Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

“ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL DEL TRAMO DE 1.8 KILÓMETROS DE LA PISTA SUBURBANA, DE LA ROTONDA UNIVERSITARIA AL SEMÁFORO DEL MEMORIAL SANDINO, DISTRITO III, DEPARTAMENTO DE MANAGUA”

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Bryan Josué Obregón Medal
Carnet: 2018-0716U

Br. Ángel Antonio López González
Carnet: 2018-0659U

Tutor:

Ing. Keving Roberto Sánchez Rocha

10 de julio de 2026
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios, por guiar cada paso de mi vida, por la salud, la sabiduría, por su inmenso amor, y por darme la dicha de compartir el logro de mis metas con mis seres queridos.

A mis padres por brindarme su esfuerzo, dedicación, paciencia, amor y apoyo incondicional. En especial a mi madre por ser la base de mi vida, por ser ejemplo de perseverancia y amor por estar presente en todos los momentos de mi vida por ser mi amiga, mi consejera, por todo lo que me ha enseñado para poder ser un ejemplo de lucha y no dejarme caer jamás para poder lograr esta meta.

A mí familia, quienes han sido mi mayor inspiración y fortaleza durante este proceso . Este trabajo es el resultado de esfuerzo, dedicación y del apoyo de personas que con su confianza y consejos estuvieron conmigo en todo momento, que me motivaron a no rendirme y así poder seguir adelante para superar cada reto presentado durante este proceso profesional.

Br. Ángel A. López

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a Dios por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional. Gracias por guiar cada uno de mis pasos y por nunca dejarme rendirme ante las dificultades.

A mi familia, especialmente a mis padres por su amor, apoyo incondicional, consejos y sacrificios realizados a lo largo de este camino. Este logro también les pertenece a ustedes, porque fueron mi mayor motivación para seguir adelante.

A nuestro tutor, Ing. Keving Sánchez por compartir sus conocimientos, paciencia y orientación durante el desarrollo de esta tesis monográfica. Sus enseñanzas fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron en mi crecimiento académico y personal para hacer posible la culminación de este trabajo.

Br. Bryan Josué Obregon Medal

RESUMEN DE CONTENIDO

- **Capítulo I: Aspecto Generales**

En este capítulo se establece los objetivos generales y especifico de este estudio, así como conceptos generales y teórico para realizar el acometido de este documento

- **Capitulo II: Marco Teórico**

En este capítulo tiene como objetivo proporcionar una base conceptual y contextual para el desarrollo del tema planteado. En esta sección, se abordarán las teorías y conceptos clave que sustentan la investigación y que son esenciales para comprender los fundamentos del proyecto

- **Capitulo III Análisis e Interpretación de Resultados**

En este capítulo se presentan y analizan los datos obtenidos durante el desarrollo del estudio. El análisis de la información es fundamental para evaluar los parámetros de seguridad y capacidad vial, mediante el uso de gráficos, tablas y un análisis detallado de los resultados. En esta sección se exponen los hallazgos más relevantes, lo que permite una comprensión clara y precisa de los resultados obtenidos. Este análisis proporciona una base sólida para la formulación de las conclusiones y recomendaciones finales del proyecto.

1. **Inventario vial**

En este capítulo se abordará la descripción detallada de las características y debilidades del tramo de estudio, tales como su localización geográfica, características geométricas y topográficas, estado físico de la carpeta de rodamiento, uso de suelo, sistemas de drenaje mayor y menor, bahías y casetas de buses, así como la señalización vertical y horizontal.

El objetivo de este análisis es clasificar cada uno de estos elementos en condiciones buena, regular o mala, con el fin de evaluar el nivel de riesgo asociado a las condiciones actuales que presenta la vía.

2. **Estudio de accidentabilidad**

En este capítulo se explora detalladamente el procedimiento utilizado para el análisis y comprensión de los accidentes ocurridos en el tramo de estudio, a partir de la información proporcionada por la Policía Nacional de Tránsito. En dicho análisis se revisan y evalúan los accidentes registrados, considerando sus causas, consecuencias y circunstancias, con el fin de analizar los datos de manera integral y determinar la ubicación de los puntos críticos del tramo.

3. **Estudio de transito**

El capítulo abordará los temas relacionados con los volúmenes de tránsito y el comportamiento del flujo vehicular en las estaciones inicial y final. Estos aspectos guardan una estrecha relación con la accidentabilidad.

4. **Propuesta técnica**

Este capítulo describe las posibles soluciones a las problemáticas identificadas en el tramo comprendido desde la Rotonda Universitario al Semáforo del memorial Sandino, Distrito III, Managua.

- **Conclusiones y recomendaciones**

En las conclusiones y recomendaciones se exponen los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados, los cuales permitieron diagnosticar la accidentabilidad que ocurre en este segmento de carretera. Asimismo, se formulan recomendaciones orientadas a la reducción de la problemática identificada y a la mejora de las condiciones de seguridad vial.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES
1.1. Introducción 1
1.2. Justificación 2
1.3. Objetivos 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. Localización del tramo 4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO
2.1. Inventario vial 6
2.1.1. Elemento de la sección transversal 6
2.1.2. Drenaje superficial 9
2.2. Estudio de accidentabilidad 10
2.2.1. Acto de Investigación de Tránsito 10
2.2.2. Tipos de accidentes de tránsito 11
2.2.3. Causas de los accidentes 11
2.2.4. Índice de Accidentalidad 11
2.2.5. Índice de Morbilidad 11
2.2.6. Índice de Mortalidad 12
2.2.7. Puntos críticos 12
2.3. Estudio de Tránsito 13
2.3.1. Tipos de vehículos 13
2.3.2. Tránsito Promedio Diario 14
2.3.3. Tránsito Promedio Diario Anual 14
2.3.4. Estaciones de Conteo 15
2.3.5. Hora de Máxima Demanda 15
2.3.6. Factor Hora de Máxima Demanda 15
2.4. Propuesta técnica 16
2.4.1. Señalización vertical 16
2.4.2. Señalización horizontal 17
2.4.3. Semáforos 17
2.4.3.1. Ventaja 17

2.4.3.2. Desventaja 18
2.4.3.3. Tipo de semáforo 18
CAPITULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
3.1. Inventario vial 20
3.1.1. Metodología del inventario vial 20
3.1.2. Identificación del tramo 20
3.1.3. Clasificación funcional 21
3.1.4. Uso del suelo 21
3.1.5. Condiciones actuales de la estructura de pavimento 22
3.1.6. Topografía del terreno 25
3.1.7. Elementos de la sección transversal 26
3.1.8. Señalización vertical 35
3.1.9. Señalización horizontal 41
3.1.10. Drenaje 46
3.1.11. Semáforos 49
3.1.12. Paradas de buses 51
3.2. Estudio de accidentalidad 53
3.2.1. Metodología 53
3.2.2. Accidentes por años 53
3.2.3. Accidentes por mes 55
3.2.4. Accidentes por días 56
3.2.5. Accidentes por hora 57
3.2.6. Tipos de accidentes 60
3.2.7. Causas de los accidentes 61
3.2.8. Accidentes por tipos de vehículo 63
3.2.9. Puntos críticos 64
3.2.10. Magnitud del problema 65
3.3. Estudio de tránsito 71
3.3.1. Metodología del estudio de tránsito 71
3.3.2. Aforo vehicular 71
3.3.3. Tránsito promedio diurno 75
3.3.4. Tránsito promedio diario anual 79

3.3.5. Factor hora de máxima demanda 84
3.3.6. Clasificación funcional del tramo 86
3.4. Propuesta de seguridad vial 87
3.4.1. Propuesta de mantenimiento rutinario 87
3.4.2. Propuesta de señalización vertical 90
3.4.3. Propuesta y mejora de señalización horizontal 91
3.4.4. Mantenimiento a las bahías de buses 93
3.4.5. Mantenimiento de las cunetas y bordillos 94
3.4.6. Mantenimiento de boulevard 95
3.4.7. Propuesta para reducción de accidentalidad 96
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA
4.1. Conclusiones 97
4.2. Recomendaciones 99
4.3. Bibliografía 101
Anexos I

Índice de tablas

Tabla 1 Criterio para evaluar una superficie de rodamiento de la carpeta Asfáltica 22
Tabla 2 Daños de la carpeta de rodamiento 23
Tabla 3 Clasificación de terrenos en función de sus pendientes naturales 25
Tabla 4 Características físicas y geométricas de una carretera en Centroamérica 26
Tabla 5 Dimensiones de la sección transversal 27
Tabla 6 Andenes peatonales 29
Tabla 7 Boulevard 33
Tabla 8 Tipos de señales 36
Tabla 9 Estado de la señal 37
Tabla 10 Estado de la Señalización vertical del tramo 37
Tabla 11 Inventario alcantarillas 48
Tabla 12 Dimensiones típicas de bahía y parada 51
Tabla 13 Accidentes por año 53
Tabla 14 Consolidado de accidentes por año 54
Tabla 15 Accidentes por mes 55
Tabla 16 Accidentes por día 57
Tabla 17 Accidentes por hora 58
Tabla 18 Accidentes por tipo 60
Tabla 19 Causas inmediatas de los accidentes 61
Tabla 20 Causa mediata de los accidentes 63
Tabla 21 Puntos críticos 65
Tabla 22 Índices con respecto a la población 67
Tabla 23 Índices de accidentalidad con respecto al parque vehicular 68
Tabla 24 Índices con respecto al kilometraje 70
Tabla 25 Datos del aforo vehicular Punto 1: Semáforos del Memorial Sandino 73
Tabla 26 Datos del aforo vehicular Punto 2: Semáforos de Keisser University 74
Tabla 27 TPDi Semáforos del Memorial Sandino 76
Tabla 28 TPDi Semáforos de Keisser University 76
Tabla 29: Vector Geográfico 79
Tabla 30 TPDA Semáforos del Memorial Sandino 83
Tabla 31 TPDA Semáforos de Keisser University 84
Tabla 32 Volumen de tráfico Miércoles 07/01/2026 85
Tabla 33 Hora de máxima demanda del Miércoles 07/01/2026 85
Tabla 34 Clasificación funcional de la carretera 86
Tabla 35 Señales verticales 90
Tabla 36 Señalización horizontal propuesta 93
Tabla 37 Aforo vehicular Lunes 05/01/2026 I
Tabla 38 Aforo vehicular Martes /01/2026 II
Tabla 39 Aforo vehicular Miércoles 07/01/2026 III
Tabla 40 Aforo vehicular Jueves 08/01/2026 IV
Tabla 41 Aforo vehicular Viernes 09/01/2026 V

Tabla 42 Aforo vehicular Lunes 13/01/2026 VI
Tabla 43 Aforo vehicular Martes 14/01/2026 VII
Tabla 44 Aforo vehicular Miércoles 15/01/2026 VIII
Tabla 45 Aforo vehicular Jueves 16/01/2026 IX
Tabla 46 Aforo vehicular Viernes 17/01/2026 X

Índice de figuras

Figura 1 Macro localización del departamento de Managua 4
Figura 2 Micro localización del tramo Rotonda Universitaria hasta los Semáforos del Memorial Sandino, Managua. 5
Figura 3 Uso de suelos 21
Figura 4 Perfil longitudinal del terreno 25
Figura 5 Anden peatonal EST 0+350 (Buen estado) 32
Figura 6 Boulevard (EST 0+350) 35
Figura 7 Tipos de señales del tramo 36
Figura 8 Condición de la señalización horizontal (Línea blanca) EST 0+300 41
Figura 9 Flecha direccional EST 0+900 42
Figura 10 Estado de la señalización horizontal 43
Figura 11 Cruce peatonal (EST 0+200) 44
Figura 12 Cruce peatonal (EST 0+100) 45
Figura 13 Estado de la cuneta (EST 0+280) 46
Figura 14 Estado de canal EST 0+270 47
Figura 15 Canal EST 0+700 Oeste a Este 47
Figura 16 Alcantarilla EST 0+400 (Sentido Oeste - Este, Frente a plaza Natura) 49
Figura 17 Semáforos del Memorial Sandino EST 1+800 50
Figura 18 Semáforos del Memorial Sandino EST 1+800 50
Figura 19 Semáforos de Keisser EST 0+900 51
Figura 20 Parada de buses Plaza Natura 52
Figura 21 Parada de buses Keisser University 52
Figura 22 Parada de buses EST 1+600 52
Figura 23 Accidentes por año 54
Figura 24 Consolidado de accidentes por año 55
Figura 25 Accidentes por mes 56
Figura 26 Accidentes por día 57
Figura 27 Accidentes por hora 59
Figura 28 Accidentes por tipo 60
Figura 29 Causas inmediatas de los accidentes 62
Figura 30 Causas mediatas de los accidentes 63
Figura 31 Accidentes por tipo de vehículo 64
Figura 32 Puntos de aforo 72
Figura 33 Composición vehicular del aforo en el punto 1: Semáforos del Memorial Sandino 73
Figura 34 Composición vehicular del segundo punto de aforo: Semáforos de Keisser 75
Figura 35 Composición vehicular TPDi Semáforos del Memorial Sandino 77
Figura 36 Composición vehicular del TPDi de los Semáforos de Keisser University 78
Figura 37 Estaciones de Corta Duración cercanas 80
Figura 38 Estación de Mayor Cobertura 81

Figura 39 TPDA histórico Rotonda Jean Paul Gennie - Primera Entrada de las ColinasTPDA histórico Rotonda Jean Paul Gennie - Primera Entrada de las Colinas 81
Figura 40 TPDA histórico Rotonda Centroamérica - Rotonda Jean Paul Gennie. 82
Figura 41 Factores de expansión Estación de Mayor Cobertura 401 Masaya Granada 83
Figura 42 Configuración de sellos 88

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1. Introducción

Los estudios sobre seguridad vial desempeñan un papel crucial en la disminución de los accidentes de tráfico, la protección de vidas humanas y la optimización del sistema de transporte. Mediante el análisis de información y la investigación especializada, es posible detectar los principales factores de riesgo, valorar la eficacia de las estrategias preventivas y desarrollar propuestas innovadoras. Estos estudios también son claves para orientar las políticas públicas y las decisiones de inversión en infraestructura vial, garantizando que se prioricen las acciones que realmente contribuyan a la seguridad de todos los actores viales, desde peatones hasta conductores. En consecuencia, favorecen un entorno de movilidad más seguro, eficiente y sostenible.

El presente documento aborda lo necesario para poder realizar un estudio de seguridad vial de 1.8 kilómetros del tramo que va desde la Rotonda universitaria hasta los Semáforos del memorial Sandino, en la pista suburbana, del municipio de Managua.

El Distrito III de Managua se ubica en la parte suroccidental de la ciudad y presenta las siguientes características territoriales: aproximadamente 74 km² de extensión territorial, lo que representa alrededor del 27.7% de la superficie total del municipio de Managua. Limitando al norte, con el Distrito II y el municipio de Ciudad Sandino; al sur, con el municipio de El Crucero; al este, con el Distrito I; y al oeste, con el municipio de Villa El Carmen. (ALMA, 2020). (Ver Figura 1, pág. 4).

El documento aborda los resultados del estudio a realizar, que incluyen el inventario vial en el que se diagnosticó el estado físico de los elementos de la vía; un estudio de tránsito, que permitirá conocer los volúmenes y velocidades en el tramo; un estudio de accidentalidad, que identificará las causas de los accidentes y los puntos críticos del tramo; y, por último, la propuesta de seguridad vial que se formulará para mejorar la seguridad de los usuarios en dicho tramo.

1.2. Justificación

La seguridad vial es un componente esencial para el bienestar de las sociedades a nivel global, especialmente en un contexto donde los vehículos automotores constituyen el medio de transporte más utilizado. El aumento poblacional impulsa una mayor demanda de vehículos en circulación, lo que puede generar congestión en las vías y un incremento en los accidentes de tránsito. Ante este escenario, se vuelve imprescindible implementar medidas adecuadas de seguridad vial que respondan al crecimiento progresivo del volumen vehicular.

El tramo en estudio presenta un alto flujo vehicular debido a su ubicación siendo una de las vias principales de acceso a la capital desde la zona sur. Por esta razón, es fundamental la implementación de medidas que reduzcan la incidencia de accidentes de tránsito, conforme a lo establecido en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA, 2014).

La mejora de las condiciones de seguridad para los usuarios de esta vía es crucial, dado que, según estadísticas nacionales de tránsito, los accidentes de tránsito se han convertido en una problemática creciente que afecta diariamente a numerosas familias nicaragüenses.

Este trabajo presenta una propuesta de señalización vial orientada a regular el tráfico y disminuir la incidencia de accidentes en los puntos críticos identificados por la Policía Nacional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Realizar un estudio de seguridad vial del tramo de 1.8 kilómetros de la pista suburbana, de la Rotonda universitaria al Semáforo del memorial Sandino, distrito III, departamento de Managua.

1.3.2. Objetivos específicos

- Efectuar un diagnóstico de las condiciones geométricas, señalización y estado de la superficie de rodamiento del tramo en estudio a través de un inventario vial.

- Identificar causas, incidencias y magnitud del problema de las estadísticas de accidentalidad registradas por la Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional.

- Elaborar un estudio de tránsito mediante un aforo vehicular manual permitiendo la obtención de los diferentes volúmenes de tránsito.

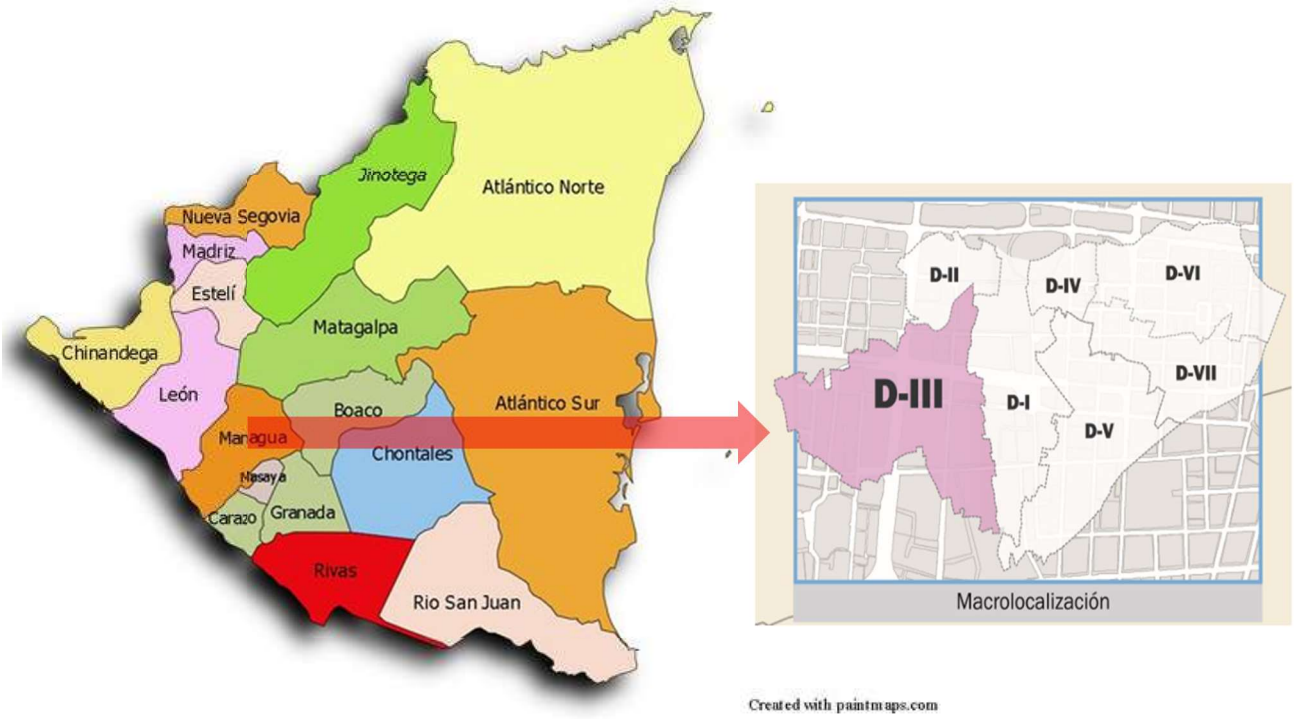
- Diseñar una propuesta de seguridad vial donde se muestren los diferentes dispositivos de control a utilizarse para el mejoramiento de la seguridad vial en el tramo.

1.4. Localización del tramo

El tramo en estudio se encuentra ubicado en el departamento de Managua, específicamente en el Distrito III de la Ciudad de Managua, está comprendido entre la Rotonda Universitaria hasta los Semáforos del memorial Sandino, en la pista Suburbana.

En la figura 1, se muestra la Macro localización de la ciudad de Managua, y en la figura 2 (pág. 5), se muestra la Micro localización del tramo en estudio.

Figura 1 Macro localización del departamento de Managua



Fuente: https://urbanismo.managua.gob.ni/wp-content/uploads/2020/04/CARACTERIZACI%C3%93N_DIII.pdf?utm_source=chatgpt.com

Figura 2 Micro localización del tramo Rotonda Universitaria hasta los Semáforos del Memorial Sandino, Managua.



Fuente: Tomado de Google Earth. earth.google.com/static/multi-threaded/versions/10.77.0.1/index.html?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419#@12.11192837,-86.28047810,2520.61890072a,0d,35y,-0.0000h,1.1271t,-0.0000r

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Inventario vial

Consiste en la recopilación ordenada de dato acerca de la red varia sus elementos y sus características que permiten a sus gestores consultar en el gabinete una base de dato cada vez que necesitan conocer alguno de ellos para ayuda de tomar decisión, planificar una actuación o resolver un problema, en vez de ir al campo y comprobarlo o a medirlo, los inventarios son por lo tanto una herramienta básica para la gestión de una red vial. (Kraemer, 2003, pág. 313)

Conjunto de documentos oficiales de información técnica recopilados y sistematizados de los datos obtenidos en las mediciones de campo en los cuales se identifican y registran las características y estado de las vías que forman el Sistema Nacional de Carreteras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 20)

2.1.1. Elemento de la sección transversal

Geométricamente, la sección transversal de una carretera está compuesta por el ancho de zona o derecho de vía, el ancho de explanación, el ancho de banca o plataforma, la corona, la calzada, los carriles, las bermas, las cunetas, los taludes laterales y otros elementos complementarios. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 137)

2.1.1.1. Ancho de calzada

Es la zona de la carretera destinada normalmente a la circulación de vehículos la calzada se considera dividida en franja longitudinales cada una de las cuales permite la circulación de una sola fila vehículo esta franja se llaman carriles y se distingue mediante líneas pintadas en el pavimento. (Kraemer, 2003, pág. 20)

Las autopistas deben de tener un mínimo de dos carriles de circulación por sentido, con un ancho de 3.60 metro por carril los carriles deben de tener una intersección transversal con pendiente de uno 1.5 a 2.0 por ciento en los tramos en tangente, los cuales que están constituido en dos líneas en cada dirección con una corona en el centro de la línea del pavimento en área de constante o intensa lluvia incrementar 2.5 por ciento de la pendiente transversal del pavimento para

un adecuado drenaje. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 269)

2.1.1.2. Hombro

Los hombros o espaldones son las áreas de la carretera contigua a los carriles de circulación, y que tienen su justificación en: proveer espacios para acomodar los vehículos que ocasionalmente sufren, permitir los movimientos peatonales y de bicicletas en ciertas áreas donde la demanda lo justifique141. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 141)

Hombros de pavimentado en ambos lados tanto para las autopistas, ancho del pavimento del hombro de la derecha sea al menos de 2.5 metros donde el movimiento de camiones exceda de los 250 vehículos de diseño, se recomienda hasta un ancho de 3.6 metros. En auto pista de cuatro carriles se propone que el hombro de la mediana o el hombro interior sea por lo menos de 1.5 metros de ancho pudiendo reducirse a un mínimo de 1.0 metros. Del hombro interior no menos de 10 metros de la superficie de pavimento. Se comienda que el color de la textura del hombro sea diferente que los carriles en tangente de los hombros deben variar entre 2 y 6 por ciento, con un mínimo de uno por ciento más que la pendiente de la calzada en extremo, para facilitar el drenaje. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 269)

2.1.1.3. Acera

Se refieren a la misma superficie pavimentada y elevada que se encuentra a la orilla de una calle o vía pública para el uso de peatones, recomienda que, al lado de los carriles exteriores, se construyan aceras o banquetas para la circulación peatonal. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 143)

Las aceras pueden variar entre 1.0 y 2.0 metros de ancho, con una franja verde que la separe de la pista principal de 0.60 metros de ancho, como mínimo. Cuando la acera se construya a la orilla del bordillo de la cuneta, debe tener un ancho extra

de 0.60 metros, para compensar la carencia de la zona verde de transición. Se dan recomendaciones sobre el ancho mínimo de estas instalaciones en el cuadro 4.2. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 143)

2.1.1.4. Boulevard

Es una franja de terreno localizada al centro de los carriles de sentido contrario en carreteras divididas, que puede construirse al nivel de la pista principal, o tener su sección transversal elevada o deprimida, siendo preferible esta última solución por su contribución al drenaje longitudinal en las autopistas y carreteras divididas. (Secretaría de Integración Económica Centroamericana, , 2004, pág. 14)

2.1.1.5. Bordillo

Los bordillos se usan extensamente en las carreteras urbanas y suburbanas, siendo su uso muy limitado, en las carreteras rurales. Esto tiene que ver con la función que desempeñan dichos dispositivos, como son el control del drenaje, la delimitación del borde del pavimento, la determinación del borde de las aceras o de la zona de protección de los peatones o, simplemente, por razones de estética. Típicamente los bordillos se clasifican en montables y de barrera o no montables, según que tengan la altura y conformación apropiada para que los vehículos automotores puedan abordarlos o no. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 147)

El ancho del bordillo se considera como un elemento de la sección transversal fuera del ancho de los carriles. Podría decirse que más bien debe estar situado a unos 0.30-0.60 metros del borde del carril en vías urbanas, y en el borde exterior del hombro en carreteras rurales. Combinados con una sección de cuneta. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 147)

Los bordillos pueden formar parte integral del sistema de drenaje superficial longitudinal de la carretera. El bordillo-cuneta se instala normalmente cuando la carretera discurre en un ambiente urbano y suburbano, para encauzar las aguas

hacia los tragantes y tuberías de drenaje. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 147)

2.1.2. Drenaje superficial

Son obras artificiales que captan conducen y alejan el agua de las carretera o camino esto si no cuenta con impermeable en los cuales los materiales están expuesto al ataque del agua requieren estudio del drenaje. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 306)

2.1.2.1. Cuneta

Un canal es un conducto abierto para la conducción de aguas. Las cunetas son canales que se construyen 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 siendo comunes las formas triangular, trapezoidal y cuadrada. La pendiente longitudinal de las cunetas generalmente es la misma que la de la subrasante, pero puede variar si las condiciones de drenaje así lo requieren. La profundidad de la cuneta se mide verticalmente, desde el extremo de la plataforma hasta el punto más bajo de su fondo. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 146)

2.1.2.2. Canal

Los canales de drenaje se construyen a los lados de las carreteras para conducir el agua hacia el drenaje transversal de la carretera (alcantarillas, bóvedas, cajas y puentes); así como alejarlas de la carretera en concordancia con la topografía. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 145)

2.1.3. Bahía de buses

Situadas en las proximidades de los focos de generación de la demanda (centros de actividad, itinerarios de peatones, intersecciones, etc.), interfieran lo menos posible en el funcionamiento vial. Respecto al funcionamiento de la carretera y a su posible incidencia sobre otros usuarios, la localización de las paradas de autobús debe estudiarse especialmente en las intersecciones, puntos donde

también suele concentrarse el movimiento de peatones. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 148)

Hay que utilizar la relación 3 a 1 en la longitud de entrada e incrementar dicha relación a 5 a 1 en la longitud de salida. En términos de radio de las curvas, es aconsejable una dimensión mayor de 50 metros, con el propósito de evitar que las llantas de los autobuses se monten en la cuneta. (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 149).

