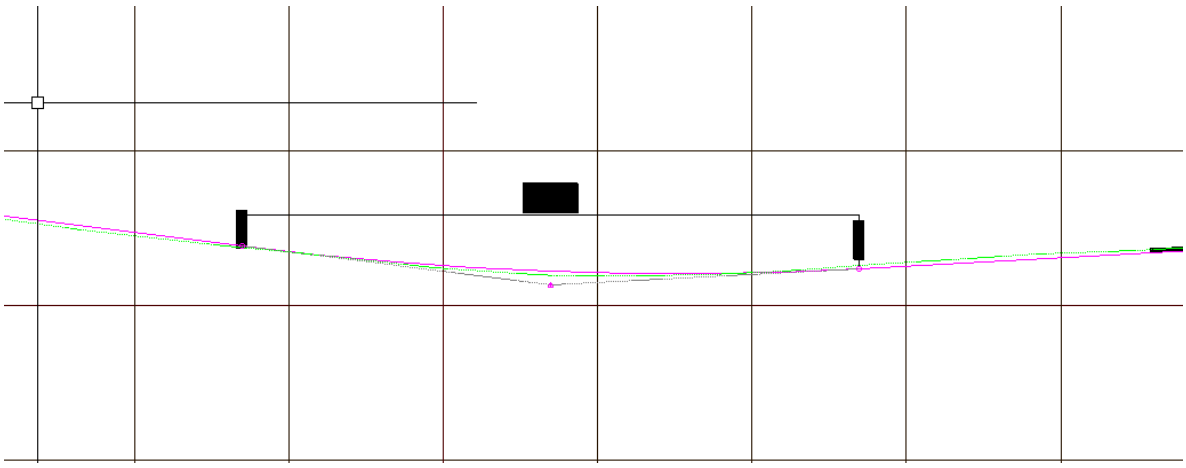
Figura 12. Datos de curvas verticales del tramo

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value	Cu
1	0+000.00m	420.036m		0.92%					
2	0+393.61m	423.656m	0.92%	-0.50%	1.42%	Crest	700.000m	493.950	
3	1+099.57m	420.143m	-0.50%	1.42%	1.92%	Sag	400.000m	208.273	
4	1+345.31m	423.640m	1.42%	-1.26%	2.68%	Crest	80.000m	29.836	
5	1+613.89m	420.261m	-1.26%	0.54%	1.80%	Sag	80.000m	44.415	
6	1+787.84m	421.205m	0.54%	1.72%	1.18%	Sag	100.000m	84.784	
7	1+884.91m	422.877m	1.72%	2.68%	0.96%	Sag	40.000m	41.833	
8	2+273.54m	433.287m	2.68%	-2.94%	5.62%	Crest	200.000m	35.571	
9	2+678.04m	421.378m	-2.94%	-1.58%	1.37%	Sag	100.000m	73.180	
10	3+082.23m	415.002m	-1.58%	2.01%	3.59%	Sag	380.000m	105.975	
11	3+523.21m	423.857m	2.01%	3.59%	1.58%	Sag	100.000m	63.181	
12	3+820.54m	434.534m	3.59%	-4.10%	7.69%	Crest	280.000m	36.422	
13	4+143.87m	421.288m	-4.10%	-0.31%	3.79%	Sag	80.000m	21.110	
14	4+225.53m	421.037m	-0.31%	0.87%	1.18%				
15	4+360.84m	422.216m	0.87%	6.21%	5.34%	Sag	120.000m	22.481	
16	4+457.29m	428.205m	6.21%						

Fuente: Elaborado por sustentantes.

A continuación, se presenta una figura de una curva vertical cóncava elaborada en el software Civil 3D y que cumple con los criterios establecidos en el SIECA 2011.

Figura 13. Curva vertical tramo



Fuente: Elaborado por sustentantes.