2.1.4. Estado de la carpeta de rodamiento

El estado de la carpeta de rodamiento y mantenimiento adecuado en el que se presenta de una manera eficiente pudiendo evitar grande daño colaterales identificar las posibles deficiencias de las carreteras en explotación que pudiesen causar un accidente de tráfico o bien aumentar la gravedad del mismo una vez que este ha ocurrido. (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2007, pág. 11)

2.2. Estudio de accidentabilidad

El concepto de accidente vial es aquel que se utiliza para hacer referencia a los hechos o siniestros que toman lugar en la vía pública y que tienen que ver con vehículos de distinto tipo. Los accidentes viales son una de las principales causas de muerte a nivel mundial ya que cuestiones como la imprudencia, la falta de respeto a las leyes viales, el pobre estado de los caminos y carreteras en algunos países, la no existencia de leyes y demás contribuyen a generar esta situación. (Bembibre, 2010)

2.2.1. Acto de Investigación de Tránsito

Búsqueda de los elementos que determinan los factores desencadenantes del accidente, las causas que lo provocaron, las consecuencias y el comportamiento de los sistemas de seguridad activa y pasiva desde una perspectiva técnica y científica para determinar el grado de responsabilidad directa o indirecta de cada una de las personas involucradas en el accidente y establecer la verdad sin detrimento de los actos de prueba que puedan presentar las partes. (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2014)

2.2.2. Tipos de accidentes de tránsito

Según (Pujol Mesalles, 2004)Los accidentes de tránsito se clasifican en varios tipos según la naturaleza del incidente. Estos incluyen colisiones entre vehículos, atropellamientos de peatones, volcaduras, y caídas de ocupantes. Cada tipo de accidente tiene características específicas y puede resultar en diferentes niveles de daño y lesiones.

2.2.3. Causas de los accidentes

Como consecuencia del desarrollo de la velocidad en los vehículos modernos y del no disponer, en muchos casos, de una infraestructura vial acorde con estos avances, la causa más frecuente de los accidentes de tránsito en el mundo entero es el “EXCESO DE VELOCIDAD”. Debe entenderse qué es “velocidad excesiva” para las condiciones imperantes, la cual en muchos casos puede no ser muy alta.

En orden de importancia sigue la causa catalogada como “invasión de la circulación contraria”. Como su nombre lo indica, es el acto de invadir la sección de la calle o carretera donde los vehículos viajan en sentido opuesto. Casi invariablemente sigue la causa clasificada genéricamente como “no ceder el paso”. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 581)

2.2.4. Índice de Accidentalidad

Índica el número de accidentes en el año por cada 100,000 habitantes. Es útil para comparar ciudades, entidades políticas o sistemas de carreteras y calles, semejantes en la base económica. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 578)

$I_{A/P} = \frac{\#\ de\ accidentes\ en\ el\ año * 100{,}000}{\#\ de\ habitantes}$ Ecuación 1 tomada de (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, 2018, pág. 578)

2.2.5. Índice de Morbilidad

La tasa de mortalidad por parque automotor (número de muertes por AT/parque automotor del año) por 10 000 vehículos. (Víctor Choquehuanca Vilca, Fresia Cárdenas García, Joel Collazos Carhuay, & Willington Mendoza Valladolid, 2010, pág. 164)

$I_{morb/p} = \frac{\#\ de\ herido\ \ en\ el\ año * 100{,}000}{\#\ de\ habitantes}$ Ecuación 2 tomada de (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, 2018, pág. 579)

2.2.6. Índice de Mortalidad

La mortalidad se calculó dividiendo el número de personas muertas entre el total de población susceptible estimada, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática por 100 000 habitantes. (Víctor Choquehuanca Vilca, Fresia Cárdenas García, Joel Collazos Carhuay, & Willington Mendoza Valladolid, 2010, pág. 164)

$I_{mort/}P = \frac{\#\ de\ muertos\ en\ el\ año * 100{,}000}{\#\ de\ habitantes}$ Ecuación 3 tomada de (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, 2018, pág. 579)

2.2.7. Puntos críticos

Según (Martinez Gonzales & Olivares Bareño, 2012) un punto crítico de accidentalidad en carreteras es aquel donde los índices de peligrosidad, y de severidad, así como las frecuencias de mortalidad y morbilidad, presentan valores elevados., entre ellos:

Factores Geométricos de diseño vial:

- Ancho de carril inadecuado.
- Mala señalización.
- Falta de pasos previstos para peatones.
- Mala iluminación.
- Falta de visibilidad.
- Falta de carriles de aceleración y desaceleración.
- Peralte inadecuado.
- No garantizar la mínima distancia de velocidad.
- Falta de reductores de velocidad.

Factores asociados al mantenimiento y al estado de las vías:

- Falta de mantenimiento de las calzadas o de la carpeta asfáltica.
- Inexistencia de mantenimiento de separadores, bermas, iluminación y drenaje superficial.

- Presencia de obstáculos en la vía.

Factores de circulación y condición del tránsito:

- Maniobras erradas de los conductores de vehículos de dos ruedas.
- Diferencia notoria de velocidades entre los vehículos de dos ruedas y los automotores.

2.3. Estudio de Tránsito

Los estudios de tránsito sirven tanto para los análisis de ingeniería como para soportar los estudios económicos y estudios de factibilidad. Los estudios los dividiremos en dos categorías: Levantamiento o investigaciones de campo y Estudios de gabinete o de análisis de investigaciones. Para los fines del mismo los estudios de tránsito de campo que incluiremos para efectos de revisión son los siguientes: Volúmenes de tránsito y conteos volumétricos, Estudios de velocidades y demoras, Estudios de tiempos de viaje y Estudios de origen y destino. (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2008, pág. 27)

2.3.1. Tipos de vehículos

El Anuario de Tránsito del Ministerio de Transporte e Infraestructura (2021), indica que para el levantamiento de información en campo es necesario tener en cuenta las características de los vehículos, ya que difieren unos de otros, actualmente en nuestro país hay gran variedad de vehículos, para simplificar su estudio es conveniente agruparlos en categorías:

- Motocicletas: Se incluyen todas las categorías de dos, tres y cuatro ruedas de vehículos motorizados, con o sin transporte, esta categoría incluye scooter, motonetas, motocarros, cuadra ciclos y otros triciclos a motor.
- Vehículos livianos: son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, automóviles, jeep, camionetas y microbuses de uso personal.
- Vehículos pesados de pasajeros: son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (hasta de 15 pasajeros y Microbuses Medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes.

- Vehículos pesados de carga: son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2, 3, 4, 5 y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como Agrícolas y de Construcción. (2021, pág. 26).

2.3.2. Tránsito Promedio Diario

El tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 184)

De manera general se expresa como:

$TPD = \frac{N}{1\ DIA < t \quad AÑO}$ Ecuación 4 tomada de (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, 2018, pág. 184)

Donde N representa el número de vehículos que pasan durante t días. De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día.

2.3.3. Tránsito Promedio Diario Anual

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera y se expresa en número de vehículos por día. (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2021, pág. 13)

$TPDA = Tráfico\ promedio\ Diario\ (12\ horas) * FD * FS * FT$ Ecuación 5 tomada de (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2021)

Donde:

FD: Factor día

Fs.: Factor semana

Ft: Factor temporada

2.3.4. Estaciones de Conteo

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características. (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2021, pág. 13)

2.3.5. Hora de Máxima Demanda

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 185)

2.3.6. Factor Hora de Máxima Demanda

Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el volumen máximo Qt Max, que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 192)

Matemáticamente se expresa como:

$$\boldsymbol{FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{t\,max})}}$$ Ecuación 6 tomada de (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, 2018, pág. 192)

Donde:

N: número de períodos durante la hora de máxima demanda.

t: duración del período en minutos.

2.4. Propuesta técnica

2.4.1. Señalización vertical

Es el conjunto de tableros fijados en postes, marcos, caballetes y otras estructuras, colocados provisionalmente en sitios donde se realicen trabajos de construcción o conservación, con leyendas y símbolos que tienen por objeto proteger a los usuarios de la vialidad, al personal y a la obra en sí durante la ejecución de los trabajos, transmitiendo un mensaje relativo a las desviaciones u obras de que se trate. Se clasifican en señales restrictivas, señales preventivas, señales informativas y señales diversas. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 167)

Las señales restrictivas para protección en zonas de obras viales, identificadas con la clave SRP, son tableros con pictogramas y leyendas que tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad, que se encuentren en proceso de construcción, conservación o reparación, así como proteger al personal y a la obra en sí. Generalmente son señales bajas que se fijan en postes, marcos o caballetes, y en algunos casos podrán ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente. La forma y color serán las mismas definidas anteriormente para este tipo de señales. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 167)

Las señales informativas para protección en zonas de obras viales, identificadas con la clave SIP, son tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas y símbolos que tienen por objeto guiar al usuario en forma ordenada y segura a lo largo de las zonas de obras viales o desviaciones, indicarle los destinos en las desviaciones y ciertas recomendaciones temporales que conviene observar debidas a los trabajos de construcción, conservación o reparación, así como proteger al personal y a la obra en sí. Serán rectangulares con su mayor dimensión horizontal, de fondo color naranja reflejante, con leyendas, caracteres y filete en negro. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 167)

Las señales diversas para protección en zonas de obras viales, identificadas con la clave ODP, son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las vialidades, durante trabajos de construcción, conservación o reparación, así como proteger al personal y la obra en sí. Pueden ser indicadores de obstáculos (ODP-5) e indicadores de alineamiento. (ODP-6). (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 167)

2.4.2. Señalización horizontal

Es el conjunto de marcas (identificado con la clave M) y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas. Sirve también para denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas y dispositivos son: rayas, símbolos, leyendas, botones (identificados con la clave DH), botones reflejantes o delimitadores, y reductores de velocidad (identificados con la clave OD). (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 164)

2.4.3. Semáforos

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 496)

2.4.3.1. Ventaja

Ordena la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles, reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes, con espaciamientos

favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla para fines de seguridad. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 497)

2.4.3.2. Desventaja

Cuando el proyecto o la operación de un semáforo o sistema de semáforos es deficiente, ya sea por falta de elementos de juicio, o bien porque se ha abusado de los semáforos como una panacea para resolver todos los problemas, pueden presentarse una o varias de las siguientes desventajas: (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 497)

Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica, causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de la luz roja o del tiempo total del ciclo, Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades, incrementan en el número de accidentes del tipo alcance, por cambios sorpresivos de color. (Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018, pág. 498)

2.4.3.3. Tipo de semáforo

Según lo que establece Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales (2018) los tipos de semáforos son los siguientes:

- **Los semáforos vehiculares accionados por el tránsito:** se usan en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular, y en donde las interrupciones de la circulación deben ser mínimas en la dirección principal.
- **Los semáforos totalmente accionados:** disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección, Los semáforos totalmente accionados: disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección.

- **Los semáforos peatonales:** son los que regulan el tránsito de peatones en las intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y en zonas escolares. Se deben instalar en coordinación con los semáforos vehiculares.
- **Los semáforos especiales de destello:** tienen una o varias señales luminosas de color amarillo y/o rojo, que se iluminan intermitentemente. Son útiles en lugares donde el tránsito o las condiciones locales, no justifican la operación de un semáforo para el control del tránsito de vehículos y sirven para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que existe situación de riesgo. (pág. 498).

CAPÍTULO III
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Inventario vial

Para el inventario vial se aplicó la observación y el levantamiento físico para los distintos elementos del tramo de estudio los cuales presenta señales verticales y horizontales, parada para buses, drenaje menor y mayor característica física de la condición de diseño geométrico de la vía que se presenta en dicho lugar.

3.1.1. Metodología del inventario vial

El levantamiento del inventario vial se realizó mediante un trabajo de campo sistemático, con el propósito de recolectar información precisa sobre las condiciones estructurales y funcionales del tramo evaluado. Para ello, se implementó una metodología de medición a intervalos regulares de 20 metros a lo largo de toda la vía.

En cada punto de medición se registraron datos relacionados con la estructura del tramo (tipo de pavimento, ancho de calzada, entre otros), así como las condiciones físicas observadas (estado superficial, presencia de fallas o deterioro, señalización, drenaje). Asimismo, se documentaron las características del entorno, incluyendo factores ambientales, geográficos y socioeconómicos, así como cualquier circunstancia particular que pudiera afectar el funcionamiento normal de la vía.

Permitiendo obtener una caracterización detallada y confiable del estado actual del tramo, sirviendo como base para el análisis y la toma de decisiones en relación con su mantenimiento, rehabilitación o mejora.

3.1.2. Identificación del tramo

El tramo estudiado inicia en la Rotonda Universitaria hacia los semáforos del memorial Sandino, en la pista Suburbana, del distrito III, en la ciudad de Managua. (Ver figura 1 y 2, pág. 4 y 5).

3.1.3. Clasificación funcional

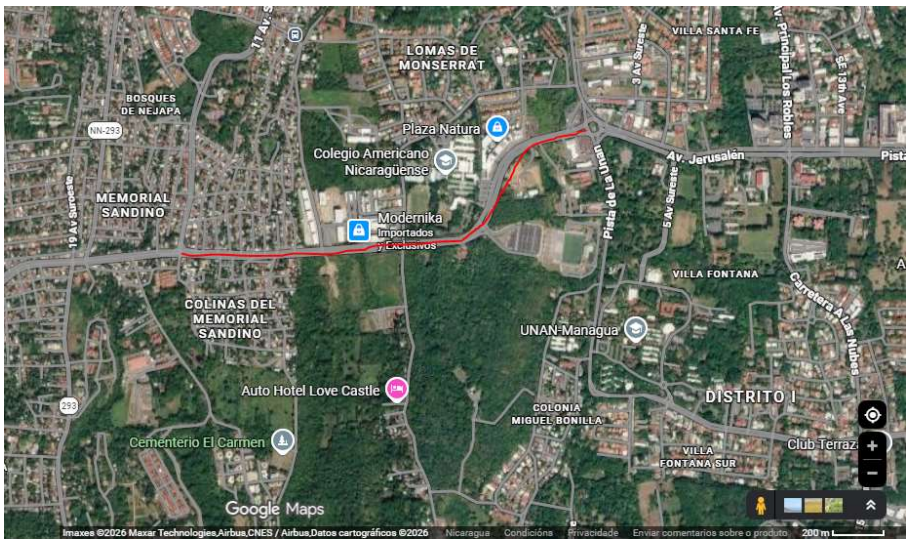
Según la normativa del (Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)) el tramo de estudio está conformado por el grupo de tipo asfalto (pavimento flexible) este en Nicaragua abarca un 4,838.4km (19.5%).

La clasificación de la carretera según (Normas para el diseño geometrico de las carreteras regionales , 2004) se encuentra del tipo de (troncales suburbanas) alcanzan vehículos promedio diario de 13700 vpd, según su servicio para la cual fue diseñada, ya que atiende grandes volúmenes de tránsito cuyo TPDA es mayor a 1,000 vehículos con un valor de 49229 $veh/$ día

3.1.4. Uso del suelo

Según datos de 2011 (INIDE), el Distrito III contaba con una población de 187,508 habitantes, resultando en una densidad poblacional de aproximadamente 2,534 personas por km². A lo largo del tramo se encuentra zona urbana, zona comercial (China Mall, Plaza Natura); zona recreativa (Entrada al Estadio Nacional de Foot Ball), zona residencial.

Figura 3 Uso de suelos



Fuente: Google Maps. Tomado de https://www.google.com/maps/@12.1093786,-86.2850321,2314m/data=!3m1!1e3?hl=gl&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDUxMS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

3.1.5. Condiciones actuales de la estructura de pavimento

En la carretera de manera general se presenta un buen estado de la carpeta de rodamiento del tramo de estudio, pero existen en diferentes partes del tramo en mal estado de la carpeta, según la observación que se realizó en el inventario vial se logra apreciar bache, piel de cocodrilo, fisuras, las cuales se lograron clasificar según los parámetros indicados en la Tabla 1.

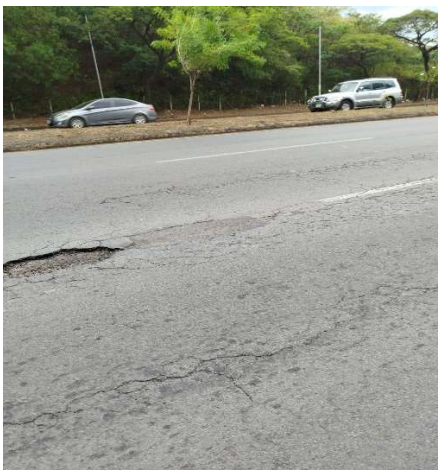
Tabla 1 Criterio para evaluar una superficie de rodamiento de la carpeta Asfáltica

DAÑOS A PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
Estado	**Fisuras y Grietas**	**Fisuras Transversal**	**Bache**
Bajo (B)	Fisuras sin sellar, de ancho promedio a 2 mm con presencia de despostillamiento menor.	Fisuras sin sellar de ancho promedio inferiores a 3 mm, sin ramificaciones.	Tienen una profundidad menor de 2.5 cm máximo, con un diámetro promedio menor a 70 cm.
Mediano (M)	Fisuras sin sellar de ancho promedio menor de 5 mm con presencia de despostillamiento menor.	Área de fisuras que evidencian ramificaciones o fisuras erráticas.	Tienen una profundidad de 2.5 a 5.0 cm máximo, con un diámetro promedio a 70 a 100 cm.
Alto (A)	Fisuras con presencia de despostillamientos severos. Fisuras sin sellar, de ancho promedio a 5 mm Fisuras sin sellar, de ancho promedio a 5 mm.	Fisuras sin sellar, de ancho promedio superior a 6 mm.	Tienen una profundidad mayor a 5.0 cm máximo, con un diámetro promedio mayor de 100 cm.

Fuente: (Secretaria de Integración Económica Centroamericana(SIECA), 2010, págs. 302-312).

Los resultados obtenidos en el inventario vial se muestran en la Tabla 2, indicando la presencia de daños mínimos en la estructura de pavimento flexible, por lo que se puede indicar que dicha estructura se encuentra en buen estado y se recomienda una intervención mínima la cual se detallará más adelante en la sección correspondiente a Propuesta técnica.

Tabla 2 Daños de la carpeta de rodamiento

Tipo de daño	Estado de la carpeta	Imagen del daño
Bache EST 1+000 **Banda Derecha**	Alta (A)	
Bache EST 1+300 Banda Derecha	Alta (A)	

Tipo de daño	Estado de la carpeta	Imagen del daño
Desprendimiento o desintegración superficial del pavimento asfáltico EST 1+600 Banda Izquierda	Mediano (M)	
Bache y presencia de piel de cocodrilo EST 0+750 Banda Izquierda	Alta (A)	
Piel de cocodrilo EST	Media (M)	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.6. Topografía del terreno

La topografía predominante en el tramo es plano según lo indica la tabla 3, ya que presenta una pendiente promedio de -2.71 %. De acuerdo con los rangos establecidos, para que un terreno se considere plano, su pendiente debe ser menor al 5%

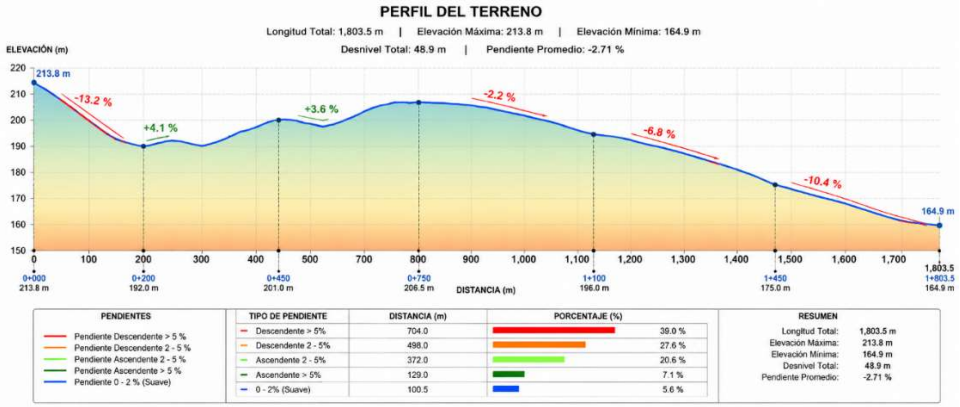
Tabla 3 Clasificación de terrenos en función de sus pendientes naturales

Tipo de terreno	Rango de pendiente %
Llano o Plano	**P ≤ 5**
Ondulado	5 > P ≤ 15
Montañoso	15 > P ≥ 30

Fuente: Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales (Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición, 2011, pág. 116)

En la figura 4 se muestra de forma gráfica el perfil del terreno del tramo en estudio, por lo que una vez más se confirma la presencia del terreno tipo llano o plano, con pendientes predominantes del 2.71 %.

Figura 4 Perfil longitudinal del terreno



Fuente: Datos tomados de Google earth. https://earth.google.com/web/search/semaforos+del+memorial+sandino/@12.10650847,-86.2771178,225.50969895a,4451.07105288d,35y,-156.8589893h,37.33760314t,0r/data=CiwiJgokCX6NtImGjihAERCywGUU8idAGUb9yZzKeFXAIafCFmwzolXAQgIIATIpCicKJQohMWZoU0lNVTFxMU1JNTJyREQ5OVRkVmJiWFYtZ2VCZGZvIAE6AwoBMEICCABKCAiygqqsBBAB . Generado con ChatGPT.

3.1.7. Elementos de la sección transversal

En Nicaragua, el Ministerio de Transporte e Infraestructura, como ente normado en materia de infraestructura vial, cumple con las especificaciones técnicas y normas de diseño, establecidas para nuestra región que responden a las exigencias actuales del tráfico nacional. En este sentido, mediante el inventario vial, se lograron conocer las dimensiones de los elementos que forman la sección trasversal de la carretera que se está analizando.

Tabla 4 Características físicas y geométricas de una carretera en Centroamérica

Asfalto	
Característica	**Rango**
Ancho de Corona	6.0 -10.0 m
Ancho de la Calzada	6.0 – 7.3 m
Derecho de Vía	20.0 – 40.0 m
Bombeo	2.0 -.3.0%
Velocidad de Diseño	60.0 – 80 km/h
Pendiente Máxima	3.0 – 8.0%
Pendiente Ponderada	0.5 – 4.5%
Caja de Puente	HS15 - 44, HS20-44 Y HS20 – 44 +25%

Fuente: (Red vial de Nicaragua, 2020, pág. 15).

Tomando como referencia las tablas 5 y 6, en el inventario vial se obtuvieron los siguientes resultados sobre las características de la sección transversal, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5 Dimensiones de la sección transversal

EST	Sentido de Este a Oeste				Sentido de Oeste a Este			
	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)
	Carril 1	Carril 2	Carril 3		Carril 1	Carril 2	Carril 3	
0+000	3.35	3.35	3.35	17.68	3.35	3.35	3.35	18.5
0+020	3.35	3.35	3.35	18.5	3.35	3.35	3.35	18.5
0+040	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+060	3.35	3.35	3.35	18.2	3.35	3.35	3.35	18.5
0+080	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18.5
0+100	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+120	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+140	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+160	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+180	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+200	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+220	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+240	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+260	3.33	3.33	3.33	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+280	3.33	3.33	3.33	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+300	3.33	3.33	3.33	17.5	3.35	3.35	3.35	19
0+320	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+340	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+360	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+380	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+400	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+420	3.33	3.33	3.33	21	3.35	3.35	3.35	19
0+440	3.33	3.33	3.33	22	3.35	3.35	3.35	19
0+460	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+480	3.33	3.33	3.33	19	3.35	3.35	3.35	19
0+500	3.35	3.35	3.35	17	3.35	3.35	3.35	17.5
0+520	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	17.5
0+540	3.35	3.35	3.35	19	3.35	3.35	3.35	17.5
0+560	3.35	3.35	3.35	19	3.35	3.35	3.35	17.5
0+580	3.35	3.35	3.35	19	3.35	3.35	3.35	17.5
0+600	3.35	3.35	3.35	19	3.35	3.35	3.35	17.5
0+620	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+640	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+660	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+680	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+700	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18

EST	Sentido de Este a Oeste				Sentido de Oeste a Este			
	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)
	Carril 1	Carril 2	Carril 3		Carril 1	Carril 2	Carril 3	
0+720	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+740	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+760	3.34	3.34	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+780	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+800	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+820	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+840	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+860	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+880	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18
0+900	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+920	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	17.5
0+940	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18.5
0+960	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	18.5
0+980	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+000	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+020	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+040	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+060	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+080	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+100	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+120	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+140	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+160	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+180	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+200	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+220	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+240	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+260	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+280	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+300	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+320	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+340	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+360	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+380	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+400	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+420	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+440	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+460	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19

EST	Sentido de Este a Oeste				Sentido de Oeste a Este			
	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)	Ancho de Carril Derecho(m)			Derecho de vía (m)
	Carril 1	Carril 2	Carril 3		Carril 1	Carril 2	Carril 3	
1+480	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+500	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+520	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+540	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+560	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+580	3.35	3.35	3.35	17.5	3.35	3.35	3.35	19
1+600	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	19
1+620	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	19
1+640	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+660	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+680	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+700	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+720	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+740	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+760	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	18.5
1+780	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	19
1+800	3.35	3.35	3.35	18	3.35	3.35	3.35	19

Fuente: Elaboración propia.