7.3.9 Parámetros de diseño

El diseño geometrico se concibio bajo una premisa de optimizacion de recursos y aprovechamiento de la infraestructura existente, el tramo Las Calabazas – Puente El Venado, cumple con las exigencies del manual SIECA 2011, para una via principal de terreno plano a 40km/h, los parametros operativos para el vehiculo WB-15 y un TPDA de mas de 10,000 vehiculos por dia, adicionalmente la estrategia del diseño altimetrico adoptada en Civil 3D, asegura la compatibilidad total con el drenaje existente, configurando un proyecto constructivamente viable y economicamente optimizado.

Tabla 20 Parametros de diseño

Descripción	Unidad	Valores
Clasificación funcional		Autopista
Ancho del derecho de vía	m	20
Tipo de terreno	Tipo	Plano
Velocidad de diseño	Km/h	40
Velocidad de ruedo	Km/h	40
Vehículo de diseño	Tipo	WB15
Distancia entre ejes (L)	m	15.42
Radio de curvatura mínimo	m	41
Grado de curvatura máximo	Grad, min, seg	27°57´
Número de carril	unidad	4
Ancho de carril	m	3.6
Ancho de rodamiento	m	14.40
Ancho de hombros	m	1.2
Ancho de corona	m	16.80
Pendiente transversal o bombeo	%	2
Peralte máximo	%	8
Pendiente de hombro	%	2
Sobreancho máximo	m	1.5
Sobreancho mínimo	m	0.6
Pendiente longitudinal mínima	%	0.5

Pendiente longitudinal máxima	%	5
Factor de fricción lateral	S/U	0.23
K cresta para DVP	m	4
K Columpio para DVP	m	9
Distancia de visibilidad de parade	m	50
Distancia de visibilidad de rebase	m	-
Carpeta de rodamiento		Pavimento

Fuente: Elaborado por sustentantes

8. CONCLUSIONES.

Se obtuvo un análisis final del estudio topográfico dentro del tramo Las Calabazas – Puente El Venado, en base al manual de revisión de estudios topográficos (MTI, 2008), de manera exitosa, corroborando datos que cumplen con lo solicitado, desde la verificación de puntos y curvas de niveles para obtener el tipo de terreno en dicho tramo, siendo este un terreno de tipo plano.

Se completo exitosamente el estudio de tránsito, obteniendo como resultado 97.13% de los vehículos que circulan por el tramo evaluado son livianos, el 2.56% corresponden a vehículos pesados y el 0.31 a otros, con esta información se calculó el TPDA de 10199 veh/día y tras analizar tres tasas de crecimiento se proyectó el resultado final del 3.51% a extrapolarlo en un periodo de diseño de 20 años, dando un resultado a futuro de 20333 VPD, por lo tanto se clasifica como una Autopista.

El diseño geométrico del tramo Las Calabazas – Puente El Venado, cumple a cabalidad con las exigencias del Manual SIECA 2011 para una vía principal de terreno plano a 40 km/h. La integración de los parámetros operativos para el vehículo wb-15 y un TPDA de más de 10,000 vehículos por día, adicionalmente, se elaboraron 16 curvas verticales y 4 curvas horizontales, la estrategia de diseño altimétrico adoptada en Civil 3D, asegura la compatibilidad total con el drenaje existente y el Puente El Venado, configurando un proyecto constructivamente viable y económicamente optimizado.

9. RECOMENDACIONES.

Se recomienda utilizar drenes de la losa de rodadura para evitar la acumulación de agua sobre el puente no solo es un riesgo de pérdida de tracción, si no que el agua estancada se filtra hacia las vigas, iniciando proceso de corrosión en el acero de refuerzo.

Se recomienda aplicar un factor de ajuste estacional en los conteos de tráfico realizados en el diseño no solo debe basarse en el volumen actual, si no una proyección a 20 años utilizando una taza de crecimiento anual propuesta, a un 2% y 4% para la zona norte, asegurando que el puente no se convierta un cuello de botella en los últimos años en la vida útil.

Se recomienda hacer una composición vehicular presentando un alto porcentaje de vehículos pesados de (categoría C2, C3, y T3-S3), los cuales ejercen un factor de equivalencia de carga (ESALS) significativo sobre la losa de rodamiento por lo tanto se sugiere que el diseño de concreto de la calzada incluya fibras de polipropileno o un espesor adicional de 1.5 para evitar abrasión y fatiga mecánica.

Se recomienda revisar que la tasa de rotación, cumplan estrictamente con el máximo permitido por el manual internacional SIECA 2011 para una velocidad de 80 km/h.

Se recomienda instalar paneles de declinación de curva y pintura termoplástica de alta reflectividad en estas secciones, ya que el ancho de la calzada se amplia y los conductores tienden a aumentar la velocidad en tramos rectos previos.

10. REFERENCIAS.

Agudelo Ospina, J. J. (2002). Diseño Geométrico de Vías. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Asamblea Nacional de Nicaragua. (2009). Ley 706 de Reforma a la Ley No. 355, "Ley creadora del Fondo de Manteamiento Vial". Managua: La Gaceta.

Cal y Mayor, R., & Cardenas, J. (2018). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones. México: Alfaomega.

McCormac, J. (2007). Topografía. México: LIMUSA, S.A.

MTI. (2008). Manual para la Revisión de Estudios topográficos. Managua: MTI.

SIECA. (2011). Manual centroamericano de normas de diseño geométrico con enfoque en gestion de riesgo y seguridad vial.

Anuario de Aforos de trafico 2020, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI, 2020)

11. ANEXOS

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	Micro cBus <15 pas.	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5e	Otros- moto taxi carreton de caballos
6.00- 6.15	14	22	8	32	0	0	1	0	1	0	0
6.15-6.30	16	26	11	28	0	1	0	1	1	0	0
6.30-6.45	24	21	9	33	0	0	4	0	0	1	1
6.45-7.00	22	20	12	19	0	0	0	0	0	0	0
7.00-7.15	20	18	8	27	0	0	2	1	0	0	0
7.15-7.30	26	19	6	29	0	0	1	0	2	1	0
7.30-7.45	18	21	10	18	1	0	4	0	0	0	0
7.45-8.00	11	32	9	34	0	0	0	1	0	0	0
8.00-8.15	15	19	6	16	0	0	0	0	1	0	0
8.15-8.30	26	16	8	19	0	1	0	1	0	1	0
8.30-8.45	21	17	6	27	0	0	0	0	0	0	1
8.45-9.00	12	15	9	36	0	0	0	0	2	0	0
9.00-9.15	17	25	7	23	0	0	0	0	0	0	0
9.15-9.30	12	21	13	29	0	0	3	1	0	0	0
9.30-9.45	12	16	12	27	0	0	0	0	0	0	0
9.45-10.00	16	24	10	34	0	0	0	0	0	1	0
10.00-10.15	20	6	8	30	0	0	1	0	0	0	0
10.15-10.30	14	19	14	19	1	0	0	1	2	0	1
10.30-10.45	12	26	9	25	0	0	0	0	0	1	0
10.45-11.00	18	23	9	13	0	0	0	0	0	0	0
11.00-11.15	10	18	6	22	0	1	0	1	0	0	0
11.15-11.30	18	29	7	31	0	0	3	0	1	0	0
11.30-11.45	21	26	9	38	0	0	0	0	0	0	1
11.45-12.00	12	36	6	42	0	0	0	1	0	0	0
PM											
12.00-12.15	25	14	10	34	0	0	4	0	0	0	0
12.15-12.30	11	26	8	29	0	0	0	0	1	1	1
12.30-12.45	16	20	7	22	1	1	0	1	0	0	0
12.45-1.00	12	9	15	28	0	0	0	0	0	0	0
1.00-1.15	12	13	6	24	0	0	1	0	0	0	0
1.15-1.30	18	24	3	19	0	0	0	1	0	0	0
1.30-1.45	12	22	13	30	0	0	3	0	0	1	0
1.45-2.00	14	20	9	21	0	0	0	0	1	0	0
2.00-2.15	11	9	7	28	0	0	0	0	0	0	1
2.15-2.30	18	15	11	36	0	0	2	1	0	0	0
2.30-2.45	12	16	9	32	0	1	0	1	0	0	0
2.45-3.00	24	29	3	16	1	0	0	0	0	0	0
3.00-3.15	19	18	8	39	0	0	0	0	0	1	0
3.15-3.30	16	16	7	31	0	0	0	0	1	0	1
3.30-3.45	15	21	7	21	0	0	0	1	0	0	0
3.45-4.00	23	19	9	26	0	0	0	0	0	0	0
4.00-4.15	18	18	11	34	0	0	0	0	0	1	0
4.15-4.30	25	24	6	20	0	0	2	0	2	0	0
4.30-4.45	16	16	9	28	0	0	0	0	0	0	1
4.45-5.00	22	21	13	19	1	0	0	0	2	0	0
5.00-5.15	14	28	9	30	0	1	1	0	0	0	0
5.15-5.30	12	26	8	34	0	0	0	0	0	0	0
5.30-5.45	33	32	9	25	0	0	0	0	3	1	0
5.45-6.00	38	35	12	49	0	0	2	0	0	0	1
SUMA	843	1006	421	1326	5	6	34	13	20	10	9