- **Anden peatonal**

En el tramo en estudio hay presencia de andenes peatonales, a lo largo del tramo por lo que en la tabla 6, se muestra con detalle el levantamiento realizado, dichos andenes se encuentran en buen estado y cumplen con lo establecido en la sección 4.1. 6. Del Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras.

Tabla 6 Andenes peatonales

EST	Sentido de Este a Oeste	Sentido de Oeste a Este
	Ancho de Anden peatonal	Ancho de Anden peatonal (m)
0+000	NO HAY ANDEN	1.55
0+020		1.55
0+040		1.55
0+060		1.55
0+080		1.55
0+100		1.55

EST	Sentido de Este a Oeste	Sentido de Oeste a Este
	Ancho de Anden peatonal	Ancho de Anden peatonal (m)
0+120		1.55
0+140		1.55
0+160		1.55
0+180		1.55
0+200		1.55
0+220		1.55
0+240		1.55
0+260		1.55
0+280		1.55
0+300		1.55
0+320	1.55	1.55
0+340	1.55	1.55
0+360	1.55	1.55
0+380	1.55	1.55
0+400	1.55	1.55
0+420	1.55	1.55
0+440	1.55	1.55
0+460	1.55	1.55
0+480	1.55	1.55
0+500	1.55	1.55
0+520	1.55	1.55
0+540	1.55	1.55
0+560	1.55	1.55
0+580	1.55	1.55
0+600	1.55	1.55
0+620	1.55	1.55
0+640	1.55	1.55
0+660	1.55	1.55
0+680	1.55	1.55
0+700	1.55	1.55
0+720		1.55
0+740		1.55
0+760		1.55
0+780		1.55
0+800	NO HAY ANDEN	1.55
0+820		1.55
0+840		1.55
0+860		1.55
0+880		1.55

EST	Sentido de Este a Oeste	Sentido de Oeste a Este
	Ancho de Anden peatonal	Ancho de Anden peatonal (m)
0+900		1.55
0+920		1.55
0+940		1.55
0+960		1.55
0+980		1.55
1+000	1.55	1.55
1+020	1.55	1.55
1+040	1.55	1.55
1+060	1.55	1.55
1+080	1.55	1.55
1+100	1.55	1.55
1+120	1.55	1.55
1+140	1.55	1.55
1+160	1.55	1.55
1+180	1.55	1.55
1+200	1.55	1.55
1+220	1.55	1.55
1+240	1.55	1.55
1+260	1.55	1.55
1+280	1.55	1.55
1+300	1.55	1.55
1+320	1.55	1.55
1+340	1.55	1.55
1+360	1.55	1.55
1+380	1.55	1.55
1+400	1.55	1.55
1+420	1.55	1.55
1+440	1.55	1.55
1+460	1.55	1.55
1+480	1.55	1.55
1+500	1.55	1.55
1+520	1.55	1.55
1+540	1.55	1.55
1+560	1.55	1.55
1+580	1.55	1.55
1+600	1.55	1.55
1+620	1.55	1.55
1+640	1.55	1.55
1+660	1.55	1.55

EST	Sentido de Este a Oeste	Sentido de Oeste a Este
	Ancho de Anden peatonal	Ancho de Anden peatonal (m)
1+680	1.55	1.55
1+700	1.55	1.55
1+720	1.55	1.55
1+740	1.55	1.55
1+760	1.55	1.55
1+780	1.55	1.55
1+800	1.55	1.55

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Anden peatonal EST 0+350 (Buen estado)



Fuente: Elaboración propia

- **Boulevard**

Las mediciones presentadas fueron tomadas en sitio, a una distancia regular de cada 20 metros, a lo largo del tramo en estudio, el cual comprende una longitud total de 1.8 km, interrumpiéndose únicamente en las intersecciones. La medida típica de este boulevard es de 4 m y además se encuentra en excelente estado. (Ver Figura 6, pág. 36

Tabla 7 Boulevard

EST	Ancho de Boulevard (m)	EST	Ancho de Boulevard (m)
0+000	4.00	0+900	4.00
0+020	4.00	0+920	Intersección
0+040	4.00	0+940	
0+060	4.00	0+960	4.00
0+080	4.00	0+980	4.00
0+100	4.00	1+000	4.00
0+120	4.00	1+020	4.00
0+140	4.00	1+040	4.00
0+160	4.00	1+060	4.00
0+180	4.00	1+080	4.00
0+200	4.00	1+100	4.00
0+220	4.00	1+120	4.00
0+240	4.00	1+140	4.00
0+260	4.00	1+160	4.00
0+280	4.00	1+180	4.00
0+300	4.00	1+200	4.00
0+320	4.00	1+220	4.00
0+340	4.00	1+240	4.00
0+360	4.00	1+260	4.00
0+380	4.00	1+280	4.00
0+400	4.00	1+300	4.00
0+420	4.00	1+320	4.00
0+440	4.00	1+340	4.00
0+460	4.00	1+360	4.00
0+480	4.00	1+380	4.00
0+500	4.00	1+400	4.00
0+520	4.00	1+420	4.00
0+540	4.00	1+440	4.00

EST	Ancho de Boulevard (m)	EST	Ancho de Boulevard (m)
0+560	4.00	1+460	4.00
0+580	4.00	1+480	4.00
0+600	Intersección	1+500	4.00
0+620		1+520	4.00
0+640	4.00	1+540	4.00
0+660	4.00	1+560	4.00
0+680	4.00	1+580	4.00
0+700	4.00	1+600	4.00
0+720	4.00	1+620	4.00
0+740	4.00	1+640	4.00
0+760	4.00	1+660	4.00
0+780	4.00	1+680	4.00
0+800	4.00	1+700	4.00
0+820	4.00	1+720	4.00
0+840	4.00	1+740	4.00
0+860	4.00	1+760	4.00
0+880	4.00	1+780	4.00
0+900	4.00	1+800	4.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Boulevard (EST 0+350)



Fuente: Elaboración propia

3.1.8. Señalización vertical

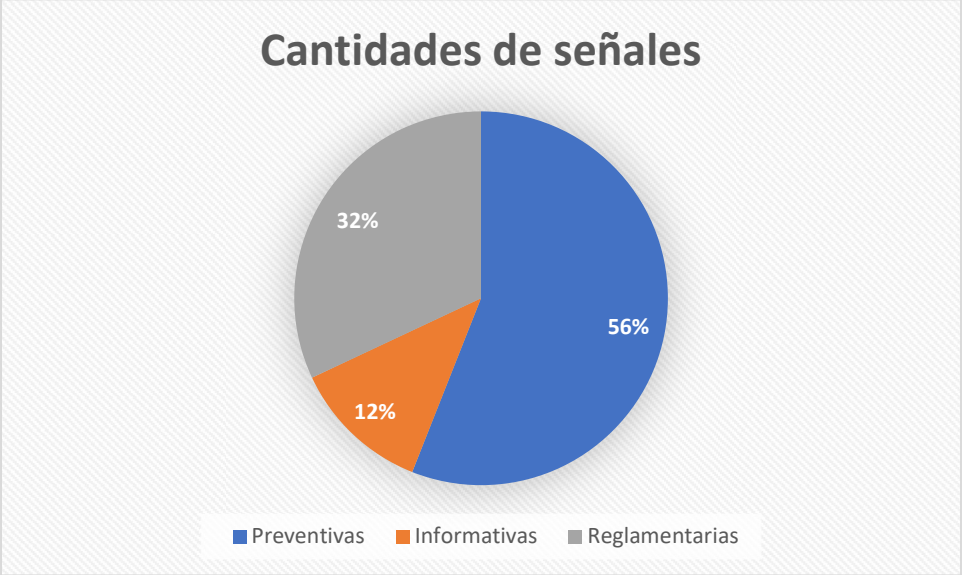
Se realizó un conteo, clasificación e inspección de las señales verticales ubicadas en el tramo de estudio, instaladas por las autoridades correspondientes. Las señales se clasificaron según su tipo. En total se encontraron 25 señales verticales. En la siguiente tabla se muestra la cantidad correspondiente a cada tipo de señal identificada.

Tabla 8 Tipos de señales

Tipo de señales	Cantidades de señales	Porcentaje de señales por tipo
Preventivas	14	56%
Informativas	3	32%
Reglamentarias	8	12%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Tipos de señales del tramo



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se puede observar que el mayor tipo de señales en el tramo son las señales preventivas, lo cual se debe a que se trata de una vía de alto tráfico vehicular. Este tipo de señales es fundamental para organizar el flujo de vehículos y prevenir accidentes. Su objetivo principal es indicar a conductores y peatones lo que deben o no deben hacer. Además, su presencia establece normas de tránsito obligatorias; ignorarlas puede derivar en multas o provocar accidentes.

Tabla 9 Estado de la señal

Estado de la señal	Descripción
Buena	Con ligeros signos de desgaste, pero perfectamente legible y funcional.
Regular	Presenta manchas, desgaste parcial o daños menores; requiere revisión pronto.
Mala	Deterioro severo, ilegible o deformada; necesita reemplazo inmediato.

Fuente Elaboración propia, parámetros obtenidos del: (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Transito, 2014, pág. 56)

Tabla 10 Estado de la Señalización vertical del tramo

No.	Coordenada UTM		Banda	Código	Estado	Evidencia
	E	N				
1	579114.334	1339209.344	Derecha	R-301	Bueno	
2	578773.365	1338938.577	Derecha	E-1-5	Bueno	
3	578024.019	1338731.086	Derecha	P-9-1	Bueno	
4	578024..019	1338731.086	Derecha	P-9-1	Bueno	

No.	Coordenada UTM		Banda	Código	Estado	Evidencia
	E	N				
5	577676.181	1338723.831	Derecha	P-9-1	Regular	
6	577582.539	1338731.054	Derecha	R-1-2	Bueno	
7	577581	1338700	Izquierda	P-9-1	Bueno	
8	577739.988	1338698.331	Izquierda	P-9-1	Bueno	
9	578318.761	1338727.91	Izquierda	P-7-34	Bueno	
10	578409.131	1338729.925	Izquierda	P-9-1	Bueno	
11	578737.807	1338795.25	Izquierda	R-301	Bueno	

No.	Coordenada UTM		Banda	Código	Estado	Evidencia
	E	N				
12	578737.807	1338795.25	Izquierda	P-9-1	Bueno	
13	578746.36	1338803.031	Izquierda	IS-7-6	Bueno	
14	579154.468	1339181.863	Izquierda	R-1-2	Regular	
Señales verticales en el boulevard						
15	579140	1339203	Derecho	ID-3-6	Bueno	
16	578842	1339082	Derecho	R-301	Regular	
17	578158	1338726	Derecho	R-3-11a	Bueno	
18	577772	1338708	Derecho	P-3-3	Bueno	

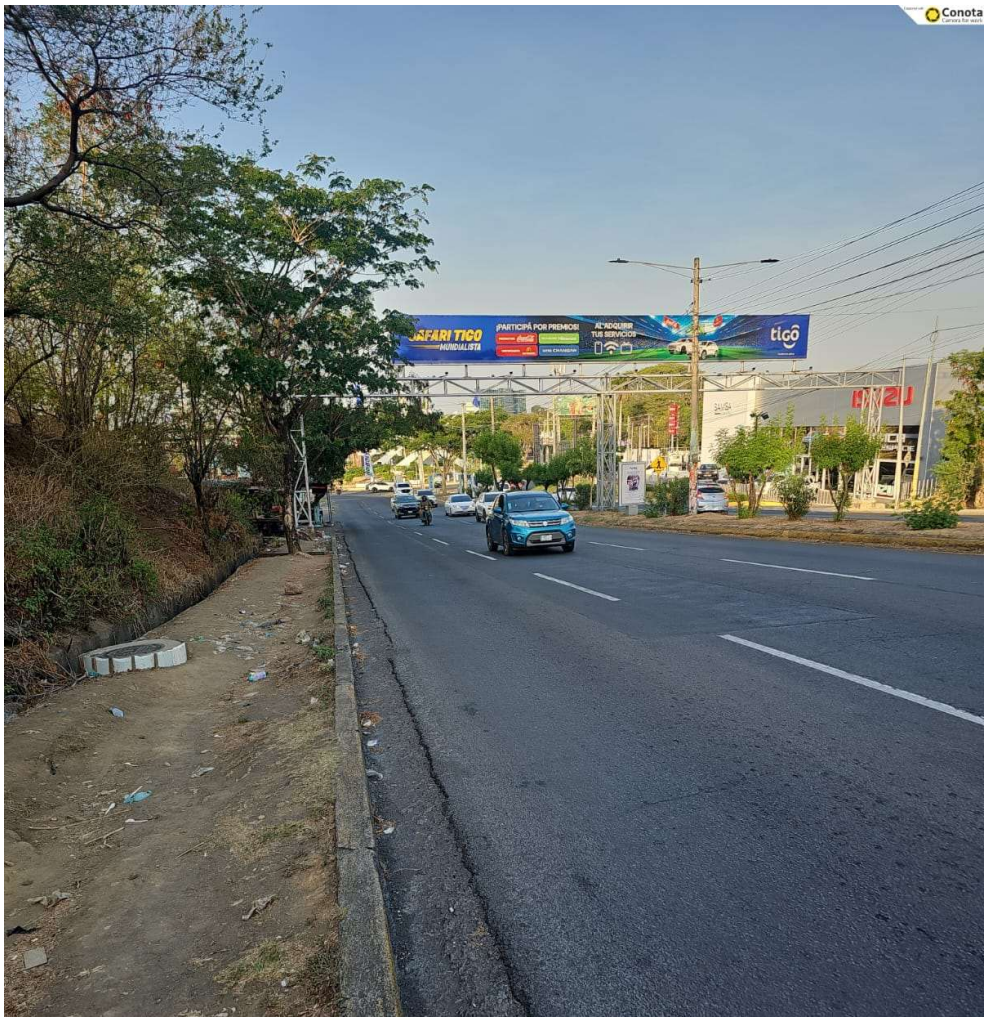
No.	Coordenada UTM		Banda	Código	Estado	Evidencia
	E	N				
Señales verticales en el boulevard						
19	578272	1338736	Izquierdo	P-3-3	Bueno	
20	578347	1338743	Izquierdo	SR-05	Bueno	
21	578386	1338749	Izquierdo	P-9-1	Bueno	
22	5784411	1338747	Izquierdo	R-1-2	Regular	
23	578928	13399141	Izquierdo	P-3-4	Bueno	
24	579057	1339177	Izquierdo	P-9-1	Bueno	
25	579144	1339199	Izquierdo	R-1-2	Bueno	

Fuente: Elaboración propia

3.1.9. Señalización horizontal

Las condiciones de la señalización horizontal en su mayoría son **buenas,** se logró encontrar: línea blanca, fechas direccionales, cruces peatonales en mal estado, cuales se muestran detalladas a continuación:

Figura 8 Condición de la señalización horizontal (Línea blanca) EST 0+300



Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Flecha direccional EST 0+900



Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Estado de la señalización horizontal



Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Cruce peatonal (EST 0+200)



Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Cruce peatonal (EST 0+100)



Fuente: Elaboración propia

3.1.10. Drenaje

En cuanto al drenaje superficial del tramo en estudio, se logró identificar cunetas a lo largo de todo el tramo. También, se logró encontrar alcantarillas. Todos estos elementos del drenaje se encuentran en bueno y regular estado, en algunos casos con presencia de vegetación y basura. Las evidencias del inventario de drenaje se muestran a continuación:

- **Cunetas y canales**

A lo largo del todo el tramo, en ambos sentidos se encuentra Cuneta de bordillo (cordón-cuneta), de sección triangular., establecido en el Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, sección 4.3, destacando que en su mayoría se encuentra en regular estado, teniendo presencia de vegetación y fisuras en el concreto.

De igual forma se logró identificar la presencia de un canal rectangular, cuya sección hidráulica es de 0.83 m de ancho por 0.73 m de profundidad, el cual se encuentra en buen estado, pero con la presencia de vegetación y basura. (Ver figura 13).

Figura 13 Estado de la cuneta (EST 0+280)



Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Estado de canal EST 0+270



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Canal EST 0+700 Oeste a Este



Fuente: Elaboración propia

- **Alcantarilla**

A lo largo del tramo, se encontraron cinco alcantarillas, las cuales se encuentran en buen estado, sin presencia de basura y con poca vegetación, sus dimensiones se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 11 Inventario alcantarillas

No	EST	DIÁMETRO	MATERIAL	ESTADO
1	0+200 Banda derecha	0.55 m	Concreto reforzado	Buen estado
2	0+400 Banda derecha	0.55 m	Concreto reforzado	Buen estado
3	0+600 Banda derecha	0.55 m	Concreto reforzado	Buen estado
4	0+700 Banda derecha	0.55 m	Concreto reforzado	Buen estado
5	0+900 Banda derecha	0.55 m	Concreto reforzado	Buen estado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se muestra a manera de ejemplo, el estado de la alcantarilla que se encuentra ubicada frente a Plaza Natura, en la EST 0+400, la cual se encuentra en buen estado.

Figura 16 Alcantarilla EST 0+400 (Sentido Oeste - Este, Frente a plaza Natura)



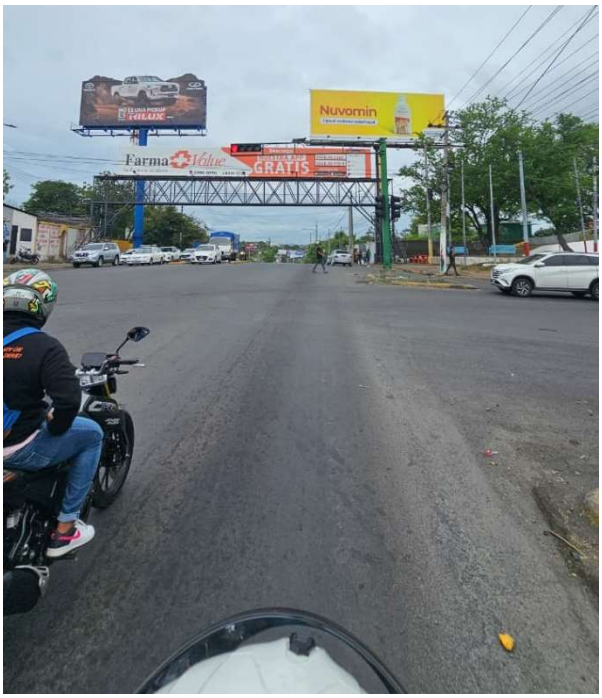
Fuente: Elaboración propia

3.1.11. Semáforos

Se realizó un conteo, clasificación e inspección de las señales de semáforos ubicadas en el tramo de estudio, instaladas por las autoridades correspondientes del tipo de semáforos para el control de tránsito para el vehículo, los semáforos que se encontraron en buena condición según (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Transito, 2014, pág. 264).

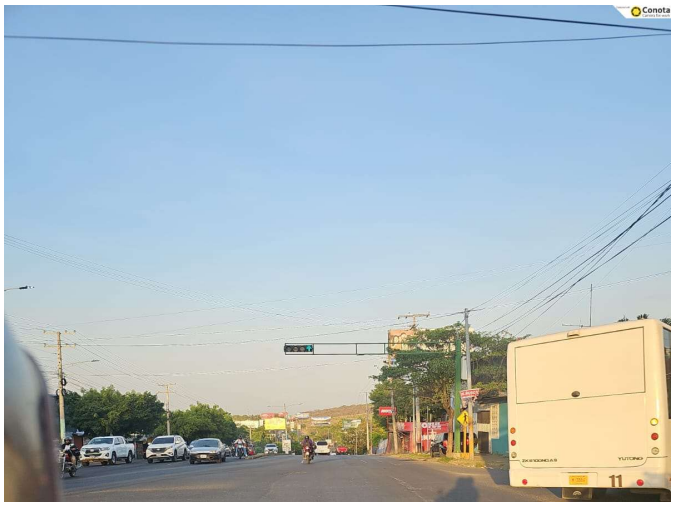
En las figuras siguientes, se muestran los dos semáforos encontrados en la EST 0+900 (Frente a Keisser University) y al final del tramo EST 1+800 (Semáforos del Memorial Sandino).

Figura 17 Semáforos del Memorial Sandino EST 1+800



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Semáforos del Memorial Sandino EST 1+800



Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Semáforos de Keisser EST 0+900



Fuente: Elaboración propia

3.1.12. Paradas de buses

En el tramo, se lograron identificar tres paradas de buses con sus casetas, las cuales se encuentran en excelente estado, ubicadas estratégicamente en zonas comerciales y escolares, como es el caso de Plaza Natura, Keisser University y en la zona de los Semáforos del Memorial Sandino.

Se presenta tabla 12 las dimensiones típicas de las bahías para el refugio de autobuses en las carreteras.

Tabla 12 Dimensiones típicas de bahía y parada

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Log total (m)
Para un bus	10	15	15	3-4	40
Para dos buses	10	30	15	3-4	55
Para tres buses	10	45	15	3-4	75

Fuente (Normas para el diseño geometrico de las carreteras regionales , 2004, pág. 109).

Figura 21 Parada de buses Keisser University

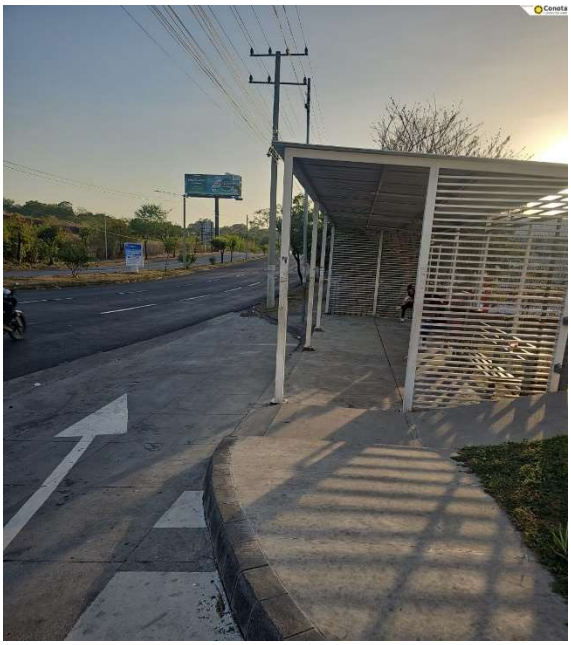


Figura 20 Parada de buses Plaza Natura



Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Parada de buses EST 1+600



Fuente: Elaboración propia

3.2. Estudio de accidentalidad

El estudio de accidentalidad realizado en el tramo Rotonda Universitaria hacia los semáforos del Memorial Sandino, forma parte de uno de los estudios cruciales en esta temática de la Seguridad vial, mostrando los datos estadísticos de la accidentalidad en el tramo, proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional de la Policía Nacional, como parte también de la vinculación interinstitucional de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Se hizo un análisis del inventario de accidentes registrado por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional, en el municipio de Managua departamento de Managua para los años de 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

3.2.1. Metodología

Mediante la función filtrar en Microsoft Excel, permitió desarrollar la selección de los accidentes correspondientes al tramo en estudio, generando un análisis detallado sobre lo que se detallará a continuación:

- Accidentes totales por año
- Accidentes por mes y por día
- Tipos de accidentes
- Reconocimiento de las causas mediatas e inmediatas de los accidentes.
- Tipos de vehículos involucrados en los accidentes en el periodo de análisis.
- Determinación de los índices de accidentalidad, morbilidad y mortalidad.

3.2.2. Accidentes por años

En la siguiente tabla, se muestra el consolidado de los accidentes ocurridos en el tramo, destacando que en el año 2019 ocurrieron la menor cantidad, y que en el año 2023 se incrementaron los accidentes en un total de 228 accidentes.

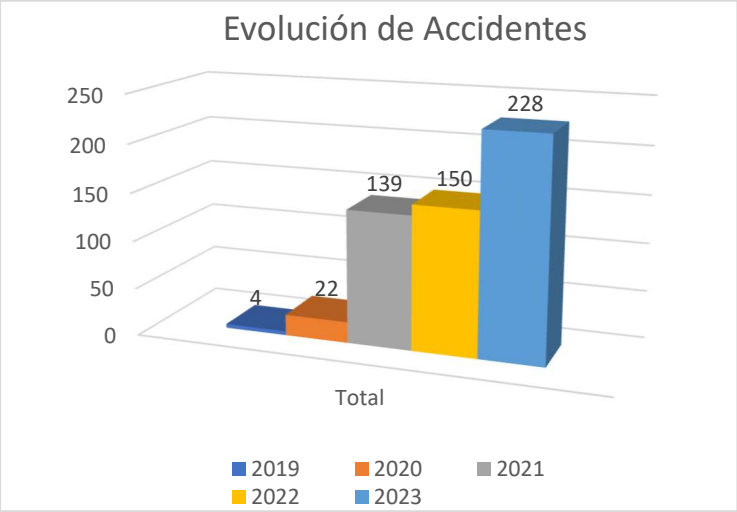
Tabla 13 Accidentes por año

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Total	4	22	139	150	228

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional.