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	Mc <15 pas. Bus	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5e	Otros-moto taxi carreton de
6.00- 6.15	21	31	7	39	0	0	1	0	1	0	1
6.15-6.30	26	21	8	26	0	0	0	0	0	0	0
6.30-6.45	18	34	12	48	0	1	0	0	2	0	0
6.45-7.00	31	29	9	42	1	0	1	1	0	0	1
7.00-7.15	16	15	13	46	0	0	0	0	2	0	0
7.15-7.30	22	29	11	35	0	0	0	0	0	0	1
7.30-7.45	24	19	7	32	1	0	1	0	0	0	0
7.45-8.00	12	23	9	31	0	0	0	0	1	0	0
8.00-8.15	18	16	13	26	0	0	0	1	0	0	0
8.15-8.30	16	24	6	29	0	1	0	0	1	0	0
8.30-8.45	14	19	8	22	1	0	2	0	0	0	0
8.45-9.00	23	21	7	34	0	0	0	0	0	0	0
9.00-9.15	14	18	12	22	0	0	0	0	0	1	0
9.15-9.30	15	26	6	31	0	0	1	0	2	0	1
9.30-9.45	12	22	9	29	1	0	0	0	1	0	0
9.45-10.00	16	14	14	17	0	0	0	1	0	0	0
10.00-10.15	23	19	7	26	0	0	0	0	1	0	0
10.15-10.30	27	17	5	38	0	0	1	0	0	0	0
10.30-10.45	25	30	9	26	0	0	0	0	0	1	0
10.45-11.00	21	21	11	33	0	0	0	0	1	0	1
11.00-11.15	14	26	12	19	0	0	0	0	0	0	0
11.15-11.30	18	27	10	24	0	1	1	0	0	0	0
11.30-11.45	19	24	12	32	0	0	0	0	0	0	0
11.45-12.00	12	31	7	34	0	0	0	0	3	0	0
PM											
12.00-12.15	25	29	12	39	0	0	0	0	2	0	0
12.15-12.30	19	34	6	35	0	0	0	0	0	0	0
12.30-12.45	24	22	8	20	0	0	0	1	0	0	0
12.45-1.00	16	29	6	27	0	1	0	0	1	1	0
1.00-1.15	17	18	8	21	0	0	1	0	0	0	0
1.15-1.30	19	14	4	29	1	0	0	0	1	0	0
1.30-1.45	20	22	7	27	0	0	1	0	0	0	0
1.45-2.00	17	19	9	21	0	0	0	0	0	0	0
2.00-2.15	18	21	9	22	0	0	0	0	0	0	0
2.15-2.30	17	30	13	20	0	0	1	0	1	0	0
2.30-2.45	15	19	9	18	0	0	0	0	0	0	0
2.45-3.00	19	14	7	26	0	1	4	0	2	0	0
3.00-3.15	19	29	15	27	0	0	0	1	0	0	0
3.15-3.30	22	22	8	17	0	0	0	0	0	0	1
3.30-3.45	18	17	8	12	0	0	1	0	1	0	0
3.45-4.00	12	18	10	22	0	0	0	0	0	1	0
4.00-4.15	14	36	7	22	1	0	2	0	0	0	0
4.15-4.30	16	15	9	18	0	0	0	0	0	0	0
4.30-4.45	15	23	11	13	0	0	0	0	1	0	0
4.45-5.00	14	16	15	21	0	0	1	0	0	0	1
5.00-5.15	17	24	6	38	0	0	0	0	2	1	0
5.15-5.30	21	15	7	33	0	1	0	0	0	0	0
5.30-5.45	23	32	9	36	0	0	1	0	2	0	0
5.45-6.00	28	33	11	47	1	0	0	0	0	1	0
SUMA	902	1107	438	1352	7	6	20	5	28	6	7

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	<1 5 M cB pa us s.	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5 e	Otros-moto taxi carret on de
6.00- 6.15	18	31	2	41	2	0	3	1	3	0	1
6.15-6.30	16	22	1	21	0	1	0	0	0	0	0
6.30-6.45	20	19	10	36	0	0	1	0	2	0	0
6.45-7.00	22	20	4	22	1	0	0	1	0	0	1
7.00-7.15	20	22	6	27	0	0	0	0	1	0	0
7.15-7.30	26	19	9	29	0	0	2	1	0	0	0
7.30-7.45	18	21	11	18	1	0	1	0	1	0	0
7.45-8.00	11	36	7	31	0	0	0	0	0	0	1
8.00-8.15	15	19	13	16	1	0	3	1	0	0	0
8.15-8.30	26	16	7	19	0	1	0	0	2	0	0
8.30-8.45	21	21	8	27	1	0	2	0	0	1	0
8.45-9.00	12	25	9	36	0	0	0	0	1	0	0
9.00-9.15	17	27	4	23	0	0	0	0	0	0	0
9.15-9.30	12	21	5	29	0	0	1	0	0	0	1
9.30-9.45	8	26	4	27	1	0	0	1	1	1	0
9.45-10.00	16	24	3	34	0	0	0	0	0	0	0
10.00-10.15	20	31	4	30	0	0	2	1	2	0	0
10.15-10.30	14	19	7	19	0	0	1	0	0	0	1
10.30-10.45	12	26	7	25	0	0	0	0	1	0	0
10.45-11.00	18	23	4	13	1	0	1	0	0	0	0
11.00-11.15	10	18	3	22	0	1	0	1	1	1	0
11.15-11.30	18	35	8	31	0	0	1	0	0	0	0
11.30-11.45	20	26	6	38	0	0	0	0	0	0	0
11.45-12.00	21	37	7	38	0	0	3	1	2	0	0
PM											
12.00-12.15	22	18	6	31	0	0	1	0	1	0	0
12.15-12.30	11	36	4	29	1	0	0	0	0	1	1
12.30-12.45	16	20	3	22	0	1	2	1	2	0	0
12.45-1.00	12	19	4	28	0	0	0	0	0	0	0
1.00-1.15	12	23	8	24	0	0	1	1	0	0	0
1.15-1.30	18	24	4	28	1	0	0	0	1	0	0
1.30-1.45	12	22	3	30	0	0	2	0	0	0	0
1.45-2.00	14	20	7	23	0	0	0	0	0	0	0
2.00-2.15	11	19	6	28	0	0	0	1	0	0	0
2.15-2.30	18	25	4	36	0	0	1	0	0	0	1
2.30-2.45	12	16	12	32	0	1	0	0	0	0	0
2.45-3.00	24	29	3	31	0	0	2	1	0	0	0
3.00-3.15	19	18	4	39	0	0	0	1	0	0	0
3.15-3.30	16	25	2	31	0	0	0	0	1	0	1
3.30-3.45	15	21	2	21	0	0	0	0	0	0	0
3.45-4.00	21	19	9	26	0	0	2	1	0	0	0
4.00-4.15	18	18	2	34	0	0	0	0	1	0	0
4.15-4.30	27	24	3	20	1	0	0	1	0	0	0
4.30-4.45	16	16	10	28	0	0	0	0	0	0	1
4.45-5.00	22	21	11	19	0	0	1	0	1	0	0
5.00-5.15	14	28	7	29	0	1	0	1	0	0	0
5.15-5.30	12	26	4	34	0	0	0	1	0	1	0
5.30-5.45	33	34	4	28	0	0	1	1	0	0	1
5.45-6.00	36	39	8	51	0	0	0	0	2	0	2
SUMA	842	1144	279	1354	11	6	34	18	26	5	12