De manera gráfica se puede evidenciar en la figura la situación de incremento de los accidentes a medida de los años. Permitiendo de este modo tomar decisiones para la propuesta de seguridad vial en este tramo.

Figura 23 Accidentes por año



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional.

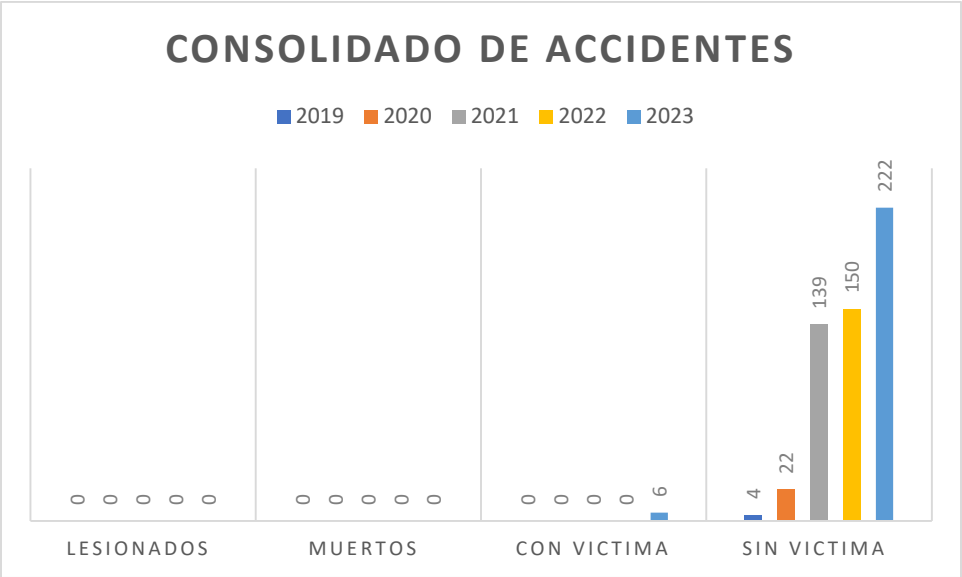
Además, es importante mostrar los datos de los accidentes por años en los que se vieron involucradas víctimas y sin víctimas, para generar un análisis más detallado en el sentido del cálculo de los índices de accidentalidad que se detallarán más adelante. La tabla 14 muestra el consolidado por año, así como también la gráfica 24 explica el incremento de los accidentes según el paso de los años.

Tabla 14 Consolidado de accidentes por año

Año	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Lesionados	0	0	0	0	0	0
Muertos	0	0	0	0	0	0
Con victima	0	0	0	0	6	6
Sin victima	4	22	139	150	222	537
Total de accidentes	4	22	139	150	228	543

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional.

Figura 24 Consolidado de accidentes por año



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional.

3.2.3. Accidentes por mes

En este tipo de estudios, es necesario realizar una clasificación de la cantidad de accidentes en los distintos meses de los años de análisis, por lo que en la tabla 15 se muestra el detallado de los accidentes. Destacando que en el año 2019 el mes de septiembre fue el mes de mayor accidentalidad, en el año 2020 el mes de agosto, en el año 2021 y 2022 el mes de junio y en el 2023 el mes de julio.

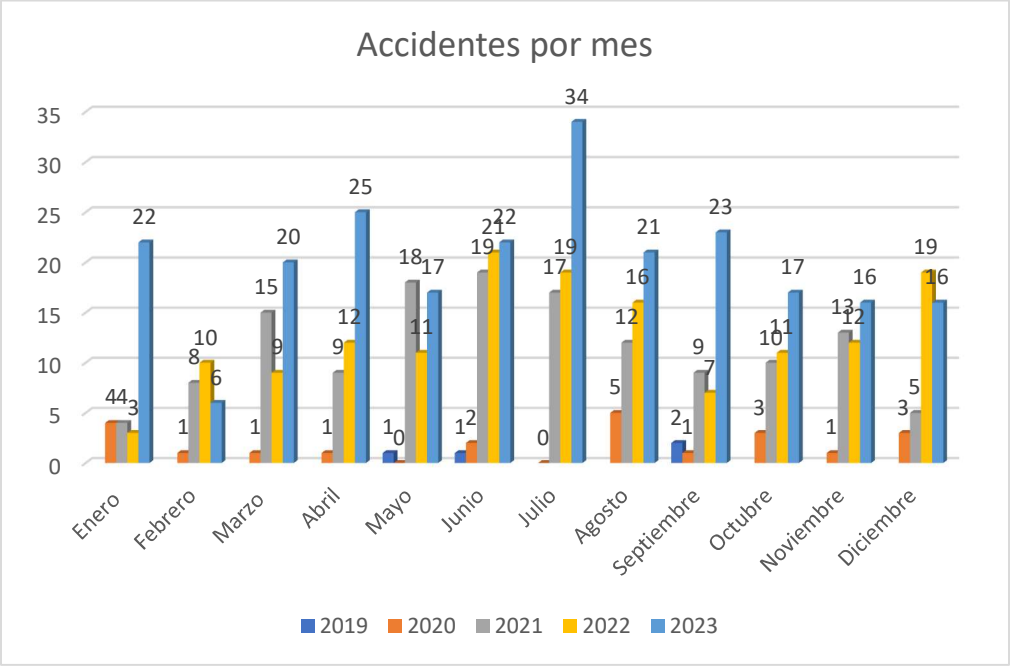
Tabla 15 Accidentes por mes

Meses	2019	2020	2021	2022	2023
Enero		4	4	3	22
Febrero		1	8	10	6
Marzo		1	15	9	20
Abril		1	9	12	25
Mayo	1	0	18	11	17
Junio	1	2	19	21	22
Julio		0	17	19	34
Agosto		5	12	16	21
Septiembre	2	1	9	7	23
Octubre		3	10	11	17
Noviembre		1	13	12	16

Meses	2019	2020	2021	2022	2023
Diciembre		3	5	19	16
Total	4	22	139	150	239

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional.

Figura 25 Accidentes por mes



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.4. Accidentes por días

Al igual que la clasificación de los accidentes por mes, también se muestra en la siguiente tabla, los accidentes por día, destacando que el día de mayor accidentalidad es de domingo a jueves en todos los años, y viernes en el año 2022 y en sábado para el año 2021.

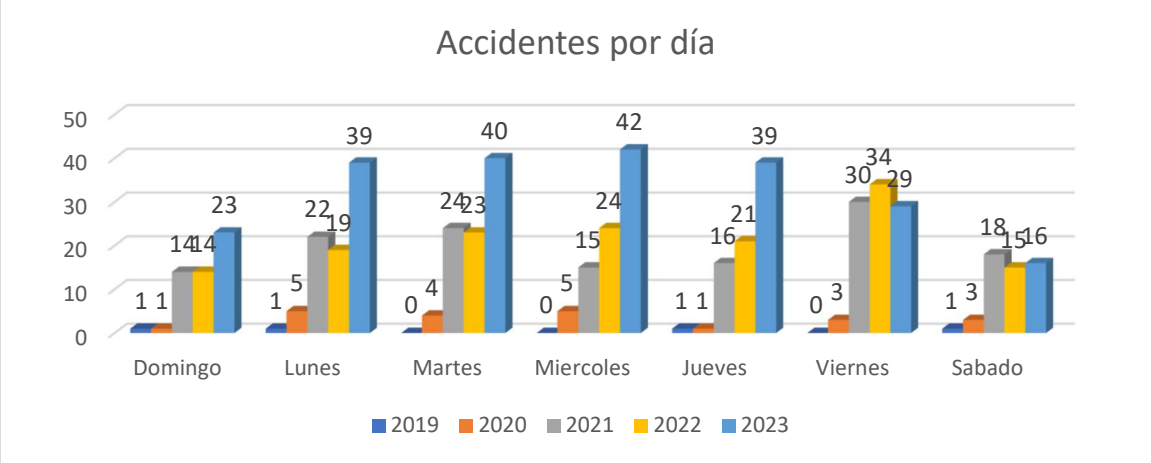
Tabla 16 Accidentes por día

Dia	2019	2020	2021	2022	2023
Domingo	1	1	14	14	23
Lunes	1	5	22	19	39
Martes	0	4	24	23	40
Miércoles	0	5	15	24	42
Jueves	1	1	16	21	39
Viernes	0	3	30	34	29
Sábado	1	3	18	15	16
Total	4	22	139	150	228

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

De forma gráfica la figura 26 muestra el comportamiento de los accidentes en los días de la semana, ratificando lo indicado en la explicación de la tabla 15.

Figura 26 Accidentes por día



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.5. Accidentes por hora

En la tabla 17 se muestra el detallado de los accidentes por hora, destacando que en el lapso de 7:00 – 8:00 am, se concentran los accidentes en el periodo 2021-2023, básicamente durante la hora pico, donde la mayor parte de las personas se dirigen a sus labores, seguidamente el otro periodo de mayor cantidad de

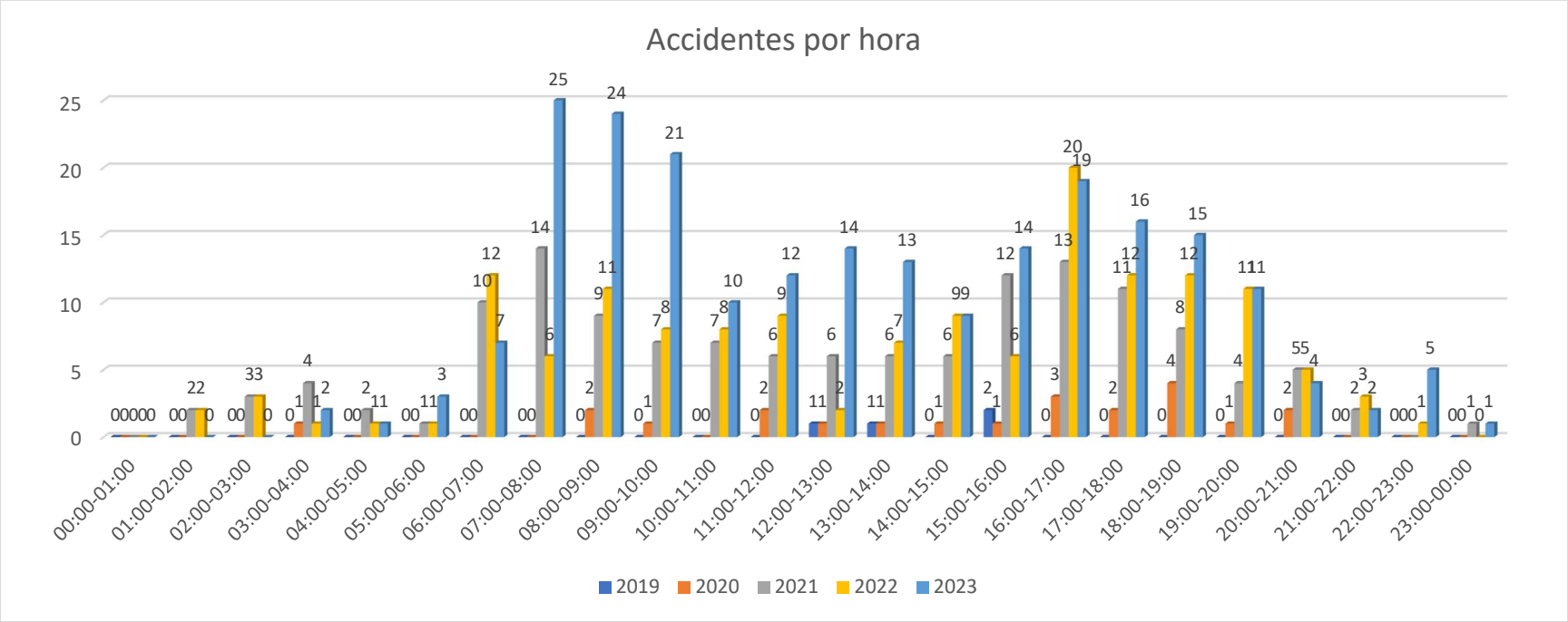
accidentes es el lapso de las 11:00 am – 13:00 pm, y por último se concentra en los años 2021 a 2023, al final la jornada laboral de las 16:00 – 18:00 pm.

Tabla 17 Accidentes por hora

Hora	2019	2020	2021	2022	2023
00:00-01:00	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	2	2	0
02:00-03:00	0	0	3	3	0
03:00-04:00	0	1	4	1	2
04:00-05:00	0	0	2	1	1
05:00-06:00	0	0	1	1	3
06:00-07:00	0	0	10	12	7
07:00-08:00	0	0	14	6	25
08:00-09:00	0	2	9	11	24
09:00-10:00	0	1	7	8	21
10:00-11:00	0	0	7	8	10
11:00-12:00	0	2	6	9	12
12:00-13:00	1	1	6	2	14
13:00-14:00	1	1	6	7	13
14:00-15:00	0	1	6	9	9
15:00-16:00	2	1	12	6	14
16:00-17:00	0	3	13	20	19
17:00-18:00	0	2	11	12	16
18:00-19:00	0	4	8	12	15
19:00-20:00	0	1	4	11	11
20:00-21:00	0	2	5	5	4
21:00-22:00	0	0	2	3	2
22:00-23:00	0	0	0	1	5
23:00-00:00	0	0	1	0	1

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

Figura 27 Accidentes por hora



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

En la figura 26 se logra apreciar la distribución de los accidentes por horas, destacando que la mayor ocurrencia se da en las horas de mayor concentración de vehículos, y las menores cantidades de accidentes se dan durante la madrugada.

3.2.6. Tipos de accidentes

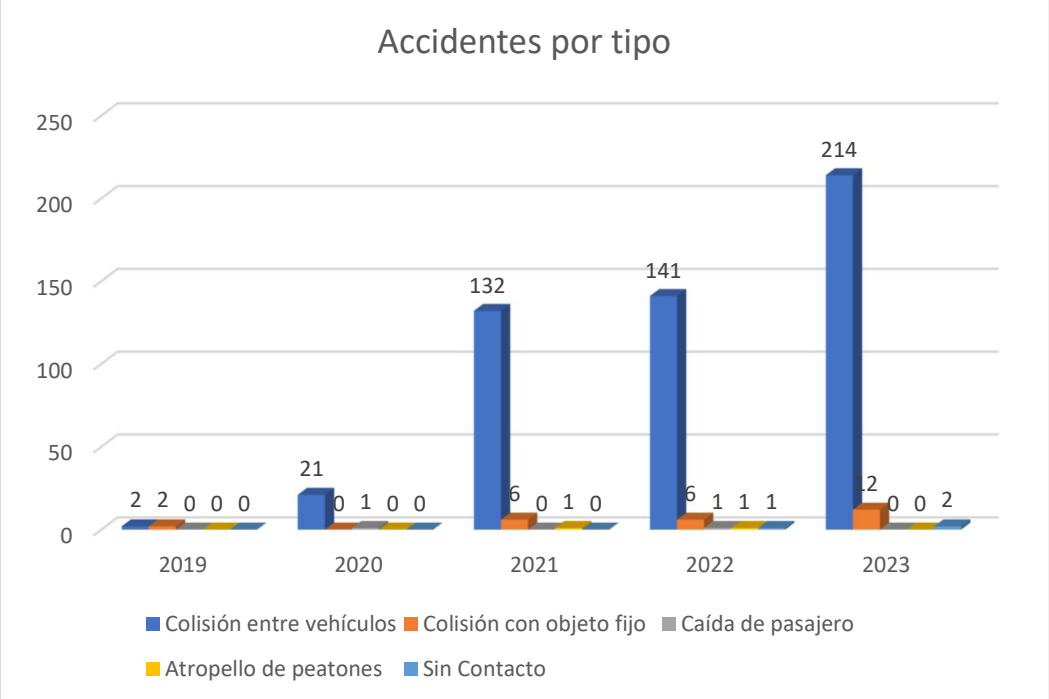
Acorde con los datos proporcionados por la Policía de Tránsito, la clasificación de accidentes por tipos a lo largo de los años dentro del periodo de análisis son los que se detallan en la tabla 18, resaltando que la colisión de vehículos es la más predominante y la de menor cantidad es la caída de pasajeros en los buses de transporte colectivo.

Tabla 18 Accidentes por tipo

Por Tipo	2019	2020	2021	2022	2023
Colisión entre vehículos	2	21	132	141	214
Colisión con objeto fijo	2	0	6	6	12
Caída de pasajero	0	1	0	1	0
Atropello de peatones	0	0	1	1	0
Sin Contacto	0	0	0	1	2
Total	4	22	139	150	228

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

Figura 28 Accidentes por tipo



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.7. Causas de los accidentes

A continuación, se mostrará el detalle de las causas mediatas e inmediatas de los accidentes ocurridos en el tramo en estudio en el periodo 2019-2023, destacando cada uno de ellos en la sección siguiente.

- ***Causas inmediatas***

  Los accidentes en el tramo comúnmente son causados por no guardar la distancia, invasión de carril, falta de pericia al retroceder, siendo estos el factor común en los años de análisis, los cuales detalladamente se muestran en la tabla 19.

Tabla 19 Causas inmediatas de los accidentes

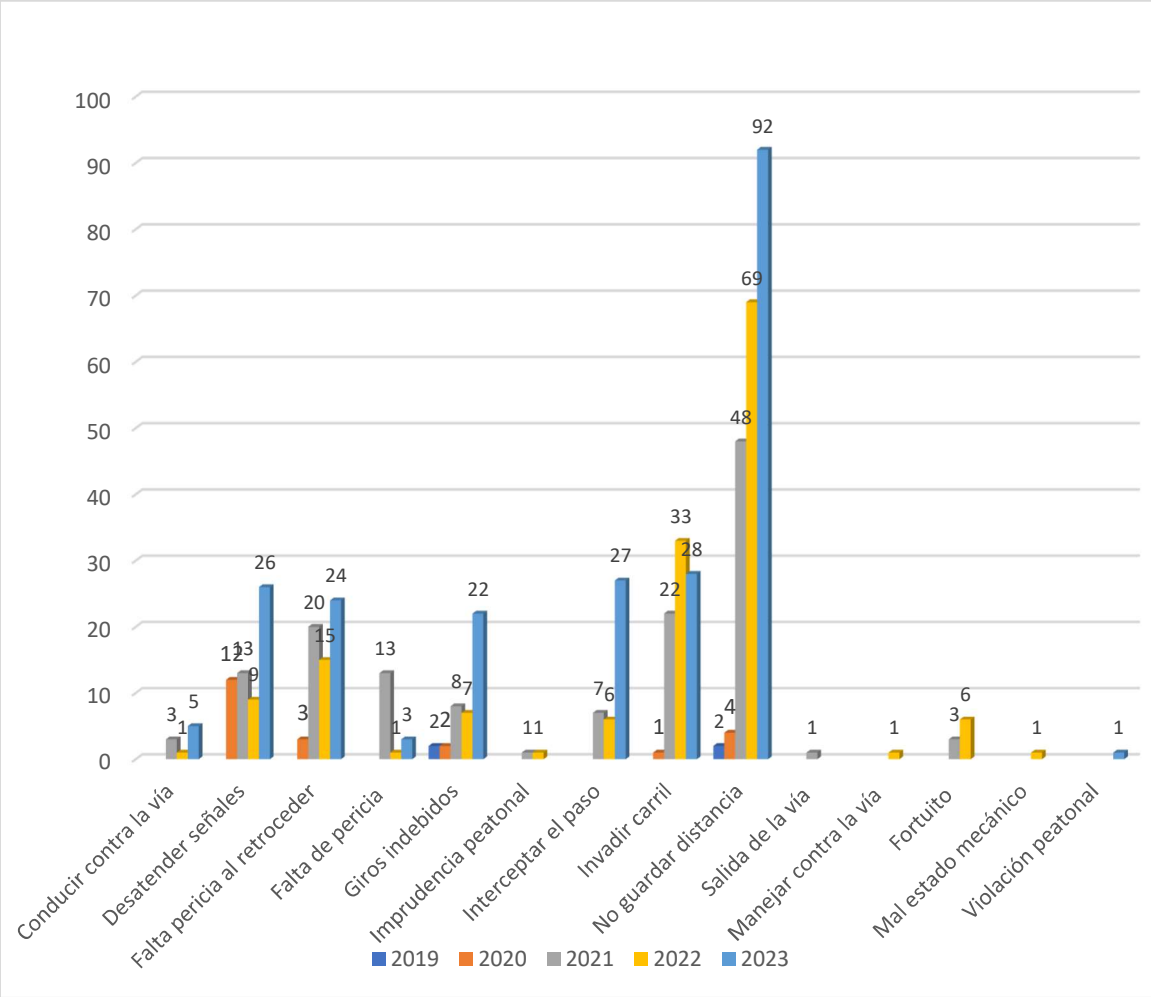
Tipo de accidente	Años				
Causa Inmediata	2019	2020	2021	2022	2023
Conducir contra la vía			3	1	5
Desatender señales		12	13	9	26
Falta pericia al retroceder		3	20	15	24
Falta de pericia			13	1	3
Giros indebidos	2	2	8	7	22
Imprudencia peatonal			1	1	
Interceptar el paso			7	6	27
Invadir carril		1	22	33	28
No guardar distancia	2	4	48	69	92
Salida de la vía			1		
Manejar contra la vía				1	
Fortuito			3	6	
Mal estado mecánico				1	
Violación peatonal					1

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

En la figura 29, se muestra gráficamente el comportamiento de las causas inmediatas de los accidentes en el tramo, demostrando la mayor incidencia en el caso de no guardar distancia y la invasión de carril. Destacando también que

existe como causa el desatender las señales del tramo, las cuales como se pudo observar en el inventario vial se encuentran entre bueno y regular estado.

Figura 29 Causas inmediatas de los accidentes



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

- ***Causas mediatas***

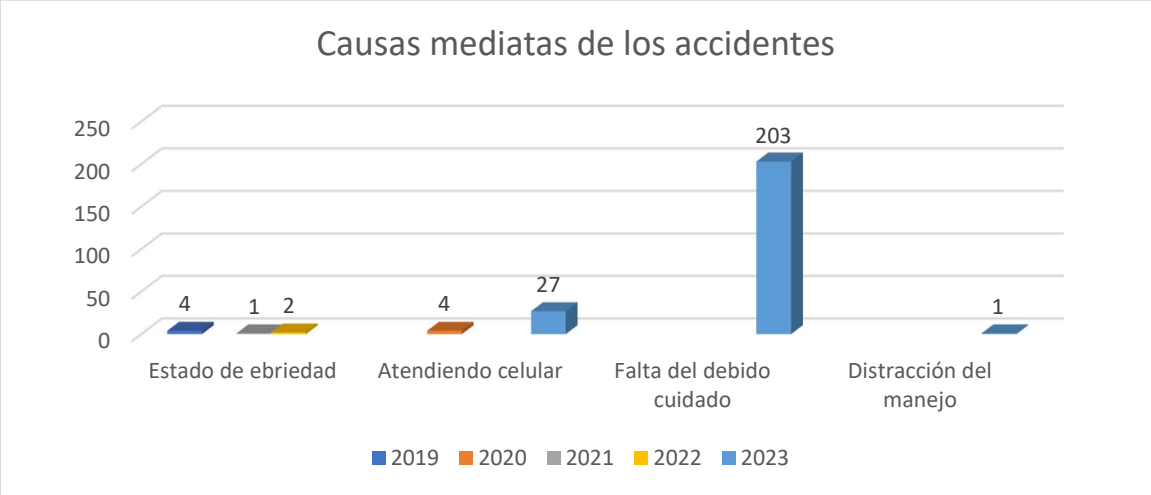
  Las causas mediatas de los accidentes en el tramo son las que se detallan en la tabla 20, en la que se muestra que la mayor cantidad de accidentes se han ocasionado por la falta del debido cuidado al conducir, generando de este modo un mayor aporte al nivel de accidentalidad del tramo.

Tabla 20 Causa mediata de los accidentes

Tipo de Accidentes	Año				
Causa Mediata	2019	2020	2021	2022	2023
Estado de ebriedad	4		1	2	
Atendiendo celular		4			27
Falta del debido cuidado					203
Distracción del manejo					1

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

Figura 30 Causas mediatas de los accidentes

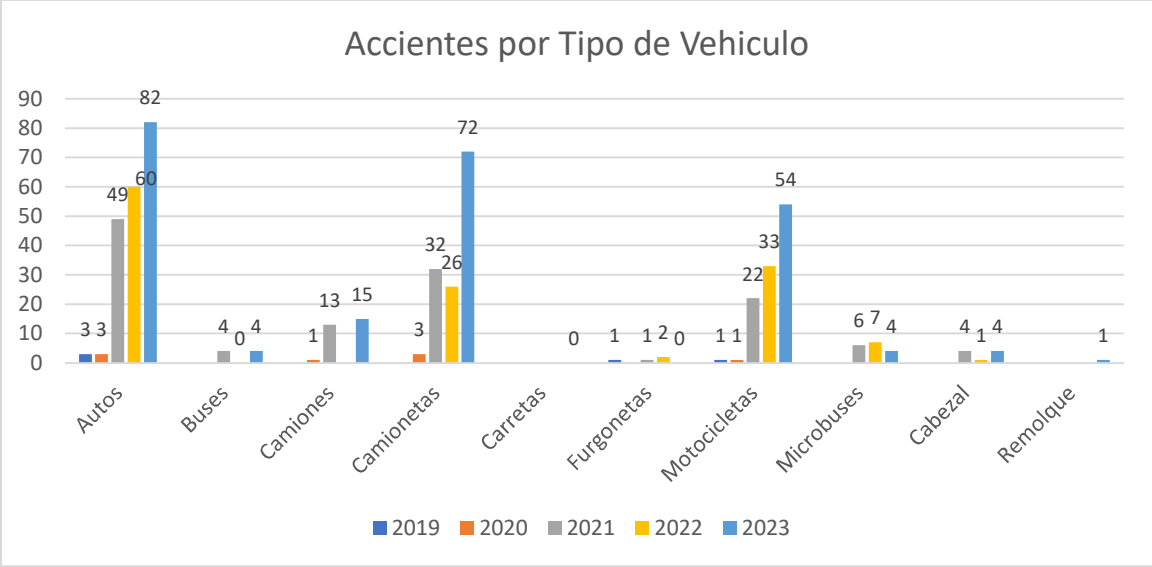


Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.8. Accidentes por tipos de vehículo

También es importante mostrar los datos de los accidentes por tipo de vehículo, los cuales se describen en la Figura 31, indicando que la mayoría de los vehículos involucrados en los accidentes son del tipo los autos, seguido de camionetas y por último las motocicletas, por lo que son básicamente los vehículos más comunes en el tramo, acorde a lo que se indica en el estudio de tránsito que se desarrollará más adelante.