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	<1 M 5 cB pa us s.	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5 e	Otros-moto taxi carret on de
6.00- 6.15	25	42	2	41	1	0	2	1	0	1	0
6.15-6.30	22	31	6	29	0	0	0	0	0	0	0
6.30-6.45	18	36	12	44	0	1	1	0	1	0	0
6.45-7.00	30	29	10	42	1	0	1	1	0	1	1
7.00-7.15	16	19	1	46	0	0	0	0	0	0	0
7.15-7.30	22	29	7	35	0	0	0	0	0	0	0
7.30-7.45	24	28	4	32	1	0	1	0	0	1	0
7.45-8.00	21	23	6	35	0	0	0	0	0	0	0
8.00-8.15	18	34	1	26	0	0	2	0	0	0	0
8.15-8.30	16	24	3	29	0	1	0	0	0	0	0
8.30-8.45	14	36	1	37	1	0	1	0	0	0	0
8.45-9.00	23	28	4	34	0	0	0	0	0	0	0
9.00-9.15	19	38	1	32	1	0	0	0	0	1	0
9.15-9.30	25	31	2	31	0	0	1	0	0	0	1
9.30-9.45	18	32	2	29	1	0	0	0	1	0	0
9.45-10.00	17	36	8	32	0	0	0	1	0	0	0
10.00-10.15	23	31	1	26	0	0	1	0	1	0	0
10.15-10.30	27	34	3	38	0	0	0	0	0	1	0
10.30-10.45	25	30	2	26	0	0	2	0	0	0	0
10.45-11.00	21	31	2	33	0	0	0	0	1	0	0
11.00-11.15	24	29	7	29	0	0	0	1	0	0	0
11.15-11.30	18	37	9	34	0	1	1	0	0	0	0
11.30-11.45	19	36	11	32	0	0	0	0	2	0	0
11.45-12.00	22	39	7	38	0	0	1	0	0	0	0
PM											
12.00-12.15	25	42	6	43	0	0	2	1	2	0	1
12.15-12.30	19	31	7	35	0	0	0	0	0	0	0
12.30-12.45	24	24	3	30	0	0	1	1	0	0	0
12.45-1.00	16	29	10	27	0	1	0	0	2	0	0
1.00-1.15	21	32	9	32	0	0	1	0	0	0	0
1.15-1.30	19	24	8	29	1	0	0	0	3	0	0
1.30-1.45	20	22	6	27	0	0	1	0	0	1	0
1.45-2.00	17	19	3	39	0	0	2	0	0	0	0
2.00-2.15	18	21	4	22	0	0	0	0	1	0	0
2.15-2.30	26	35	7	29	0	0	1	0	2	0	0
2.30-2.45	25	19	9	28	0	0	0	0	0	0	0
2.45-3.00	19	24	3	36	0	1	0	0	2	0	0
3.00-3.15	19	29	2	27	0	0	1	0	0	0	0
3.15-3.30	22	22	7	31	0	0	0	1	0	0	1
3.30-3.45	18	26	3	29	0	0	0	0	2	0	0
3.45-4.00	22	29	6	37	0	0	1	1	0	0	0
4.00-4.15	19	30	7	30	0	0	0	0	3	1	1
4.15-4.30	16	28	4	34	0	0	0	1	0	0	0
4.30-4.45	15	23	9	28	0	0	0	0	0	0	0
4.45-5.00	14	31	1	31	0	0	1	0	1	0	0
5.00-5.15	28	34	7	38	0	0	0	1	0	1	0
5.15-5.30	28	31	9	38	0	1	0	0	1	0	1
5.30-5.45	23	35	7	44	1	0	2	1	0	0	0
5.45-6.00	32	42	5	48	0	0	1	0	2	1	0
SUMA	1012	1445	254	1602	8	6	28	11	27	9	6