Figura 31 Accidentes por tipo de vehículo



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.9. Puntos críticos

Este punto está determinado por múltiples factores, siendo aquellos que ocurren más de tres accidentes por año durante por un período determinado, por factores de seguridad vial que desencadena al evento, así como potencializado por factores mecánico, humano y fortuito al momento de producir accidente. Las intersecciones y empalme son considerado punto crítico en una carretera, que son una parte esencial de la red vial.

En la tabla 21 se muestran los puntos críticos sintetizados los cuales básicamente representan las zonas de mayor riesgo en temas de accidentalidad, por lo que han ocurrido más de cinco accidentes en el tramo, durante los cinco años de análisis. Sin embargo, en los años 2019 y 2020 no hay registro de tantos accidentes, por lo que esta zona no representarían puntos críticos, pero como una forma de mostrar datos de los años siguientes, se han consolidado en la tabla 20. Efectivamente, estos puntos representan una zona riesgosa precisamente en las horas de máxima demanda, generando los distintos accidentes antes expuestos.

Tabla 21 Puntos críticos

Punto crítico	2019	2020	2021	2022	2023
Rotonda Universitaria	2	2	57	161	60
Semáforos Memorial Sandino	2	6	83	136	70

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.2.10. Magnitud del problema

Para analizar la accidentabilidad se calcula los índices de morbilidad, mortalidad y accidentabilidad se hará la comparación entre los 5 años de estudio para verificar el comportamiento de los accidentes respecto al tramo de estudio que se presenta proporcionalmente con la población, vehículo y el kilometraje recorrido. Se dispondrá de cifra o índice que permitirá hacer dicho estudio.

- **Índices con respecto a la población**

  La Tabla 22 presenta los índices calculados con respecto a la población de Managua para el período 2019–2023 en el tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino. Estos indicadores permiten evaluar la magnitud del problema de accidentalidad y su evolución temporal, relacionando los eventos ocurridos con la población expuesta.

  El índice de accidentalidad expresa la cantidad de accidentes ocurridos por cada 100,000 habitantes, permitiendo establecer una relación entre la ocurrencia de siniestros y la población del área de estudio. Los resultados muestran una tendencia creciente durante el período analizado, pasando de 0.38 en 2019 a 21.43 en 2023. Este comportamiento evidencia un incremento sostenido en la ocurrencia de accidentes dentro del tramo estudiado, siendo el año 2023 el de mayor incidencia con 228 accidentes registrados. El aumento progresivo sugiere una mayor exposición al riesgo vial, posiblemente asociada al incremento del flujo vehicular, cambios en las condiciones operacionales o

factores relacionados con la infraestructura y el comportamiento de los usuarios.

El índice de morbilidad representa la cantidad de personas lesionadas producto de accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes. Durante los años 2019–2022 este indicador permaneció en 0.00, debido a la ausencia de registros de personas heridas dentro de la base de datos analizada. Sin embargo, en 2023 se registraron 6 lesionados, generando un índice de 0.56, lo cual evidencia la aparición de consecuencias físicas derivadas de los accidentes en el tramo estudiado. Aunque el valor es relativamente bajo, indica que la severidad de algunos eventos comenzó a generar afectaciones directas a las personas involucradas.

El índice de mortalidad corresponde al número de fallecidos por accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes. Los resultados indican un valor de 0.00 durante todo el período evaluado, debido a que no se registraron víctimas fatales en el tramo analizado. Esto sugiere que, aunque la frecuencia de accidentes ha aumentado considerablemente, la gravedad de los eventos no alcanzó niveles que ocasionaran pérdidas humanas durante los años estudiados.

En términos generales, los resultados muestran que el problema principal del tramo en estudio se encuentra asociado al incremento de la frecuencia de accidentes, reflejado por el aumento significativo del índice de accidentalidad. A pesar de que los índices de morbilidad y mortalidad permanecen bajos, el crecimiento continuo de los accidentes constituye una señal de alerta que requiere la implementación de medidas de seguridad vial para prevenir una posible intensificación de las consecuencias humanas en años futuros.

Tabla 22 Índices con respecto a la población

Índices con respecto a la población					
Año	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Población Managua	1,052,217	1,055,247	1,058,190	1,061,054	1,063,815
Accidentes en el tramo	4	22	139	150	228
Heridos	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
Muertos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Índice de accidentalidad	0.38	2.08	13.14	14.14	21.43
Índice de morbilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
Índice de mortalidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

- **Índices con respecto al parque vehicular**

La Tabla 23 presenta los índices calculados con respecto al parque vehicular de Managua para el período 2019–2023 en el tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino. Estos indicadores permiten evaluar la relación entre la ocurrencia de accidentes y la cantidad de vehículos en circulación, proporcionando una medida del riesgo asociado al crecimiento del parque automotor.

El índice de accidentalidad representa la cantidad de accidentes ocurridos por cada 100,000 vehículos registrados. Los resultados muestran un incremento significativo durante el período evaluado, pasando de 0.85 en 2019 a 29.79 en 2022. Se observa una tendencia creciente entre los años analizados, lo que indica que, además del aumento en el número de accidentes, existe una relación con el incremento de la cantidad de vehículos que circulan en Managua. Aunque el valor correspondiente al año 2023 no pudo calcularse debido a la ausencia de información del parque vehicular, ese año registró 228 accidentes, siendo la mayor cantidad de eventos observados durante el período de estudio. Este comportamiento sugiere un aumento progresivo del riesgo vial en el tramo analizado.

El índice de morbilidad, que expresa la cantidad de personas lesionadas por accidentes de tránsito por cada 100,000 vehículos, presentó un valor de 0.00 entre 2019 y 2022, debido a la inexistencia de registros de lesionados durante esos años. Para el año 2023 tampoco fue posible determinar este índice debido a la falta de datos del parque vehicular, aunque se registraron 6 personas heridas en los accidentes ocurridos en el tramo estudiado.

El índice de mortalidad corresponde a la cantidad de fallecidos por accidentes de tránsito por cada 100,000 vehículos registrados. Los resultados muestran un valor de 0.00 durante todo el período analizado, debido a que no se registraron víctimas mortales asociadas a los accidentes ocurridos en el tramo de estudio.

De manera general, el análisis evidencia que la frecuencia de accidentes presenta una tendencia creciente respecto al parque vehicular, indicando que el aumento de la circulación vehicular puede estar asociado a una mayor exposición al riesgo de accidentes. A pesar de que los índices de morbilidad y mortalidad permanecieron nulos o bajos, el incremento sostenido del índice de accidentalidad evidencia la necesidad de implementar estrategias orientadas a mejorar la seguridad vial y reducir la ocurrencia de siniestros en el tramo estudiado.

Tabla 23 Índices de accidentalidad con respecto al parque vehicular

Índices con respecto al parque vehicular					
Año	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Parque vehicular Managua	472072	464464	475816	503554	NO HAY DATOS
Accidentes en el tramo	4	22	139	150	228
Heridos	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
Muertos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Índice de accidentalidad	0.85	4.74	29.21	29.79	-
Índice de morbilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	-
Índice de mortalidad	0.00	0.00	0.00	0.00	-

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

- **Índices con respecto al kilometraje**

La Tabla 24 presenta los índices de seguridad vial calculados con respecto al kilometraje para el período 2019–2023 en el tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino. Estos indicadores permiten evaluar la magnitud del problema de accidentalidad considerando la longitud del tramo y la exposición vehicular, representada por los vehículos-kilómetro recorridos (Vk), proporcionando una medida más precisa del riesgo asociado a la operación de la vía.

El índice de accidentalidad expresa la cantidad de accidentes ocurridos por millón de vehículos-kilómetro recorridos en el tramo. Los resultados muestran una tendencia creciente durante el período analizado, pasando de 0.02 en 2019 a 0.87 en 2023. Este comportamiento evidencia un incremento sostenido en la frecuencia de accidentes, registrándose los valores más altos en los años 2022 y 2023, con índices de 0.57 y 0.87, respectivamente. El aumento progresivo de este indicador sugiere que, aun considerando la exposición al tránsito, el tramo presenta un deterioro en sus condiciones de seguridad vial, lo que podría estar asociado al incremento de la demanda vehicular, conflictos operacionales, deficiencias geométricas o comportamientos de riesgo por parte de los usuarios.

El índice de morbilidad representa la cantidad de personas lesionadas por millón de vehículos-kilómetro recorridos. Durante los años 2019, 2020, 2021 y 2022 este indicador permaneció en 0.00 debido a la ausencia de registros de personas heridas en los accidentes ocurridos dentro del tramo. Sin embargo, en 2023 se reportaron seis lesionados, generando un índice de morbilidad de 0.02. Aunque este valor es relativamente bajo, evidencia la aparición de consecuencias físicas derivadas de los siniestros de tránsito y refleja un incremento en la severidad de algunos eventos ocurridos durante dicho año.

Por su parte, el índice de mortalidad expresa la cantidad de personas fallecidas por millón de vehículos-kilómetro recorridos. Los resultados muestran un valor de 0.00 durante todo el período de estudio, debido a que no se registraron víctimas fatales en el tramo analizado. Esto indica que, a pesar del incremento significativo

en la frecuencia de accidentes, los eventos ocurridos no alcanzaron niveles de gravedad que provocaran pérdidas humanas.

En términos generales, el análisis de los índices con respecto al kilometraje evidencia que la principal problemática del tramo está asociada al incremento sostenido de la accidentalidad. El aumento del índice de accidentalidad entre 2019 y 2023 demuestra que la frecuencia de los siniestros

Tabla 24 Índices con respecto al kilometraje

Índices con respecto al kilometraje					
Año	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
TPD (vpd)	39765				
Longitud del tramo (km)	1.8				
Vk	26125605				
Accidentes en el tramo	4	22	139	150	228
Heridos	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
Muertos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Índice de accidentalidad	0.02	0.08	0.53	0.57	0.87
Índice de morbilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Índice de mortalidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional

3.3. Estudio de tránsito

Un estudio de tránsito es el análisis para cuantificar el volumen y las características del movimiento vehicular y de personas en una vía o área específica, con el fin de comprender su comportamiento y planificar mejoras en la infraestructura y la gestión del transporte. Se utilizan para diseñar nuevas infraestructuras, evaluar el impacto de desarrollos urbanos, y proponer soluciones a problemas de congestión y accidentalidad.

Así, un estudio de tránsito no sólo se realiza en las nuevas construcciones o ampliación de vías interurbanas tales como autopistas, autovías o carreteras convencionales, sino que cobran vital importancia cuando se desea construir o ampliar promociones inmobiliarias en ámbitos urbanos tales como centros comerciales, complejos de oficinas, plantas industriales, escuelas, hospitales u otras instalaciones.

3.3.1. Metodología del estudio de tránsito

El estudio de campo se llevó a cabo mediante la aplicación de un aforo vehicular sistemático desarrollado durante un período de dos semanas consecutivas. Para ello se seleccionaron dos estaciones de observación estratégicamente ubicadas, en las cuales se efectuó el registro del flujo vehicular.

En cada estación, el aforo se realizó durante 5 días por 12 horas continuas, comprendidas entre las 06:00 a.m. y las 06:00 p.m., con un intervalo de registro de 15 minutos. Esta metodología permitió recopilar información detallada y continua del comportamiento del tránsito en diferentes momentos del día, garantizando la confiabilidad, representatividad y validez de los datos obtenidos para el análisis posterior.

3.3.2. Aforo vehicular

El aforo vehicular se realizó en dos puntos estratégicos, que permitieron captar el total de vehículos que circulan en el tramo en estudio, tratándose de EST 0+900,

específicamente en los Semáforos de Keisser University y al final del tramo en los semáforos del Memorial Sandino, tal como se muestra en la figura 32.

Figura 32 Puntos de aforo



Fuente: Elaborado con Google Earth.

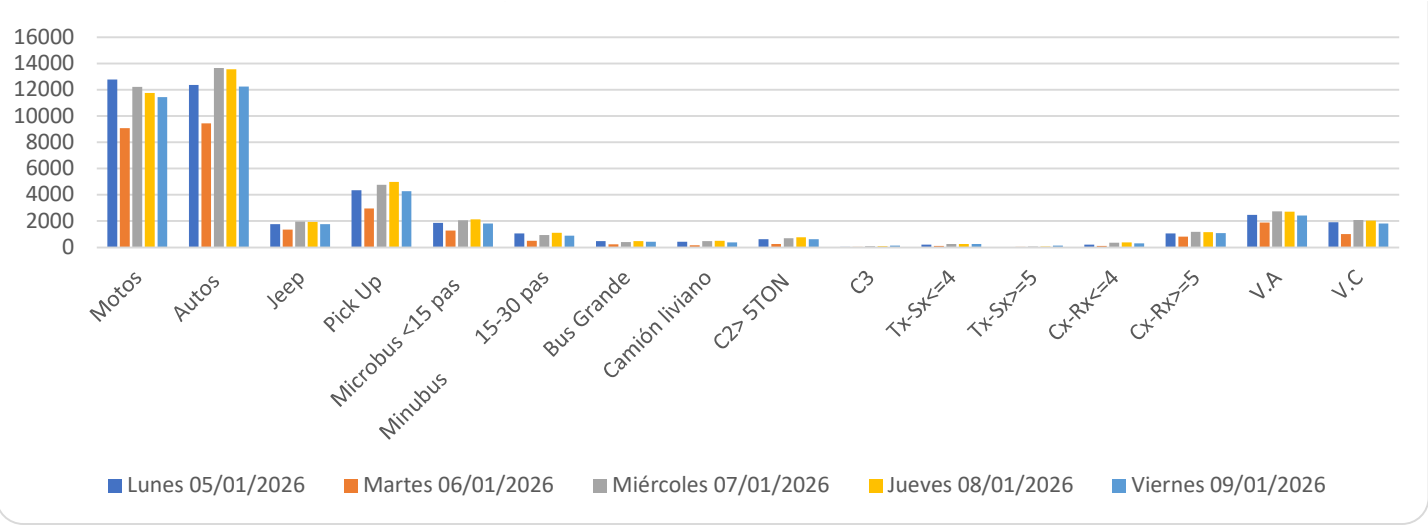
El aforo vehicular en el punto 1 se realizó durante cinco días (de lunes a viernes), en el periodo del 05-09 de enero de 2026, los resultados obtenidos se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 25 Datos del aforo vehicular Punto 1: Semáforos del Memorial Sandino

Punto: Semáforos del Memorial Sandino	Consolidado																Total
Sentido	Ambos Sentidos																
Día	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	
Lunes 05/01/2026	12773	12371	1776	4339	1865	1066	460	415	614	34	193	24	214	1059	2476	1909	41588
Martes 06/01/2026	9070	9438	1358	2954	1269	503	222	166	249	39	95	27	98	812	1884	1016	29200
Miércoles 07/01/2026	12217	13658	1954	4773	2057	931	405	473	696	76	254	47	360	1171	2740	2071	43883
Jueves 08/01/2026	11748	13573	1942	4989	2131	1098	474	502	756	81	261	60	366	1163	2713	2022	43879
Viernes 09/01/2026	11437	12253	1774	4282	1820	891	420	376	615	120	254	127	313	1074	2425	1802	39983
Total	57245	61293	8804	21337	9142	4489	1981	1932	2930	350	1057	285	1351	5279	12238	8820	198533

Fuente: Elaboración propia

Figura 33 Composición vehicular del aforo en el punto 1: Semáforos del Memorial Sandino



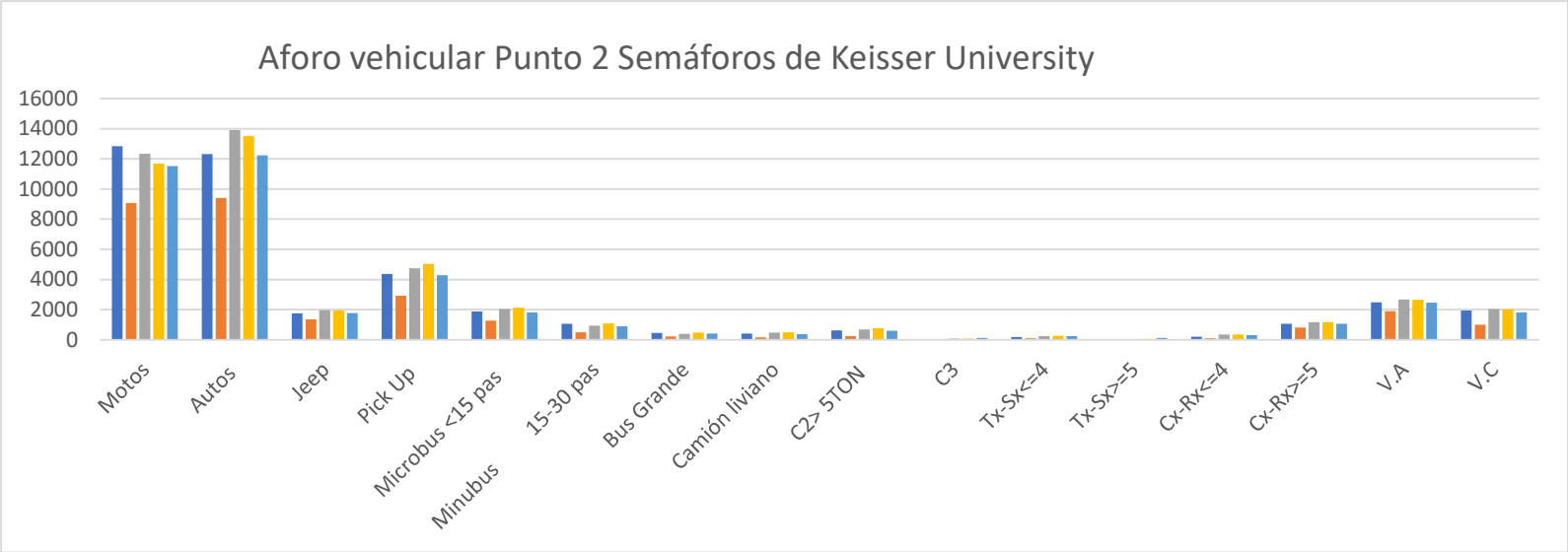
El aforo vehicular en el punto 2 se realizó durante cinco días (de lunes a viernes), en el periodo del 12-16 de enero de 2026, los resultados obtenidos se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 26 Datos del aforo vehicular Punto 2: Semáforos de Keisser University

Punto: Segundo Punto de Aforo				Consolidado													Total
Sentido	Ambos Sentidos																
Día	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	
Lunes 12/01/2026	12848	12326	1752	4360	1881	1069	454	416	625	34	193	24	215	1071	2485	1952	41705
Martes 13/01/2026	9071	9412	1364	2934	1270	497	221	163	244	39	95	27	99	819	1891	1005	29151
Miércoles 14/01/2026	12337	13916	1961	4736	2040	939	404	482	682	76	256	47	359	1172	2671	2056	44134
Jueves 15/01/2026	11683	13513	1935	5045	2125	1095	475	499	764	80	262	60	361	1165	2662	2017	43741
Viernes 16/01/2026	11524	12223	1770	4281	1809	899	420	383	609	118	255	129	312	1074	2463	1823	40092
Total	57463	61390	8782	21356	9125	4499	1974	1943	2924	347	1061	287	1346	5301	12172	8853	198823

Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Composición vehicular del segundo punto de aforo: Semáforos de Keisser



Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Tránsito promedio diurno

El tránsito promedio diurno fue calculado para cada uno de los puntos de aforo vehicular, los cuales son el resultado de determinar el promedio de cada uno de los vehículos por clasificación, tomando como referencia que el aforo vehicular fue de cinco días.

En las tablas 27 y 28 se muestran los valores respectivos del TPDi de cada estación de aforo, para posteriormente poder hacer el cálculo del TPDA y determinar cuál es más crítico.

Tabla 27 TPDi Semáforos del Memorial Sandino

Punto: Semáforos del Memorial Sandino	Consolidado																
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									Total
	Vehículo de pasajeros				Autobuses												
Día	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	
Lunes 05/01/2026	12773	12371	1776	4339	1865	1066	460	415	614	34	193	24	214	1059	2476	1909	41588
Martes 06/01/2026	9070	9438	1358	2954	1269	503	222	166	249	39	95	27	98	812	1884	1016	29200
Miércoles 07/01/2026	12217	13658	1954	4773	2057	931	405	473	696	76	254	47	360	1171	2740	2071	43883
Jueves 08/01/2026	11748	13573	1942	4989	2131	1098	474	502	756	81	261	60	366	1163	2713	2022	43879
Viernes 09/01/2026	11437	12253	1774	4282	1820	891	420	376	615	120	254	127	313	1074	2425	1802	39983
TPDi	11449	12259	1761	4267	1828	898	396	386	586	70	211	57	270	1056	2448	1764	39707
% Composición	28.83%	30.87%	4.43%	10.75%	4.60%	2.26%	1.00%	0.97%	1.48%	0.18%	0.53%	0.14%	0.68%	2.66%	6.16%	4.44%	100%
Total	**75%**				**8%**			**17%**									**100%**

Fuente: Elaboración propia

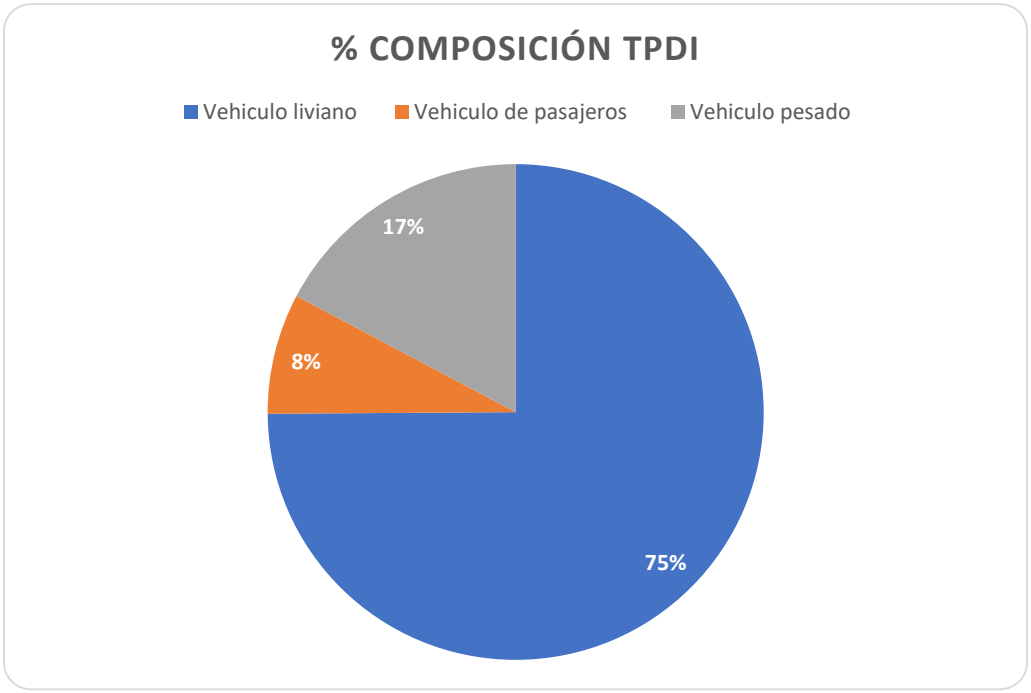
Tabla 28 TPDi Semáforos de Keisser University

Punto: Semáforos de Keisser University	Consolidado																
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									Total
	Vehículo de pasajeros				Autobuses												
Día	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C	
Lunes 05/01/2026	12848	12326	1752	4360	1881	1069	454	416	625	34	193	24	215	1071	2485	1952	41705
Martes 06/01/2026	9071	9412	1364	2934	1270	497	221	163	244	39	95	27	99	819	1891	1005	29151
Miércoles 07/01/2026	12337	13916	1961	4736	2040	939	404	482	682	76	256	47	359	1172	2671	2056	44134
Jueves 08/01/2026	11683	13513	1935	5045	2125	1095	475	499	764	80	262	60	361	1165	2662	2017	43741
Viernes 09/01/2026	11524	12223	1770	4281	1809	899	420	383	609	118	255	129	312	1074	2463	1823	40092
TPDi	11493	12278	1756	4271	1825	900	395	389	585	69	212	57	269	1060	2434	1771	39765
% Composición	28.90%	30.88%	4.42%	10.74%	4.59%	2.26%	0.99%	0.98%	1.47%	0.17%	0.53%	0.14%	0.68%	2.67%	6.12%	4.45%	100%
Total	**75%**				**8%**			**17%**									**100%**

Fuente: Elaboración propia

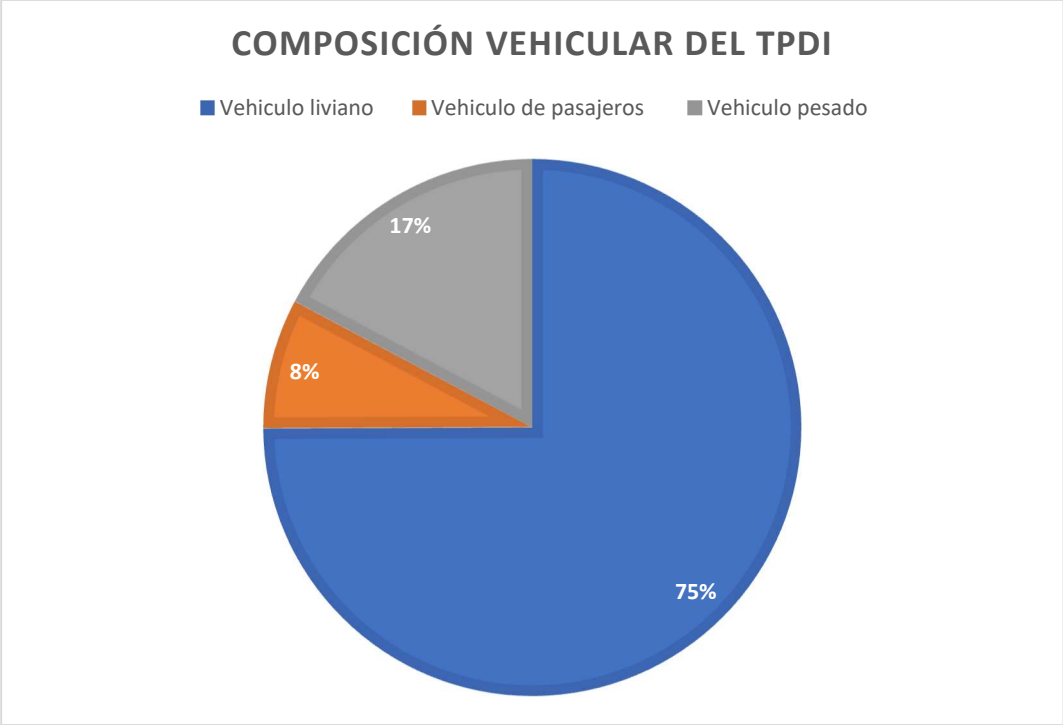
En la figura 35 se logra apreciar que la composición vehicular del primer punto de aforo es muy similar a la del segundo punto de aforo, tratándose de que no hay muchos lugares donde el tráfico pueda desviarse, dicho resultado se muestra en la figura 36. En ambas figuras la composición vehicular indica que más del 75% de los vehículos corresponden a Livianos, y un mínimo porcentaje a los vehículos pesados.