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	<1 M 5 cB pa us s.	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5 e	Otros-moto taxi carret on de
6.00- 6.15	18	32	4	36	1	0	1	1	2	0	0
6.15-6.30	22	29	3	21	0	1	0	0	0	0	2
6.30-6.45	24	31	9	36	0	0	2	0	3	0	0
6.45-7.00	22	30	6	19	1	0	1	1	0	0	1
7.00-7.15	31	38	8	27	0	0	2	0	4	2	0
7.15-7.30	26	19	6	29	0	0	0	2	0	0	0
7.30-7.45	18	21	8	19	1	0	1	0	0	0	0
7.45-8.00	11	32	9	32	0	0	1	0	2	1	0
8.00-8.15	15	19	6	16	0	0	0	1	0	0	1
8.15-8.30	26	36	8	19	0	1	0	0	0	0	0
8.30-8.45	21	27	6	27	1	0	1	0	0	0	0
8.45-9.00	12	25	9	36	0	0	0	0	1	0	0
9.00-9.15	17	29	7	23	0	0	0	1	0	1	0
9.15-9.30	12	21	10	29	0	0	1	0	0	0	1
9.30-9.45	12	26	8	27	1	0	0	1	1	0	0
9.45-10.00	16	24	10	34	0	0	1	0	2	0	1
10.00-10.15	20	36	8	30	0	0	1	0	1	0	0
10.15-10.30	14	19	4	19	0	0	0	0	0	0	1
10.30-10.45	12	26	9	25	0	0	3	0	2	0	0
10.45-11.00	18	23	3	13	0	0	0	0	0	1	1
11.00-11.15	10	28	6	22	0	1	1	0	1	0	0
11.15-11.30	18	29	7	31	0	0	1	1	0	0	1
11.30-11.45	21	26	9	38	0	0	0	0	0	0	0
11.45-12.00	18	38	7	32	0	0	2	1	0	0	0
PM											
12.00-12.15	28	34	2	44	0	0	1	1	2	1	0
12.15-12.30	11	26	8	29	1	0	0	0	0	0	1
12.30-12.45	16	20	7	22	0	1	0	1	0	0	0
12.45-1.00	12	29	11	28	0	0	0	0	2	0	0
1.00-1.15	12	33	6	24	0	0	1	0	0	0	2
1.15-1.30	18	24	3	29	1	0	0	0	3	1	0
1.30-1.45	12	22	13	30	0	0	0	0	0	0	1
1.45-2.00	14	20	9	21	1	0	3	0	0	0	1
2.00-2.15	21	39	7	28	0	0	0	0	2	0	0
2.15-2.30	18	35	4	36	0	0	1	0	0	0	0
2.30-2.45	12	26	9	32	1	1	0	0	0	1	0
2.45-3.00	24	29	3	16	0	0	2	1	0	0	0
3.00-3.15	19	18	8	39	0	0	0	0	1	0	0
3.15-3.30	27	36	7	30	1	0	0	1	0	1	1
3.30-3.45	15	21	2	21	0	0	1	0	0	0	1
3.45-4.00	23	29	9	26	0	0	1	0	0	0	0
4.00-4.15	18	28	7	34	0	0	0	2	1	0	0
4.15-4.30	25	34	6	20	2	0	0	0	0	0	2
4.30-4.45	26	26	9	28	0	0	0	0	3	1	0
4.45-5.00	22	31	10	19	0	0	1	2	0	0	1
5.00-5.15	30	42	9	30	0	1	3	0	2	0	0
5.15-5.30	12	26	8	34	1	0	0	0	0	0	1
5.30-5.45	36	32	7	28	0	0	1	2	2	0	0
5.45-6.00	42	39	10	47	1	0	0	1	1	1	2
SUMA	927	1363	344	1335	14	6	34	20	38	11	22