Figura 35 Composición vehicular TPDi Semáforos del Memorial Sandino



Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Composición vehicular del TPDi de los Semáforos de Keisser University



Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Tránsito promedio diario anual

La metodología planteada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), para el cálculo del tránsito promedio diario anual (TPDA), consiste en identificar los vectores de correspondencia, la clasificación y dependencia de estaciones por las categorías de vectores, así como la determinación los factores de ajustes. Es necesario que, al efectuar una evaluación de tránsito para una carretera determinada, se tome en cuenta la localización geográfica de la misma dentro del complejo de la red vial y áreas que las circundan, con el objeto de tomar en cuenta el incremento del flujo vehicular de la calle proyectada.

- **Identificación de vectores de correspondencia**

Para todas las estaciones, se identifican vectores con incidencia y rangos de variaciones en las características del tráfico:

- Vector Geográfico – R
- Volumen Total del Tráfico – V

En la tabla 28, se muestra la clasificación del vector geográfico para el tramo en estudio, que corresponde a un vector R2, expresando que se encuentra en la región del pacífico norte, ya que pertenece al departamento de Managua.

Tabla 29: Vector Geográfico

REGIONES POR CODIGO Y DEPARTAMENTO				
N° 1	**Vector**		**Nombre de Región**	**Departamentos**
1	R1	PS	Pacífico Sur	Masaya, Granada, Carazo, Rivas
2	R2	PN	Pacífico Norte	León, Chinandega, Managua
3	R3	CN	Central Norte	Nueva Segovia, Madriz, Esteli, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales
4	R4	AS	Atlántico Sur	Region Autónoma del Caribe Sur (RACS), Rio San Juan
5	R5	AN	Atlántico Norte	Region Autónoma del Caribe Norte (RACN)

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020. Pág.7)

De igual manera, según lo que establece el Anuario de Aforo de Tráfico del MTI (2020, pág. 7), cuando el vector volumen está comprendido en el rango mayor de

5,000 vehículos por día, este se clasificará como un V1; cuando se encuentre entre 300 a 5,000 vehículos por día, será un V2 y cuando sea menores de 300 vehículos por día, se tomará como V3. En este caso, el vector volumen identificado para el tramo en estudio es el V1, ya que en el conteo vehicular se muestra que la cantidad de vehículos se encuentra por encima de los 5000 vehículos por día.

- **Estaciones de conteo**

Para este estudio, existen dos estaciones geográficamente cercanas, las cuales son las estaciones de corta duración Rotonda Centroamérica – Rotonda Jean Paul Gennie y Rotonda Jean Paul Gennie – Primera Entrada de Las Colinas, las cuales tienen un comportamiento vehicular similar y son las más cercanas geográficamente. Tal como se muestra en la figura 37.

Figura 37 Estaciones de Corta Duración cercanas



Fuente: Elaboración propia

Dichas estaciones a su vez pertenecen a la Estación de Mayor Cobertura, Masaya – Granada (401), tal como se observa en la siguiente figura tomada del Anuario de Tráfico del MTI.

Figura 38 Estación de Mayor Cobertura

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
401 Masaya - Granada	NIC-1	136	ECD	Portezuelo - El Dancing
	NIC-1	137	ECD	El Dancing - La Subasta
	NIC-1	138	ECD	La Subasta - Aeropuerto
	NIC-1	101A	ECD	Aeropuerto - Zona Franca
	NIC-2	201	ECD	Semáforo 7 Sur - Emp. Nejapa
	NIC-2	214	ECD	Emp. Nejapa - Km. 10 1/2 Carretera Sur (Regreso)
	NIC-3	301	ECD	Ent. El Guayacán - Matagalpa
	NIC-3	318	ECD	Jinotega - Llano La Cruz
	NIC-4	423	ECD	Rotonda Centroamérica - Rotonda Jean Poul Genie
	NIC-4	424	ECD	Rotonda Jean Poul Genie - 1ra. Ent. Las Colinas
	NIC-4	425	ECD	1ra. Ent. Las Colinas - Ent. a la UNICA

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020)

Los porcentajes de composición de cada una de las estaciones de referencia se muestran a continuación:

Figura 39 TPDA histórico Rotonda Jean Paul Gennie - Primera Entrada de las ColinasTPDA histórico Rotonda Jean Paul Gennie - Primera Entrada de las Colinas

TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO
AÑO 2020

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
45	NIC-4	424	ECD	Rotonda Jean Pool Genie - 1ra. Ent. Las Colinas	2017	12738	38227	20403	16734	4112	1397	1720	3192	834	397		599	1		2	1	54	**100.411**
					2012	5.711	25.521	18.169	12.727	2.162	756	1.135	3.201	717	224	1	295				1	31	**70.651**
					2007	3125	20296	13653	11719	2187	292	1287	2426	717	178	1	199	1	1		3	31	**56.116**
					2005	1711	16927	11020	9137	1654	339	1207	1912	778	241	2	220					21	**45.168**
					2003	1490	13465	8368	8007	1399	202	1198	1503	625	171	66	152			1		20	**36.667**
					2001	1197	13782	9361	8356	1241	167	1283	1448	627	204	31	245				29	27	**37.998**
					1998	1040	10664	5480	6312	666	112	1279	1218	723	185	11	120			1		20	**27.831**
				EMC:401																			
				Tasa Crecimiento: 3,01%	2020	13925	41790	22304	18294	4495	1527	1880	3489	912	434		655	1		2	1	59	**109.769**
						Liv.		96313		**Pasaj.**	7903		**Pesado**			5553						
						88%				7%			5%										

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020)

Figura 40 TPDA histórico Rotonda Centroamérica - Rotonda Jean Paul Gennie

44	NIC-4	423	ECD	Rotonda Centroamérica - Rotonda Jean P. Genie	2017	13437	44700	19565	16828	3832	1029	1470	2895	705	402	2	491			1	3	73	105.433
					2012	3.950	23.351	11.349	8.450	1.301	655	1.094	2.103	577	180	1	258			2		28	53.299
					2007	2599	21363	10188	8170	1714	353	1525	1661	585	225	1	190			1	6	30	48.612
					2005	1379	17083	7890	6793	1500	179	1426	1252	650	158	2	195					21	38.528
					2003	1639	14378	7743	7527	1475	202	1432	1430	504	69	3	162			1		23	36.588
					2001	1293	13537	7933	7643	1207	193	1399	1432	453	155	40	146				10	18	35.458
					1998	1051	9865	4427	5576	622	103	1260	994	573	176	12	111			1		24	24.795
				EMC:401																			
				Tasa Crecimiento: 3,01%	2020	14689	48866	21388	18396	4189	1125	1607	3165	771	439	2	537			1	3	80	115.259
						Liv.		103340		Pasaj.		6921	Pesado				4998						
						90%				6%			4%										

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020)

Acorde con la composición vehicular del tramo en estudio, se puede evidenciar que es bastante similar a las estaciones de referencia, sin embargo, para este estudio se seleccionó la estación Rotonda Jean Paul Genie – Primera Entrada a las Colinas, porque el porcentaje de vehículos se asimila más a la del tramo en estudio, además de estar dentro del mismo vector geográfico y tener un comportamiento muy similar en el sentido de densidad poblacional y de actividad económica.

En este sentido lo siguiente es calcular el tránsito promedio diario anual, con los factores de expansión correspondientes a los del Primer Cuatrimestre de la Estación Masaya – Granada, los cuales se detallarán en la sección siguiente.

- **Cálculo del TPDA**

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), fue calculado utilizando la ecuación correspondiente, la cual toma en consideración el factor de expansión, el factor día y factor semana, que se encuentran en el anuario de aforos de tráfico del MTI (2020). A continuación, en la figura 40, se muestran los factores utilizados para realizar la expansión de TPDi a TPDA. Debido a que el aforo vehicular se realizó en la primera y segunda semana el mes de enero, los valores correspondientes pertenecen al primer cuatrimestre del año.

Figura 41 Factores de expansión Estación de Mayor Cobertura 401 Masaya Granada

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION
DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL
OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS



ESTACION DE MAYOR COBERTURA 401
MASAYA - GRANADA
FACTORES - 2020

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx=<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,33	1,34	1,23	1,35	1,33	1,30	1,25	1,27	1,41	1,39	1,00	1,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,43
Factor Semana	0,94	0,95	0,95	0,94	0,90	0,95	0,93	0,86	0,89	0,88	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88
Factor Fin de Semana	1,18	1,14	1,14	1,20	1,37	1,14	1,21	1,65	1,45	1,50	1,00	1,56	1,00	1,00	1,00	1,00	1,55
Factor Expansión a TPDA	0,98	1,06	1,14	0,99	1,05	1,02	1,05	0,96	0,89	1,05	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,62

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2020)

Los resultados obtenidos de expansión del TPDi A TPDA por cada vehículo para la estación 0+900 se muestran en la tabla 29, expresando un valor general de TPDA de 49162 (vehículos por día). Con los resultados obtenidos en la tabla 25, se determinó de forma porcentual la composición vehicular, la cual se compone de la siguiente manera: de los 49162 vpd, el 85.82% corresponde a los vehículos livianos (motos, autos, jeep, camionetas, micro bus) y el 14.19%, representa los vehículos pesados (bus, liviano de carga, C2, C3, etc).

Tabla 30 TPDA Semáforos del Memorial Sandino

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	Total
TPDi Punto 1	11449	12259	1761	4267	1828	898	396	386	586	70	211	57	270	1056	2448	1764	39707
Factor Día	1.33	1.34	1.23	1.35	1.33	1.3	1.25	1.27	1.41	1.39	1	1.52	1	1	1	1	
Factor Semana	0.94	0.95	0.95	0.94	0.9	0.95	0.93	0.86	0.89	0.88	1	0.88	1	1	1	1	
Factor Expansión a TPDA	0.98	1.06	1.14	0.99	1.05	1.02	1.05	0.96	0.89	1.05	1	0.99	1	1	1	1	
TPDA	14027	16542	2346	5361	2298	1131	484	405	654	90	211	75	270	1056	2448	1764	49162
% Composición vehicular	28.53%	33.65%	4.77%	10.91%	4.67%	2.30%	0.98%	0.82%	1.33%	0.18%	0.43%	0.15%	0.55%	2.15%	4.98%	3.59%	100.00%
	77.86%				7.96%			14.19%									100.00%

Fuente: Elaboración propia

Exactamente, el mismo mecanismo se tomó para el segundo punto de aforo, el cual fue en los Semáforos de Keisser University, obteniéndose valores muy similares a los del punto 1, los cuales se detallan en la tabla 31.

Tabla 31 TPDA Semáforos de Keisser University

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	Total
TPDi Punto 1	11493	12278	1756	4271	1825	900	395	389	585	69	212	57	269	1060	2434	1764	39758
Factor Día	1.33	1.34	1.23	1.35	1.33	1.3	1.25	1.27	1.41	1.39	1	1.52	1	1	1	1	
Factor Semana	0.94	0.95	0.95	0.94	0.9	0.95	0.93	0.86	0.89	0.88	1	0.88	1	1	1	1	
Factor Expansión a TPDA	0.98	1.06	1.14	0.99	1.05	1.02	1.05	0.96	0.89	1.05	1	0.99	1	1	1	1	
TPDA	14081	16568	2340	5366	2294	1133	482	407	653	89	212	76	269	1060	2434	1764	49229
% Composición vehicular	28.60%	33.65%	4.75%	10.90%	4.66%	2.30%	0.98%	0.83%	1.33%	0.18%	0.43%	0.15%	0.55%	2.15%	4.95%	3.58%	100.00%
	77.91%				7.94%			14.15%									100.00%

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla 31, este fue el valor máximo de TPDA obtenido, por lo que será el punto directriz para los demás cálculos realizados en este estudio de seguridad vial. El TPDA de este punto corresponde a 49229 vehículos.

3.3.5. Factor hora de máxima demanda

Es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos en cada período durante toda la hora. (Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición, pág. 215)

El cual es una relación adimensional entre el volumen de la hora de máxima demanda y cuatro veces el máximo volumen de vehículos entre las cuatro fracciones de la hora de máxima demanda.

En este sentido, se tomó el análisis del factor de hora de máxima demanda del punto donde el TPDA fue máximo, correspondiente a los Semáforos de Keisser, analizando el TPDi, el día de mayor cantidad de vehículos fue el día miércoles, por lo que se buscó en este día la hora correspondiente a la mayor cantidad de vehículos, resultando de este modo el periodo entre las 7:00 am y las 8:00 am,

que es la hora que las personas se trasladan hacia sus puestos de trabajo y centros educativos.

Tabla 32 Volumen de tráfico Miércoles 07/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo					Fecha: 07/01/2026												TOTAL
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 7:00	999	1243	169	368	168	52	22	44	47	7	23	5	52	97	224	182	3702
7:00-8:00	1553	1520	210	333	149	59	24	27	48	7	29	4	100	124	282	349	4818
8:00-9:00	1090	1463	201	389	162	78	32	44	66	6	24	5	36	112	277	212	4197
9:00-10:00	871	1127	163	392	161	72	32	42	65	5	19	4	13	101	211	126	3404
10:00-11:00	817	990	140	391	175	72	35	46	68	4	12	3	9	85	184	117	3148
11:00-12:00	772	851	130	385	153	91	39	36	58	4	27	3	8	77	181	91	2906
12:00-13:00	797	1059	146	398	163	79	34	34	45	6	20	4	15	85	214	110	3209
13:00-14:00	812	1036	147	423	175	67	29	42	50	5	14	5	15	93	204	138	3255
14:00-15:00	810	1130	147	454	199	108	42	40	54	7	16	2	19	97	214	109	3448
15:00-16:00	941	1030	155	448	204	94	41	53	69	8	19	5	19	92	203	130	3511
16:00-17:00	1231	1085	160	397	175	88	40	40	62	9	23	5	12	92	215	184	3818
17:00-18:00	1644	1382	193	358	156	79	34	34	50	8	30	2	61	117	262	308	4718
Total	12337	13916	1961	4736	2040	939	404	482	682	76	256	47	359	1172	2671	2056	44134

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Hora de máxima demanda del Miércoles 07/01/2026

HMD	Volumen
07:00 - 07:15	1162
07:15 - 07:30	**1240**
07:30 - 07:45	1123
07:45 - 08:00	1293

Fuente: Elaboración propia

Factor hora de máxima demanda $\frac{VHMD}{N(Qtmax)}$

$$FHMD = \frac{4818}{4 * 1240} = 0.97$$

El factor de hora de máxima demanda obtenido de 0.97 indica que el flujo vehicular durante la hora pico presenta una distribución uniforme a lo largo del período analizado, evidenciando que el tránsito no se concentra significativamente en intervalos cortos de tiempo. Esto sugiere un comportamiento estable de la demanda vehicular y una baja variación entre los volúmenes registrados en los intervalos de 15 minutos.

En términos prácticos, para el tramo Rotonda Universitaria – Memorial Sandino, un valor de 0.97 indica que casi toda la hora tuvo un volumen similar de vehículos, sin un pico extremo de congestión repentina

3.3.6. Clasificación funcional del tramo

La clasificación funcional de la carretera corresponde a Autopista acorde con la tabla 34, ya que el TPD excede los 20,000 vehículos, por lo tanto la cantidad de carriles es igual a 6, tres en cada uno de los sentidos, corroborando que se encuentre diseñada adecuadamente.

Tabla 34 Clasificación funcional de la carretera

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (1)	NOMENCLATURA	TPD(2) (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Número de carriles
ARTERIAL PRINCIPAL	AUTOPISTA	AA	>20,000	6.00
	ARTERIAL RURAL	AR	10,000-20	4.00
	ARTERIAL URBANA	AU	10,000-20	4.00
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	4.00
	COLECTOR MAYOR URBANA	CMU	10,000-20	4.00
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

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

3.4. Propuesta de seguridad vial

Diseñar una propuesta de seguridad vial para el tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino, con una longitud aproximada de 1.8 km, mediante la implementación de dispositivos de control de tránsito y actividades de mantenimiento rutinario, con el propósito de disminuir los factores de riesgo identificados durante el inventario vial y mejorar las condiciones de circulación vehicular y peatonal, de acuerdo con lo establecido en el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras SIECA (2010) y el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito SIECA (2014).

3.4.1. Propuesta de mantenimiento rutinario

Durante el inventario se identificaron deterioros puntuales:

- EST 0+750 banda izquierda: bache y piel de cocodrilo.
- EST 1+000 banda derecha: bache severo.
- EST 1+300 banda derecha: bache severo.
- EST 1+600 banda izquierda: desintegración superficial.

- ***Sello de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos***

El sello de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y se debe realizar cuando éstas se han reflejado claramente en el pavimento, las cuales pueden aparecer longitudinal o transversalmente en la línea de rodadura, con propósito de impermeabilizar las capas que forman la estructura del pavimento, evitando inicialmente la falla tipo piel de cocodrilo y luego la formación de baches. (SIECA 2010, pág. 103).

Los materiales para realizar esta actividad son:

Materiales bituminosos termoplásticos aplicados en frío

Asfalto líquido (emulsión)

Sello asfáltico

Material secante (arena)

La configuración de los sellos, tomando como referencia a SIECA 2010, se muestran en la figura siguiente:

Figura 42 Configuración de sellos



Fuente: Tomado de Manual Centroamericano de Mantenimiento de carreteras SIECA 2010. Pág. 105.

- **Bacheo superficial o menor de pavimentos asfálticos**

Consiste en la reparación a mano o a máquina de estas áreas de superficie pavimentada, que se realiza con mezcla en frío o caliente, con un espesor máximo igual a la existente, incluyendo la excavación, extracción y cuadrado del área que debe repararse, y la colocación de mezcla asfáltica. Además, el acarreo del punto de fabricación al lugar de colocación. (SIECA, 2010, pág. 111).

Los materiales a utilizar en esta actividad son:

- Material de liga, el cual debe cumplir con lo indicado en la sección 309 de la SIECA 2010, indicando una emulsión asfáltica SS-1 (AASHTO M-41).
- Para el relleno de los baches podrá usarse mezclas en caliente, elaboradas conforme las secciones 1352 del manual SIECA 2010, el cual indica que el concreto asfáltico en caliente se compondrá de agregados minerales gruesos, agregados finos, llenante mineral (filler) y material bituminoso.

- **Reconstrucción Hombros**

Esta actividad consiste en la reconstrucción total del área del hombro de la carretera, conforme el material existente o el que se proponga, en aquellos sectores en donde el mismo haya perdido parte del material original, se encuentre dañado con exceso de agujeros que hacen difícil e inútil su reparación o bien donde el material se encuentra flojo y/o suelto por efecto del intemperismo y/o de las cargas de tránsito. Los trabajos estarán encaminados a devolver la condición original a esta parte de la carretera, de acuerdo con la geometría original del diseño. (SIECA, 2010, pág. 173).

El material de hombros debe ser de preferencia de la misma calidad y características del material del tipo de base que se haya utilizado en la obra, con excepción de cuando se use pavimento de base y carpeta de concreto asfáltico, pavimento de concreto hidráulico o cuando lo modifiquen de otra forma las disposiciones particulares.

El procedimiento para ejecutar esta actividad, se basará en la SIECA 2010:

- Escarificación y reconformación de hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro que será tratada, en concordancia a lo establecido en la sección 305 del Manual.
- Base en hombros: cuando sea ordenada por el supervisor, la adición de material de base será ejecutada en el área del hombro a tratar en concordancia a lo establecido en la sección 306 de este manual.
- Imprimación en hombros: este trabajo será ejecutado en el área del hombro a tratar en concordancia a lo establecido en la sección 307 de este manual. Material de secado: la colocación del material de secado debe estar de acuerdo con la sección 308 de este manual.
- Capa de Rodadura: La colocación de mezcla asfáltica será ejecutado en el área del hombro a tratar según lo establecido en la sección 300 de este manual.

3.4.2. Propuesta de señalización vertical

Durante el inventario vial se identificó que el tramo presenta elevado volumen vehicular y zonas con actividad comercial y peatonal, por lo que se propone reforzar la señalización vertical preventiva, reglamentaria e informativa con el objetivo de advertir condiciones de riesgo y ordenar el flujo vehicular.

Las señales deberán instalarse con materiales retrorreflectivos y a alturas establecidas por el Manual SIECA 2014.

Las señales verticales presentes en el tramo, en su mayoría, se encuentran en buen estado y poseen una ubicación adecuada. Sin embargo, algunas presentan vandalismo, oxidación o pérdida de pintura, efectos típicos del paso del tiempo y de la exposición constante a la intemperie. En la gran mayoría de estos casos, los daños pueden solucionarse mediante mantenimiento preventivo, ya sea removiendo la capa retroreflectante deteriorada, reemplazándola, o realizando limpieza profunda para eliminar grafitis u otras marcas.

Para visualizar de forma clara todas las señales que deben ser reemplazadas o sometidas a mantenimiento, se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 35 Señales verticales

Estac (Km) Derecha o Izquierda	Código	Oeste a Este	Este a Oeste	Descripción	Propuesta
0+005	R-1-2		X	Ceda el paso	Mantenimiento
0+038	R-301	X		Velocidad máxima 45 KPH	Mantenimiento
0+060	ID-3-6	X		Salida Carretera Sur	Mantenimiento
0+090	P-9-1	X		Cruce de peatones	Mantenimiento
0+340	R-301	X		Velocidad máxima 45 KPH	Mantenimiento
0+490	E-1-5		X	Zona escolar	Propuesta
0+640	IS-7-6		X	Entrada a parqueo	Mantenimiento
0+660	R-301	X		Velocidad máxima 45 KPH	Propuesta
0+980	P-9-1		X	Cruce de peatones	Mantenimiento
0+990	P-9-1	X		Cruce de peatones	Mantenimiento
1+070	P-7-34	X		Despacio	Mantenimiento

Estac (Km) Derecha o Izquierda	Código	Oeste a Este	Este a Oeste	Descripción	Propuesta
1+120	P-3-3	X		Semáforos	Mantenimiento
1+040	SR-5	X		Sólo izquierda	Mantenimiento
1+180	R-301	X	X	Velocidad máxima 45 KPH	Propuesta
1+580	R-301	X		Velocidad máxima 45 KPH	Propuesta
1+610	P-3-3	X		Semáforos	Mantenimiento
1+650	P-9-1	X		Cruce de peatones	Mantenimiento
1+710	P-9-1	X		Cruce de peatones	Mantenimiento
1+800	P-9-1		X	Cruce de peatones	Mantenimiento
1800	R-1-2	X		Ceda el paso	Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Propuesta y mejora de señalización horizontal

- **Demarcación Línea divisoria de carriles**

Este trabajo consiste en el mantenimiento de las marcas de línea de carril donde estas serán pintadas sobre las viejas demarcaciones para tener mejor precisión.

La línea blanca de trazo continuo se utiliza para demarcar el borde de un flujo de circulación donde se permite circular a ambos lados de la línea en el mismo sentido, en cuyo caso tiene la función de desalentar el cambio de carril. (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Transito 155)

Esta actividad se realizará en todo el tramo en estudio, por lo que es necesario hacer uso de pintura termoplástica en color blanco.

- **Líneas de giro y flechas direccionales**

  Las demarcaciones de giro, deben indicarse de tal manera que no confundan innecesariamente el tránsito que siga directo o que haga otros giros, Estas marcas deben repetirse anticipadamente sobre el carril exclusivo de giro, para prevenir y ayudar a los conductores a seleccionar el carril adecuado, antes de alcanzar la línea de pare. El espaciamiento será de 20.00 m aproximadamente entre cada mensaje. (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, 2014, pág. 205)

Las líneas de giro en el tramo de carretera son las indicadas en la tabla 36 pág. 93.