HORA	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	<1 5 M cB pa us s.	Bus	C. Liv. 2-5 Ton	C2	C3	T3-S2>=5 e	Otros-moto taxi carret on de
6.00- 6.15	10	21	7	21	1	0	2	2	1	0	0
6.15-6.30	17	26	2	29	0	0	0	1	0	1	0
6.30-6.45	16	26	11	24	0	1	2	0	3	0	0
6.45-7.00	12	29	9	22	1	0	0	1	0	0	1
7.00-7.15	16	19	12	26	0	0	0	0	2	0	0
7.15-7.30	11	29	7	25	0	0	1	0	0	1	1
7.30-7.45	15	28	4	22	1	0	1	0	0	0	0
7.45-8.00	21	23	6	25	0	0	0	0	0	0	0
8.00-8.15	18	34	12	26	0	0	3	1	2	0	1
8.15-8.30	16	24	7	29	0	1	0	0	0	1	0
8.30-8.45	14	36	11	27	1	0	2	0	2	0	0
8.45-9.00	13	28	4	24	0	0	0	0	0	0	0
9.00-9.15	19	28	8	23	0	0	1	1	0	0	0
9.15-9.30	10	31	2	10	0	0	1	0	0	1	1
9.30-9.45	18	32	2	29	1	0	0	0	1	0	0
9.45-10.00	17	36	8	22	0	0	1	0	0	0	0
10.00-10.15	12	31	1	26	0	0	0	0	0	0	1
10.15-10.30	11	34	3	19	0	0	1	0	0	1	1
10.30-10.45	25	30	2	26	0	0	0	1	0	0	0
10.45-11.00	10	20	2	21	0	0	2	0	0	0	0
11.00-11.15	12	29	7	29	0	0	0	0	0	1	1
11.15-11.30	18	37	9	19	0	1	1	0	0	0	0
11.30-11.45	19	36	7	14	0	0	1	0	0	0	0
11.45-12.00	19	29	8	28	0	0	1	0	3	0	0
PM											
12.00-12.15	13	22	9	22	0	0	3	2	1	0	0
12.15-12.30	19	31	7	25	0	0	2	0	0	0	1
12.30-12.45	17	24	3	30	2	0	0	1	0	1	0
12.45-1.00	16	29	10	27	0	1	1	0	2	0	2
1.00-1.15	14	32	9	22	0	0	1	0	0	1	0
1.15-1.30	19	24	8	29	1	0	0	0	2	0	1
1.30-1.45	18	22	6	27	0	0	3	0	2	1	0
1.45-2.00	17	19	3	24	0	0	0	0	0	0	1
2.00-2.15	18	21	4	17	0	0	0	1	0	0	0
2.15-2.30	13	25	7	29	1	0	1	1	0	0	0
2.30-2.45	14	21	9	28	0	0	0	0	1	0	0
2.45-3.00	19	24	3	26	0	1	0	1	0	0	0
3.00-3.15	18	29	2	27	0	0	3	0	0	2	0
3.15-3.30	12	22	7	31	2	0	2	0	0	0	1
3.30-3.45	18	26	3	29	0	0	0	2	0	1	0
3.45-4.00	11	29	6	20	0	0	1	0	3	0	0
4.00-4.15	14	30	7	12	0	0	0	0	2	0	0
4.15-4.30	16	28	4	14	0	0	2	0	0	0	0
4.30-4.45	15	23	9	18	0	0	0	0	1	1	2
4.45-5.00	14	31	10	12	0	0	1	0	0	0	0
5.00-5.15	15	24	7	24	0	0	1	1	0	1	0
5.15-5.30	11	31	9	18	0	1	0	0	0	0	0
5.30-5.45	12	25	5	24	1	0	1	0	1	2	0
5.45-6.00	11	33	9	15	0	0	3	1	3	0	1
SUMA	733	1321	307	1116	12	6	45	17	32	16	16