- **Demarcación de los bordes del pavimento**

En este trabajo se necesita la demarcación de los bordes de pavimento, en zonas urbanas y en algunos caminos rurales donde no se requiere una extensa línea de centro, se pueden pintar secciones cortas en las aproximaciones a una intersección muy transitada, pasos de peatones, cruces de ferrocarril y curvas circulares. (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, 2014, pág. 205)

Se debe realizar el mantenimiento desde la estación 0+000 hasta 1+800.

- **Pases peatonales**

Su definición dependerá del tipo de intersección, rural o urbana, el volumen de peatones, las características del cruce, la presencia o no de señales luminosas, el tipo Cebra o cebrado, para intersecciones con volumen superior a 150 peatones/hora. El ancho de las líneas y la separación entre ellas, será de 0.40. y el ancho de la zona de paso tendrá un mínimo de 3.00m (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, 2014, pág. 212)

Los cruces de cebra están propuestos para EST 0+100, EST 0+980, EST 1+360, EST 1+660 y EST 1+800, las cuales se detallan en la tabla 36.

Las marcas horizontales deberán cumplir con dimensiones y colores establecidos por SIECA (2014).

La propuesta de señalización horizontal y mantenimiento de las misma, se muestra la tabla siguiente:

Tabla 36 Señalización horizontal propuesta

Estac (Km) Derecha o Izquierda	Oeste a Este	Este a Oeste
0+020	Flechas direccionales	
0+100	Pase de cebra	
0+100	Flechas direccionales	
0+490	Pase de cebra	
0+510		Pase de cebra
0+930	Flechas direccionales	
0+970	Flechas direccionales	
0+980	Pase de cebra	
1+240	Flechas direccionales	
1+280	Flechas direccionales	
1+360	Pase de cebra	
1+660	Pase de cebra	
1+800	Pase de cebra	
1+790	Flechas direccionales	

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Mantenimiento a las bahías de buses

Las bahías de buses y paradas autorizadas, se encuentran en excelente estado, sin embargo, es importante darles mantenimiento en la pintura de las mismas, ya que presentan evidencia de vandalismo.

Debido a la existencia de paradas de transporte público y flujo peatonal elevado, se recomienda:

- Reparación de elementos estructurales.
- Pintura anticorrosiva.
- Limpieza general.
- Reparación de techos.
- Mejoramiento de accesibilidad peatonal. .
- Delimitación horizontal del área de ascenso y descenso.

3.4.5. Mantenimiento de las cunetas y bordillos

De acuerdo con el inventario vial, los principales problemas identificados en el sistema de drenaje están relacionados con la falta de limpieza rutinaria, evidenciada por la acumulación de basura en las cunetas.

En cuanto a la acumulación de desechos, se propone colocar botes de basura a lo largo del tramo, ya que las tres cajas puente del recorrido se encuentran saturadas de sedimentos. Asimismo, se recomienda realizar limpieza rutinaria en todo el cauce, con el fin de que el sistema de drenaje cumpla adecuadamente su función y se eviten posibles inundaciones.

Con base en el diagnóstico realizado en el tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino, se propone la implementación de un programa integral de mantenimiento preventivo y correctivo de las cunetas y bordillos, con el propósito de mejorar el drenaje superficial, preservar la infraestructura vial, incrementar la seguridad de peatones y conductores, y prolongar la vida útil de la vía.

El mantenimiento propuesto contempla las siguientes actividades:

1. Limpieza periódica de cunetas

Se recomienda realizar jornadas de limpieza para retirar sedimentos, basura, maleza y cualquier otro material que obstruya el flujo normal de las aguas pluviales. Esta actividad deberá ejecutarse antes del inicio del invierno y repetirse durante la temporada lluviosa cuando sea necesario.

Actividades:

- Retiro de sedimentos acumulados.
- Eliminación de residuos sólidos.
- Desbroce de vegetación.
- Disposición adecuada del material recolectado.

2. Reparación de bordillos deteriorados

Se propone reparar los bordillos que presentan fisuras, fracturas, desprendimientos o asentamientos, utilizando concreto con una resistencia acorde a las especificaciones del MTI o de la Alcaldía de Managua.

Actividades:

- Demolición de elementos deteriorados.
- Preparación de la base.
- Colocación de nuevos bordillos.
- Curado y protección del concreto.

3.4.6. Mantenimiento de boulevard

Con el propósito de mejorar las condiciones de seguridad, funcionalidad y estética del tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino, se propone ejecutar un programa de mantenimiento periódico del bulevar central y de los bordillos que lo delimitan. Las actividades incluyen la reparación de áreas con fisuras o desprendimientos en el concreto, la reposición de elementos deteriorados, la limpieza de maleza y residuos sólidos, la poda de árboles y arbustos, así como el mantenimiento de las áreas verdes para conservar una adecuada visibilidad y una imagen urbana ordenada.

Como parte de esta intervención, se recomienda el repintado de los bordillos utilizando pintura de alta resistencia y alta visibilidad, preferiblemente con colores reglamentarios (amarillo o blanco, según la normativa vigente), con el fin de mejorar la percepción de los límites de la vía tanto en condiciones diurnas como nocturnas. Esta actividad deberá realizarse de manera periódica para compensar el desgaste ocasionado por las condiciones climáticas y el tránsito vehicular. La implementación de estas acciones contribuirá a mejorar la orientación de los conductores, incrementar la seguridad vial, preservar la infraestructura existente y fortalecer la imagen urbana de este importante corredor vial.

3.4.7. Propuesta para reducción de accidentalidad

Se propone complementar las mejoras en infraestructura con programas permanentes de educación vial, campañas de sensibilización y un fortalecimiento de las labores de monitoreo y control por parte de las autoridades competentes. La ejecución coordinada de estas acciones permitirá disminuir la frecuencia y gravedad de los accidentes, promover una movilidad más segura y eficiente, y contribuir a la conservación de la infraestructura vial, beneficiando tanto a los conductores como a los peatones que transitan diariamente por este importante corredor urbano.

4.1. Conclusiones

- Se concluye que el inventario vial permitió identificar las condiciones físicas y funcionales del tramo comprendido entre la Rotonda Universitaria y los Semáforos del Memorial Sandino, evidenciando que la geometría general de la vía cumple con parámetros adecuados para una carretera troncal suburbana. Sin embargo, se identificaron deterioros puntuales en la carpeta de rodamiento, tales como baches, piel de cocodrilo y desintegración superficial, además de elementos de señalización que requieren mantenimiento y reforzamiento. Estos aspectos representan factores que pueden influir en la seguridad y operación del tránsito, por lo que requieren intervenciones preventivas y correctivas.
- Se concluye que el análisis estadístico de accidentalidad permitió identificar un incremento significativo en la frecuencia de accidentes durante el período 2019–2023, observándose un aumento progresivo en los índices de accidentalidad y determinándose como puntos críticos principales la Rotonda Universitaria y los Semáforos Memorial Sandino. Los resultados muestran que el crecimiento del flujo vehicular y las condiciones operacionales del tramo constituyen factores que incrementan la exposición al riesgo vial, evidenciando la necesidad de implementar medidas orientadas a mejorar las condiciones de seguridad.
- Se concluye que el estudio de tránsito permitió conocer el comportamiento operacional del flujo vehicular en el tramo analizado, identificando altos volúmenes de circulación y una composición vehicular dominada por vehículos livianos, los cuales representan aproximadamente el 75 % del tránsito total. Asimismo, los resultados obtenidos mediante el aforo permitieron determinar un elevado TPDA el cual fue de 49229 vpd, lo que hace que el tramo se clasifique como una autopista, evidenciando la importancia funcional del tramo como una de las principales vías de acceso de la ciudad de Managua y justificando la necesidad de implementar medidas para optimizar su funcionamiento y seguridad vial.

- Se concluye que la propuesta técnica desarrollada constituye una alternativa viable para mejorar las condiciones de seguridad vial del tramo estudiado, mediante la incorporación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito, señalización vertical y horizontal, mantenimiento rutinario del pavimento, incorporación de flechas direccionales, mantenimiento de infraestructura complementaria y mejoras al sistema de drenaje. La aplicación de estas medidas contribuirá a disminuir conflictos vehiculares y peatonales, reducir factores de riesgo y mejorar la movilidad y seguridad de los usuarios de la vía.

4.2. Recomendaciones

a) La Alcaldía del Municipio de Managua y las instituciones encargadas de la infraestructura vial deberán ejecutar programas periódicos de limpieza y mantenimiento de cunetas, drenajes y elementos complementarios ubicados en el tramo de estudio, con el propósito de evitar obstrucciones por acumulación de sedimentos y residuos sólidos, garantizando el adecuado funcionamiento del drenaje superficial y disminuyendo afectaciones a la estructura del pavimento.

b) Se recomienda al FOMAV implementar actividades de mantenimiento rutinario y periódico en la carpeta de rodamiento mediante intervenciones oportunas como bacheo superficial y profundo, reparación de fallas localizadas y rehabilitación de áreas deterioradas, con el objetivo de conservar las condiciones funcionales y estructurales de la vía.

c) El fortalecimiento de la señalización vertical y horizontal mediante la instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito, conforme a los lineamientos establecidos por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito SIECA (2014), contribuirá significativamente a mejorar la orientación de los usuarios y reducir situaciones de riesgo vial.

d) La ejecución de campañas permanentes de educación y concientización vial, coordinadas entre la Policía Nacional de Tránsito y las instituciones correspondientes, permitirá promover el respeto a las normas de tránsito entre conductores y peatones, contribuyendo a la disminución de accidentes y fortaleciendo la cultura de seguridad vial.

e) La realización de estudios de tránsito y aforos vehiculares periódicos facilitará la obtención de información actualizada sobre el comportamiento del flujo vehicular y las variaciones en la demanda de tránsito, permitiendo una mejor planificación de futuras intervenciones en el tramo.

f) El desarrollo de investigaciones futuras orientadas a evaluar alternativas de rehabilitación integral y modernización de la vía permitirá analizar soluciones

técnicas relacionadas con nuevos sistemas de pavimentación y tecnologías constructivas que incrementen la vida útil de la infraestructura vial.

g) El mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura complementaria, como casetas de transporte público, andenes y dispositivos de seguridad vial, favorecerá mejores condiciones de servicio, accesibilidad y seguridad para los diferentes usuarios que circulan por el tramo estudiado.

4.3. Bibliografía

Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2014). *Texto de la ley n°. 431 "Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito", con sus reformas incorporadas.* Managua.

Bembibre, C. (agosto de 2010). *Significado.com*. https://significado.com/accidente-vial/

Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (s.f.). *Anuario estadistico .* Managua : nstituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Kraemer, c. (2003). *Ingeneria De Carretera volumen 1.* españa: McGRAW-HILINTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U.

Martinez Gonzales, R., & Olivares Bareño, E. R. (2012). *Metodologia para la atencion de puntos criticos para garantizar la seguridad vial en carreteras.* Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2020). *Red vial de Nicaragua.* Managua: (MTI).

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2021). *Anuario estadistico sector transporte 2020.* Managua: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (junio de 2007). *manual de inspecciones de seguridad vial.* Managua: Ministerio de Transporte e Infraestructura. inspecciones de seguridad de carretera existente: https://biblioteca.mti.gob.ni:8080/docushare/dsweb/Get/DocumentosTecnicos-53/Manual%20de%20Inspecciones%20de%20Seguridad%20Vial.pdf

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008). *Manual para la revision de estudios de transito.* managua: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2021). *Anuario de aforos de trafico 2020.* Managua: MTI.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Inventario Vial.* Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. peru, ministerio de transporte y comunicaciones: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_8%20IV-2014_2015.pdf

Pujol Mesalles, R. (2004). *Análisis de ocurrencias de diferentes tipos de accidentes de tránsito en el cantón de Pérez Zeledón, Costa Rica.* San Jose: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica para la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Reyes Spíndola, R. C., & Cárdenas Grisales, J. (2018). *Ingenieria de transito fundamentos y aplicaciones 9a edición.* Mexico: Alfaomega.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2011). *Manual centroamericano de norma para el diseño geométrico de carretera 3°.edición.*

Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Transito.* Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

Secretaria de Integración Económica Centroamericana(SIECA). (2010). *Manual centroamericano de mantenimiento de carretera con enfoque de gestion de riesgo y seguridad vial .* españa : Secretaria de Integración Económica Centroamericana(SIECA).

Secretaría de Integración Económica Centroamericana, . (2004). *Normas para el diseño geometrico de las carreteras regionales .* Guatemala: Convenio No. 596-0184.20, PROALCA II, SIECA.

Víctor Choquehuanca Vilca, Fresia Cárdenas García, Joel Collazos Carhuay, & Willington Mendoza Valladolid. (2010). Perfil epidemiologico de los accidentes de transito. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 169.

Anexos

Tabla 37 Aforo vehicular Lunes 05/01/2026

Punto: Semáforos del Memorial Sandino				Fecha: 05/01/2026												
Sentido	Ambos Sentidos															
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga								
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado		
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C
6:00 - 6:15	224	109	15	28	12	11	5	6	7	0	1	0	0	9	21	11
6:15-6:30	289	118	17	38	16	11	4	12	17	0	5	0	3	10	24	27
6:30-6:45	337	173	25	53	23	19	7	15	19	0	5	0	3	14	35	33
06:45 - 07:00	322	192	27	54	23	13	6	9	12	1	3	0	8	16	38	55
07:00 - 07:15	328	222	32	47	20	18	7	8	17	2	8	1	7	19	45	53
07:15 - 07:30	347	255	37	81	35	22	10	10	12	0	11	0	11	22	51	63
07:30 - 07:45	374	338	48	89	39	24	10	6	8	4	8	3	12	29	68	54
07:45 - 08:00	392	378	54	100	43	19	8	10	16	1	6	1	15	33	76	112
08:00 - 08:15	330	382	55	123	53	21	9	10	15	1	5	1	19	33	76	82
08:15 - 08:30	317	343	49	126	54	25	11	12	16	3	7	2	14	30	69	76
08:30 - 08:45	336	318	45	107	46	35	15	10	14	2	2	1	8	27	63	61
08:45 - 09:00	250	304	44	105	45	20	9	10	17	1	2	1	7	26	60	44
09:00 - 09:15	288	272	39	99	43	25	10	11	12	1	3	0	10	24	54	33
09:15 - 09:30	233	257	37	89	38	21	9	15	20	1	2	1	2	22	52	38
09:30 - 09:45	224	243	34	97	42	23	9	7	10	1	2	1	2	21	49	19
09:45 - 10:00	246	236	34	97	42	24	11	8	12	0	2	0	4	20	47	39
10:00 - 10:15	216	238	34	88	38	15	7	11	14	1	3	1	1	20	48	36
10:15 - 10:30	214	215	31	86	37	20	9	13	18	0	4	0	2	18	43	30
10:30 - 10:45	213	237	34	100	44	21	9	6	8	1	10	1	2	20	48	36
10:45 - 11:00	218	222	32	84	37	28	13	8	11	1	3	1	7	19	45	28
11:00 - 11:15	217	256	37	98	42	27	12	8	13	0	4	0	4	22	51	27
11:15 - 11:30	237	237	34	104	45	28	11	12	20	0	4	0	2	21	48	26
11:30 - 11:45	237	223	32	81	35	24	11	10	19	0	2	0	3	19	44	23
11:45 - 12:00	277	273	39	84	36	23	10	4	10	0	0	0	1	23	55	33
12:00 - 12:15	315	273	39	87	37	29	13	5	12	0	4	0	2	23	55	43
12:15 - 12:30	322	285	41	112	47	25	11	6	10	2	1	0	3	24	57	49
12:30 - 12:45	293	323	46	103	44	16	7	7	10	3	7	2	7	28	65	40
12:45 - 13:00	304	297	43	122	52	29	13	9	11	1	5	1	3	26	59	47
13:00 - 13:15	327	293	42	94	41	25	11	11	16	0	5	0	2	25	58	35
13:15 - 13:30	305	336	48	103	44	31	13	7	11	2	3	2	5	28	67	49
13:30 - 13:45	271	298	43	122	53	26	12	8	11	0	5	0	6	25	60	49
13:45 - 14:00	244	252	36	102	43	27	12	6	14	0	10	0	4	21	51	48
14:00 - 14:15	253	288	42	108	46	28	12	6	9	0	3	0	0	25	57	30
14:15 - 14:30	242	352	51	132	57	42	18	8	12	0	8	0	5	30	71	49
14:30 - 14:45	224	295	42	112	48	30	13	8	17	2	6	2	4	26	59	35
14:45 - 15:00	278	266	38	95	41	22	10	8	13	0	4	0	4	23	53	47
15:00 - 15:15	282	242	35	93	39	23	9	9	11	0	2	0	2	21	49	45
15:15 - 15:30	262	227	33	97	42	14	6	9	12	0	2	0	0	19	45	32
15:30 - 15:45	286	215	30	86	37	20	9	13	17	0	3	0	2	18	43	39
15:45 - 16:00	286	225	33	74	32	14	6	12	18	1	3	0	5	20	45	41
16:00 - 16:15	297	253	37	83	35	25	11	8	15	0	5	0	3	21	51	43
16:15 - 16:30	276	252	36	85	36	20	8	9	10	0	4	0	4	21	50	33
16:30 - 16:45	283	262	38	89	37	19	9	5	8	0	1	0	3	22	52	26
16:45 - 17:00	284	276	40	80	34	20	8	8	11	0	4	0	1	24	55	41
17:00 - 17:15	126	223	32	77	34	20	9	4	8	1	3	1	0	19	44	10
17:15 - 17:30	57	172	25	57	25	15	6	5	6	1	1	1	0	15	34	4
17:30 - 17:45	113	201	29	73	32	14	5	8	8	0	1	0	0	18	41	10
17:45 - 18:00	177	224	32	95	41	15	7	5	7	0	1	0	2	20	45	25
TOTAL	12773	12371	1776	4339	1865	1066	460	415	614	34	193	24	214	1059	2476	1909

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Aforo vehicular Martes /01/2026

	Vehículos livianos							Vehiculo de carga								
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado		
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>=5	V.A	V.C
6:00 - 6:15	103	73	11	22	10	8	3	5	8	0	3	0	1	7	14	4
6:15-6:30	131	75	11	30	13	8	3	5	7	0	1	0	1	6	15	8
6:30-6:45	176	96	14	14	6	10	4	3	3	0	3	0	2	9	20	11
06:45 - 07:00	199	102	15	27	12	7	3	3	5	0	0	0	0	9	20	11
07:00 - 07:15	200	100	14	41	17	7	3	4	8	0	2	0	0	8	20	20
07:15 - 07:30	227	162	23	28	11	14	6	6	9	0	4	0	1	14	33	18
07:30 - 07:45	262	171	25	49	21	6	3	5	8	0	0	0	2	15	34	37
07:45 - 08:00	285	292	42	49	22	11	4	5	8	0	8	0	7	25	58	39
08:00 - 08:15	261	227	33	56	23	7	3	4	6	1	3	0	3	20	45	32
08:15 - 08:30	228	204	29	49	21	7	3	5	7	1	2	1	3	17	41	28
08:30 - 08:45	165	170	25	51	22	12	6	7	8	0	4	0	2	14	34	14
08:45 - 09:00	208	175	25	44	19	10	4	2	2	0	0	0	2	14	35	20
09:00 - 09:15	137	174	25	62	27	10	5	4	5	0	1	0	1	15	35	22
09:15 - 09:30	172	157	23	50	21	15	7	3	4	1	1	1	3	13	31	22
09:30 - 09:45	181	161	23	55	24	12	6	6	7	2	6	0	2	14	32	18
09:45 - 10:00	158	179	26	55	23	9	4	3	5	1	1	1	1	16	35	15
10:00 - 10:15	162	197	28	68	29	12	5	5	7	1	2	1	1	17	39	16
10:15 - 10:30	161	185	26	59	25	11	4	2	2	0	1	0	2	16	37	27
10:30 - 10:45	163	215	31	58	25	10	5	5	6	1	1	1	2	19	43	19
10:45 - 11:00	172	191	28	61	27	9	3	3	3	0	1	0	1	16	38	16
11:00 - 11:15	185	205	29	71	30	8	3	2	3	1	2	1	0	17	41	12
11:15 - 11:30	170	181	26	58	25	8	3	3	4	0	3	0	0	15	36	16
11:30 - 11:45	187	159	23	70	31	9	4	3	4	1	2	0	0	13	32	12
11:45 - 12:00	175	211	31	64	28	17	7	5	8	0	3	0	3	19	43	28
12:00 - 12:15	213	175	25	62	26	9	4	1	1	0	0	0	2	15	35	21
12:15 - 12:30	191	196	28	51	21	15	7	3	5	1	6	1	4	17	39	14
12:30 - 12:45	218	241	35	68	29	13	5	3	5	3	1	3	1	21	48	19
12:45 - 13:00	204	232	34	68	29	11	5	0	1	1	3	1	2	20	46	23
13:00 - 13:15	188	252	36	75	32	10	5	1	2	0	2	0	0	21	50	15
13:15 - 13:30	211	274	40	77	34	11	5	5	5	2	1	2	4	24	55	28
13:30 - 13:45	205	211	30	80	34	18	7	5	6	1	1	1	0	19	42	22
13:45 - 14:00	163	187	27	65	28	15	7	4	7	2	1	1	3	16	37	21
14:00 - 14:15	183	216	31	79	34	5	2	1	5	3	1	1	7	19	43	26
14:15 - 14:30	186	203	29	75	33	9	4	3	4	2	1	2	2	18	40	21
14:30 - 14:45	182	214	31	61	26	12	6	2	3	1	0	1	3	18	43	22
14:45 - 15:00	213	229	33	67	28	6	3	2	2	2	0	1	1	19	46	27
15:00 - 15:15	225	233	33	62	27	8	4	3	5	1	3	1	4	20	47	26
15:15 - 15:30	206	251	36	65	28	10	4	7	10	0	1	0	2	22	50	27
15:30 - 15:45	208	224	32	77	33	14	7	1	4	1	0	1	2	19	45	27
15:45 - 16:00	193	232	33	75	32	12	6	1	4	2	1	1	2	20	47	16
16:00 - 16:15	213	234	34	85	37	13	5	2	4	2	3	1	3	20	47	28
16:15 - 16:30	244	222	32	79	34	14	6	4	5	0	0	0	3	19	44	35
16:30 - 16:45	192	249	36	77	33	9	5	2	5	1	2	0	4	22	50	26
16:45 - 17:00	185	238	34	104	45	8	4	2	6	0	2	0	3	21	47	28
17:00 - 17:15	163	258	37	79	33	12	6	5	7	1	5	1	2	22	51	16
17:15 - 17:30	105	218	31	77	34	13	5	4	7	1	3	1	1	19	44	16
17:30 - 17:45	144	189	27	84	36	12	6	4	5	1	1	1	3	16	37	15
17:45 - 18:00	167	198	28	71	31	7	3	3	4	1	3	0	0	17	40	32
TOTAL	9070	9438	1358	2954	1269	503	222	166	249	39	95	27	98	812	1884	1016

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Aforo vehicular Miércoles 07/01/2026

Punto: Semáforos del Memorial Sandino					Fecha: 07/01/2026												
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	240	184	27	72	31	13	5	13	17	1	2	0	3	16	37	24	
6:15-6:30	251	306	44	65	28	15	7	13	15	3	3	3	9	26	61	48	
6:30-6:45	268	313	45	114	49	13	5	9	10	2	6	1	12	26	63	58	
06:45 - 07:00	277	383	55	145	63	10	5	6	8	1	12	1	24	33	77	54	
07:00 - 07:15	313	352	50	105	46	15	6	6	11	0	3	0	15	30	71	84	
07:15 - 07:30	360	373	53	87	37	13	6	8	15	2	13	1	28	32	75	91	
07:30 - 07:45	368	344	49	74	32	16	7	8	13	3	7	2	29	29	69	87	
07:45 - 08:00	363	386	55	70	31	13	6	5	11	2	8	1	30	33	77	88	
08:00 - 08:15	336	380	54	79	34	17	8	6	16	0	11	0	12	33	76	80	
08:15 - 08:30	274	347	49	88	38	20	9	11	14	3	4	3	9	30	70	53	
08:30 - 08:45	279	313	45	105	45	18	8	8	19	3	8	2	7	27	62	48	
08:45 - 09:00	256	329	47	108	46	16	7	16	24	0	3	0	8	28	66	49	
09:00 - 09:15	253	282	40	107	46	18	7	11	18	1	8	1	6	24	57	39	
09:15 - 09:30	239	253	36	101	44	24	11	12	16	1	2	1	1	22	51	26	
09:30 - 09:45	199	294	42	97	41	17	7	7	15	1	7	1	4	25	58	24	
09:45 - 10:00	187	305	43	103	45	18	7	13	16	2	1	1	3	26	61	36	
10:00 - 10:15	193	241	34	84	37	21	10	13	20	1	4	1	2	20	48	33	
10:15 - 10:30	203	267	39	116	50	20	8	12	16	1	2	0	2	23	53	23	
10:30 - 10:45	190	218	31	96	41	23	10	10	14	1	3	1	2	19	43	31	
10:45 - 11:00	189	248	36	104	44	16	7	11	16	1	3	1	3	22	49	36	
11:00 - 11:15	224	221	31	91	39	23	10	9	12	1	4	1	2	19	45	20	
11:15 - 11:30	179	212	30	98	42	21	9	7	14	1	5	1	2	18	42	26	
11:30 - 11:45	194	231	33	81	35	19	8	10	15	2	11	1	3	20	47	23	
11:45 - 12:00	193	247	36	98	42	24	11	12	16	0	5	0	1	21	50	22	
12:00 - 12:15	229	270	38	99	43	20	9	9	11	2	6	2	3	23	54	30	
12:15 - 12:30	167	275	39	111	48	20	9	7	12	3	5	2	5	23	55	38	
12:30 - 12:45	194	279	40	113	49	17	8	10	15	0	3	0	5	24	56	19	
12:45 - 13:00	206	216	31	74	31	17	8	6	8	1	6	0	3	19	44	23	
13:00 - 13:15	202	230	33	82	35	10	4	9	11	2	6	2	1	19	46	31	
13:15 - 13:30	217	265	38	101	43	13	6	7	11	1	2	1	4	23	53	41	
13:30 - 13:45	188	282	40	113	49	19	8	12	13	0	4	0	4	24	57	24	
13:45 - 14:00	196	282	40	115	49	28	11	12	16	2	1	2	6	24	57	31	
14:00 - 14:15	209	251	36	105	45	27	12	10	14	1	4	0	3	22	51	32	
14:15 - 14:30	196	269	38	109	47	25	10	9	13	2	4	1	6	23	54	34	
14:30 - 14:45	184	276	40	143	62	33	14	14	16	2	4	0	5	24	56	30	
14:45 - 15:00	208	262	38	114	50	18	7	9	13	2	4	1	4	22	52	17	
15:00 - 15:15	223	267	39	99	43	12	6	8	11	2	5	1	3	23	53	41	
15:15 - 15:30	235	254	36	114	49	33	15	17	24	1	7	1	6	22	51	32	
15:30 - 15:45	217	266	38	118	51	20	9	13	20	3	5	2	5	23	54	23	
15:45 - 16:00	231	270	39	120	52	28	12	14	18	2	3	1	6	23	54	24	
16:00 - 16:15	274	236	34	113	48	24	11	9	15	3	4	2	3	20	48	31	
16:15 - 16:30	301	263	38	88	37	22	9	12	19	2	4	1	2	23	53	47	
16:30 - 16:45	289	289	41	103	44	22	10	10	13	3	6	2	4	25	58	43	
16:45 - 17:00	344	299	43	104	45	21	9	8	13	1	7	0	3	25	60	58	
17:00 - 17:15	383	334	48	94	41	22	9	9	16	2	6	1	10	29	67	60	
17:15 - 17:30	431	327	47	76	33	17	8	8	13	2	10	0	12	28	65	88	
17:30 - 17:45	445	335	48	79	35	21	9	9	11	4	9	1	26	29	67	86	
17:45 - 18:00	420	332	48	98	42	19	8	6	9	0	4	0	14	29	67	85	
TOTAL	12217	13658	1954	4773	2057	931	405	473	696	76	254	47	360	1171	2740	2071	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Aforo vehicular Jueves 08/01/2026

Punto: Semáforos del Memorial Sandino				Fecha: 08/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	232	195	28	68	30	13	6	13	15	1	4	1	3	17	39	32	
6:15-6:30	264	283	41	87	37	17	7	14	23	1	1	1	7	24	57	40	
6:30-6:45	275	361	52	106	45	16	7	11	11	2	9	1	17	31	72	62	
06:45 - 07:00	281	348	50	146	62	17	7	9	15	2	9	1	17	29	70	64	
07:00 - 07:15	323	365	52	128	55	14	6	9	15	3	18	3	22	32	73	86	
07:15 - 07:30	339	368	52	87	37	15	6	7	9	2	10	1	35	32	74	72	
07:30 - 07:45	348	355	51	71	31	14	6	10	13	3	8	2	32	31	71	84	
07:45 - 08:00	342	393	56	82	35	15	7	6	9	1	8	1	30	34	79	92	
08:00 - 08:15	361	362	52	87	37	12	5	7	21	2	3	2	13	31	73	69	
08:15 - 08:30	230	312	45	118	50	19	9	8	12	2	5	1	15	26	62	57	
08:30 - 08:45	242	292	42	100	42	22	10	9	15	2	3	2	7	25	58	35	
08:45 - 09:00	245	277	40	104	44	25	11	11	17	2	7	2	7	24	55	49	
09:00 - 09:15	238	278	40	105	45	21	9	12	20	0	6	0	1	24	56	32	
09:15 - 09:30	217	246	35	104	45	22	10	9	12	1	5	1	4	21	49	41	
09:30 - 09:45	211	285	40	108	46	22	10	6	13	2	4	2	1	24	57	34	
09:45 - 10:00	230	307	44	108	46	19	9	11	16	3	6	2	7	26	61	32	
10:00 - 10:15	187	249	36	105	45	20	9	10	15	2	3	1	2	22	50	36	
10:15 - 10:30	166	247	35	120	52	26	10	13	19	1	5	1	6	22	50	32	
10:30 - 10:45	157	238	34	106	45	24	10	10	12	0	1	0	5	20	47	30	
10:45 - 11:00	185	237	34	100	43	25	11	13	18	2	4	2	7	21	47	23	
11:00 - 11:15	165	220	31	94	40	28	12	12	17	1	4	1	5	19	44	22	
11:15 - 11:30	204	222	32	108	46	25	10	4	11	0	3	0	2	19	44	24	
11:30 - 11:45	185	247	35	114	49	29	13	8	13	2	3	1	4	21	49	27	
11:45 - 12:00	214	239	34	111	48	19	8	12	16	3	4	2	3	20	48	29	
12:00 - 12:15	194	286	41	102	43	18	8	10	14	1	3	1	3	24	57	30	
12:15 - 12:30	211	257	37	118	51	32	14	9	15	2	10	1	6	22	51	23	
12:30 - 12:45	174	242	35	107	45	24	11	9	12	2	1	1	1	21	48	20	
12:45 - 13:00	175	262	37	104	45	22	10	14	20	1	4	1	3	22	52	22	
13:00 - 13:15	213	215	31	91	39	32	13	9	15	1	4	1	4	18	43	29	
13:15 - 13:30	181	273	39	106	45	24	10	11	14	5	7	4	3	23	54	28	
13:30 - 13:45	186	261	37	107	46	24	10	12	18	2	4	2	3	22	52	29	
13:45 - 14:00	154	276	40	98	42	24	11	12	20	1	8	1	4	23	55	21	
14:00 - 14:15	181	273	39	102	44	27	11	13	21	2	2	1	3	23	54	28	
14:15 - 14:30	182	268	38	114	49	18	8	14	16	1	5	0	3	23	54	18	
14:30 - 14:45	187	257	37	143	61	27	11	11	16	2	3	2	5	22	52	30	
14:45 - 15:00	207	260	37	111	47	32	14	11	16	2	4	1	7	22	52	39	
15:00 - 15:15	197	268	38	119	51	25	11	8	17	0	4	0	1	23	54	21	
15:15 - 15:30	203	279	40	84	36	27	12	12	19	4	2	1	2	24	56	27	
15:30 - 15:45	187	274	39	144	61	37	16	14	26	2	4	2	4	24	55	24	
15:45 - 16:00	260	269	38	96	41	19	8	13	20	2	1	1	4	23	54	33	
16:00 - 16:15	263	268	38	92	39	22	10	12	19	6	4	4	8	23	54	41	
16:15 - 16:30	309	301	43	91	38	30	13	13	15	1	0	1	3	26	60	50	
16:30 - 16:45	327	292	42	110	47	30	13	5	10	2	7	2	4	26	59	38	
16:45 - 17:00	336	275	40	110	46	24	10	12	15	1	8	1	6	24	55	62	
17:00 - 17:15	381	311	45	91	39	35	15	11	16	1	10	1	6	27	62	76	
17:15 - 17:30	387	347	49	93	39	20	8	12	15	0	13	0	13	29	69	74	
17:30 - 17:45	415	292	42	96	42	23	10	13	18	0	12	0	11	25	58	70	
17:45 - 18:00	397	341	49	93	40	23	9	8	12	0	8	0	7	29	68	85	
TOTAL	11748	13573	1942	4989	2131	1098	474	502	756	81	261	60	366	1163	2713	2022	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Aforo vehicular Viernes 09/01/2026

Punto: Semáforos del Memorial Sandino				Fecha: 09/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
Hora	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	200	141	23	51	20	13	1	8	8	0	7	1	3	14	31	21	
6:15-6:30	236	197	30	57	22	15	2	11	19	5	2	0	3	17	35	31	
6:30-6:45	261	240	36	78	31	14	11	10	16	2	8	3	7	20	47	41	
06:45 - 07:00	266	254	35	100	38	10	11	9	9	2	7	2	20	24	49	48	
07:00 - 07:15	296	259	38	81	33	11	9	5	17	4	5	3	10	22	53	61	
07:15 - 07:30	315	288	45	70	30	10	5	6	15	3	16	0	20	28	59	64	
07:30 - 07:45	337	305	48	66	30	19	11	6	14	3	7	2	19	28	62	65	
07:45 - 08:00	346	359	54	76	34	18	7	5	14	0	13	3	18	30	67	81	
08:00 - 08:15	323	338	49	87	35	14	7	2	13	0	3	6	13	25	68	71	
08:15 - 08:30	263	299	46	99	34	15	4	15	13	4	3	5	14	19	62	59	
08:30 - 08:45	251	270	42	92	36	23	10	6	12	5	0	4	10	25	54	37	
08:45 - 09:00	242	274	39	97	35	18	8	6	20	5	6	8	6	23	52	45	
09:00 - 09:15	226	247	36	94	38	16	8	4	14	2	1	0	1	26	47	29	
09:15 - 09:30	214	230	31	85	35	17	5	7	12	4	2	2	0	17	43	38	
09:30 - 09:45	203	247	33	85	41	18	14	5	9	0	1	4	4	18	49	27	
09:45 - 10:00	204	252	37	88	36	19	12	9	16	5	6	6	4	25	54	34	
10:00 - 10:15	194	235	34	85	33	12	9	12	8	0	7	0	0	17	51	36	
10:15 - 10:30	188	227	31	91	41	22	10	6	12	2	7	4	0	22	45	26	
10:30 - 10:45	180	223	32	90	42	18	10	6	13	0	6	1	1	22	49	34	
10:45 - 11:00	185	227	34	86	37	21	7	8	14	2	5	5	4	20	42	23	
11:00 - 11:15	199	222	35	89	43	19	6	6	14	2	6	5	2	23	47	19	
11:15 - 11:30	191	209	29	94	37	25	9	7	13	0	5	2	2	18	47	25	
11:30 - 11:45	205	213	30	86	42	16	14	12	14	3	1	1	4	20	39	18	
11:45 - 12:00	216	240	36	89	40	23	6	10	14	0	3	2	7	22	48	27	
12:00 - 12:15	237	254	32	89	36	20	8	9	13	2	1	2	4	27	47	33	
12:15 - 12:30	225	256	38	96	42	23	7	8	12	0	3	7	9	24	50	34	
12:30 - 12:45	220	275	38	97	45	18	8	9	17	5	5	0	4	20	54	24	
12:45 - 13:00	222	250	36	89	45	18	9	12	13	2	3	2	1	22	48	27	
13:00 - 13:15	232	242	35	85	37	20	11	8	12	2	10	0	5	21	46	27	
13:15 - 13:30	227	288	36	95	43	20	13	10	7	7	2	4	2	23	56	32	
13:30 - 13:45	216	262	40	112	42	28	9	12	11	0	6	0	6	26	56	34	
13:45 - 14:00	192	252	38	97	40	21	9	4	18	5	7	3	1	19	53	28	
14:00 - 14:15	212	254	40	97	45	19	7	9	13	5	4	0	10	19	47	29	
14:15 - 14:30	199	277	39	107	44	21	10	6	11	2	12	6	3	21	55	26	
14:30 - 14:45	189	263	37	112	49	22	14	10	15	0	4	0	5	27	53	30	
14:45 - 15:00	229	250	30	102	43	19	13	5	14	2	0	5	4	27	50	37	
15:00 - 15:15	228	257	35	96	41	18	3	5	6	0	3	1	5	22	48	34	
15:15 - 15:30	222	254	36	89	42	23	13	7	18	10	3	1	7	21	52	30	
15:30 - 15:45	222	245	34	110	39	22	6	11	19	4	8	5	4	20	51	26	
15:45 - 16:00	241	246	34	92	44	20	13	15	15	0	5	6	5	20	48	34	
16:00 - 16:15	263	248	35	88	35	21	14	4	13	9	2	3	5	21	51	36	
16:15 - 16:30	285	264	36	86	36	18	13	11	15	0	9	2	6	21	46	40	
16:30 - 16:45	269	273	43	97	41	21	8	9	9	4	8	3	2	24	54	34	
16:45 - 17:00	286	273	46	103	44	16	8	3	15	1	3	0	6	26	55	50	
17:00 - 17:15	266	283	40	87	40	24	5	7	10	0	5	5	6	24	54	43	
17:15 - 17:30	241	267	40	71	27	17	5	6	5	1	14	3	14	23	50	49	
17:30 - 17:45	281	250	35	86	34	23	12	8	7	4	8	0	18	22	48	42	
17:45 - 18:00	292	274	38	83	43	13	6	7	4	2	2	0	9	29	53	63	
TOTAL	11437	12253	1774	4282	1820	891	420	376	615	120	254	127	313	1074	2425	1802	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Aforo vehicular Lunes 13/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo				Fecha: 05/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros			Autobuses				Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	205	108	16	29	10	12	5	6	7	0	1	0	0	11	20	11	
6:15-6:30	292	124	16	42	18	11	4	13	19	0	5	0	3	10	22	24	
6:30-6:45	381	163	25	59	20	17	7	15	21	0	5	0	3	13	34	35	
06:45 - 07:00	315	182	30	57	24	12	6	11	11	1	3	0	9	16	44	60	
07:00 - 07:15	312	212	33	45	19	16	7	7	16	2	8	1	8	19	43	61	
07:15 - 07:30	365	260	36	75	36	23	10	11	12	0	11	0	11	20	56	66	
07:30 - 07:45	376	299	48	83	35	21	11	6	8	4	7	3	11	32	65	60	
07:45 - 08:00	390	433	53	103	44	16	8	11	14	1	6	1	14	35	79	104	
08:00 - 08:15	354	377	56	127	55	23	8	10	16	1	6	1	20	35	73	75	
08:15 - 08:30	302	300	46	133	57	27	10	13	15	3	6	2	13	31	65	87	
08:30 - 08:45	306	296	41	115	47	36	15	10	14	2	2	1	8	25	72	67	
08:45 - 09:00	221	290	45	104	45	22	10	9	18	1	2	1	7	25	55	46	
09:00 - 09:15	302	281	34	105	44	24	9	11	13	1	3	0	10	24	62	31	
09:15 - 09:30	257	256	31	100	36	24	9	16	21	1	2	1	2	21	45	39	
09:30 - 09:45	228	259	31	93	39	26	9	7	10	1	2	1	2	21	48	19	
09:45 - 10:00	263	257	30	90	46	23	11	9	12	0	2	0	5	21	46	40	
10:00 - 10:15	204	248	36	97	37	15	6	11	15	1	3	1	1	18	52	38	
10:15 - 10:30	248	199	33	94	32	23	10	12	18	0	5	0	2	17	48	28	
10:30 - 10:45	219	249	34	89	48	21	10	5	8	1	9	1	2	20	48	38	
10:45 - 11:00	238	235	32	85	38	27	14	8	11	1	3	1	6	21	41	29	
11:00 - 11:15	254	265	32	96	46	27	12	9	14	0	4	0	4	22	46	25	
11:15 - 11:30	250	210	30	100	46	25	12	11	19	0	4	0	2	23	51	27	
11:30 - 11:45	209	250	34	83	39	22	9	10	20	0	2	0	3	19	44	23	
11:45 - 12:00	303	294	39	80	39	22	9	4	10	0	0	0	1	23	54	38	
12:00 - 12:15	325	306	41	89	37	28	13	5	10	0	4	0	2	23	53	39	
12:15 - 12:30	322	284	41	100	48	24	11	6	10	2	1	0	3	25	63	48	
12:30 - 12:45	259	335	47	107	50	17	6	7	10	3	6	2	8	30	61	44	
12:45 - 13:00	262	308	43	129	49	30	13	9	10	1	6	1	3	29	51	51	
13:00 - 13:15	292	302	43	101	40	24	11	11	16	0	5	0	2	23	57	36	
13:15 - 13:30	309	326	49	112	40	32	11	7	12	2	3	2	5	28	71	54	
13:30 - 13:45	228	258	44	109	60	26	12	8	11	0	5	0	6	28	65	50	
13:45 - 14:00	249	255	38	93	41	26	10	6	17	0	11	0	4	21	47	54	
14:00 - 14:15	231	281	44	117	46	28	10	6	10	0	3	0	0	22	59	31	
14:15 - 14:30	247	344	45	130	62	46	19	7	13	0	7	0	5	30	75	51	
14:30 - 14:45	216	289	38	108	50	31	12	7	17	2	7	2	4	27	60	32	
14:45 - 15:00	314	273	32	101	40	21	9	8	13	0	4	0	4	24	50	49	
15:00 - 15:15	295	235	32	86	40	24	11	11	13	0	2	0	2	21	43	45	
15:15 - 15:30	265	206	34	90	41	15	6	8	12	0	2	0	0	20	48	28	
15:30 - 15:45	318	193	31	84	37	21	8	11	17	0	3	0	2	18	47	39	
15:45 - 16:00	262	214	37	73	31	14	7	11	16	1	3	0	5	20	47	43	
16:00 - 16:15	312	280	38	83	31	27	12	7	15	0	5	0	3	19	54	49	
16:15 - 16:30	278	270	35	76	34	21	8	9	9	0	4	0	4	19	57	32	
16:30 - 16:45	279	264	38	97	39	19	9	5	10	0	1	0	3	26	49	25	
16:45 - 17:00	310	251	44	76	30	20	9	8	11	0	4	0	1	23	51	35	
17:00 - 17:15	130	222	30	78	39	17	9	4	8	1	3	1	0	20	44	9	
17:15 - 17:30	59	155	24	55	26	14	5	5	6	1	1	1	0	16	31	4	
17:30 - 17:45	117	201	29	83	32	15	5	9	9	0	1	0	0	17	45	10	
17:45 - 18:00	175	227	34	99	38	14	7	6	8	0	1	0	2	20	44	23	
TOTAL	12848	12326	1752	4360	1881	1069	454	416	625	34	193	24	215	1071	2485	1952	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Aforo vehicular Martes 14/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo				Fecha: 06/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	94	84	11	23	9	7	3	5	9	0	3	0	1	7	16	4	
6:15-6:30	114	80	12	29	14	7	3	5	6	0	1	0	1	6	15	9	
6:30-6:45	178	96	16	14	7	9	4	3	3	0	3	0	2	10	18	12	
06:45 - 07:00	208	100	14	29	12	8	3	3	5	0	0	0	0	9	21	11	
07:00 - 07:15	214	104	14	45	16	7	3	4	6	0	2	0	0	7	21	19	
07:15 - 07:30	230	172	23	28	10	13	6	6	8	0	4	0	1	13	36	16	
07:30 - 07:45	277	169	26	43	23	7	3	5	8	0	0	0	2	15	34	34	
07:45 - 08:00	278	338	44	50	24	10	4	5	8	0	8	0	8	29	51	37	
08:00 - 08:15	259	203	34	63	24	7	3	4	6	1	2	0	3	22	45	34	
08:15 - 08:30	229	199	29	46	21	7	3	5	7	1	2	1	3	19	36	30	
08:30 - 08:45	169	168	26	53	24	11	6	6	9	0	4	0	2	14	33	14	
08:45 - 09:00	186	162	24	43	18	9	4	2	2	0	0	0	2	15	36	21	
09:00 - 09:15	142	169	27	62	28	9	5	4	5	0	1	0	1	16	31	20	
09:15 - 09:30	162	160	26	57	21	18	7	3	4	1	1	1	3	14	32	20	
09:30 - 09:45	178	162	22	52	23	12	7	6	6	2	6	0	2	13	33	17	
09:45 - 10:00	161	172	24	58	25	8	4	3	4	1	1	1	1	17	39	16	
10:00 - 10:15	157	209	29	70	26	12	5	5	7	1	2	1	1	18	40	15	
10:15 - 10:30	154	185	24	55	24	12	4	2	2	0	1	0	2	14	39	25	
10:30 - 10:45	146	241	32	56	22	8	5	4	6	1	1	1	2	22	37	18	
10:45 - 11:00	168	208	27	59	24	9	3	3	3	0	1	0	1	16	38	16	
11:00 - 11:15	213	204	28	64	31	7	3	2	3	1	2	1	0	19	43	12	
11:15 - 11:30	175	154	28	52	23	8	3	3	4	0	3	0	0	15	40	17	
11:30 - 11:45	206	157	19	78	32	9	4	3	3	1	2	0	0	12	30	10	
11:45 - 12:00	199	195	32	63	27	19	6	5	7	0	3	0	3	17	48	30	
12:00 - 12:15	198	176	26	55	26	9	4	1	1	0	0	0	2	16	37	20	
12:15 - 12:30	189	170	27	44	22	15	6	3	5	1	7	1	5	17	34	13	
12:30 - 12:45	216	251	34	76	31	13	6	3	5	3	1	3	1	20	49	20	
12:45 - 13:00	216	233	31	60	32	10	5	0	1	1	3	1	2	19	46	24	
13:00 - 13:15	186	227	38	73	33	12	5	1	2	0	2	0	0	22	52	14	
13:15 - 13:30	186	295	43	78	35	9	5	5	5	2	1	2	4	21	61	29	
13:30 - 13:45	196	208	31	73	36	16	6	5	6	1	1	1	0	16	42	22	
13:45 - 14:00	168	192	31	59	26	14	7	3	6	2	1	1	3	15	39	19	
14:00 - 14:15	164	208	27	80	37	5	2	1	5	3	1	1	6	21	43	26	
14:15 - 14:30	192	207	29	74	34	8	4	3	4	2	1	2	2	16	42	19	
14:30 - 14:45	197	205	29	62	25	14	7	2	3	1	0	1	3	18	46	21	
14:45 - 15:00	215	241	30	76	31	6	3	2	2	2	0	1	1	20	45	27	
15:00 - 15:15	230	254	31	62	29	8	4	3	5	1	3	1	4	22	42	27	
15:15 - 15:30	220	231	32	68	31	11	3	7	11	0	1	0	2	22	49	26	
15:30 - 15:45	196	212	31	88	34	14	7	1	3	1	0	1	2	17	45	29	
15:45 - 16:00	170	206	33	74	33	13	6	1	5	2	1	1	2	19	42	14	
16:00 - 16:15	208	225	34	96	31	13	5	2	4	2	3	1	3	21	43	27	
16:15 - 16:30	230	213	29	78	32	14	7	4	6	0	0	0	3	18	46	36	
16:30 - 16:45	205	247	41	66	34	8	4	2	5	1	2	0	4	24	48	28	
16:45 - 17:00	202	234	38	89	46	7	4	2	6	0	2	0	3	21	49	26	
17:00 - 17:15	176	257	40	78	31	14	6	5	7	1	5	1	2	22	55	17	
17:15 - 17:30	99	238	29	78	33	12	5	4	7	1	3	1	1	19	44	18	
17:30 - 17:45	149	185	29	81	32	12	6	4	5	1	1	1	3	16	40	13	
17:45 - 18:00	166	206	30	74	28	7	3	3	4	1	3	0	0	18	40	33	
TOTAL	9071	9412	1364	2934	1270	497	221	163	244	39	95	27	99	819	1891	1005	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Aforo vehicular Miércoles 15/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo				Fecha: 07/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	221	157	25	72	28	13	5	14	16	1	2	0	3	16	42	23	
6:15-6:30	255	328	46	68	29	13	7	15	13	3	3	3	9	24	57	46	
6:30-6:45	271	332	47	107	46	15	5	9	10	2	6	1	14	28	60	55	
06:45 - 07:00	252	426	51	121	65	11	5	6	8	1	12	1	26	29	65	58	
07:00 - 07:15	346	361	44	109	47	17	7	6	10	0	3	0	16	31	71	94	
07:15 - 07:30	399	403	52	76	41	14	5	8	15	2	11	1	27	29	64	93	
07:30 - 07:45	390	305	57	81	28	15	6	8	12	3	7	2	26	31	69	83	
07:45 - 08:00	418	451	57	67	33	13	6	5	11	2	8	1	31	33	78	79	
08:00 - 08:15	347	409	59	87	34	19	8	6	15	0	10	0	11	29	75	69	
08:15 - 08:30	264	323	46	85	39	23	9	12	13	3	4	3	10	30	76	48	
08:30 - 08:45	246	357	47	104	46	20	8	8	18	3	7	2	6	23	63	52	
08:45 - 09:00	233	374	49	113	43	16	7	18	20	0	3	0	9	30	63	43	
09:00 - 09:15	270	271	40	100	38	16	6	12	15	1	9	1	5	27	50	40	
09:15 - 09:30	232	240	35	100	37	21	10	11	18	1	2	1	1	21	50	25	
09:30 - 09:45	186	286	44	96	42	17	8	7	16	1	7	1	4	26	55	23	
09:45 - 10:00	183	330	44	96	44	18	8	12	16	2	1	1	3	27	56	38	
10:00 - 10:15	185	249	34	90	38	18	10	14	21	1	4	1	2	19	41	34	
10:15 - 10:30	218	238	39	104	48	18	8	13	17	1	2	0	2	23	47	19	
10:30 - 10:45	215	248	30	98	45	20	10	9	15	1	3	1	2	20	46	32	
10:45 - 11:00	199	255	37	99	44	16	7	10	15	1	3	1	3	23	50	32	
11:00 - 11:15	190	211	32	96	38	27	9	8	10	1	5	1	2	16	47	19	
11:15 - 11:30	181	196	29	102	36	21	9	7	15	1	5	1	2	20	43	29	
11:30 - 11:45	203	218	28	84	36	21	9	9	16	2	12	1	3	21	43	21	
11:45 - 12:00	198	226	41	103	43	22	12	12	17	0	5	0	1	20	48	22	
12:00 - 12:15	201	251	37	98	41	20	8	10	10	2	6	2	3	23	50	26	
12:15 - 12:30	170	277	39	111	47	23	10	7	12	3	4	2	5	23	58	41	
12:30 - 12:45	226	292	38	110	45	17	8	11	16	0	3	0	4	21	63	18	
12:45 - 13:00	200	239	32	79	30	19	8	6	7	1	7	0	3	18	43	25	
13:00 - 13:15	208	222	30	90	34	10	4	9	11	2	7	2	1	22	47	36	
13:15 - 13:30	223	263	39	100	48	14	7	7	10	1	2	1	4	24	53	42	
13:30 - 13:45	197	278	42	111	44	19	8	13	12	0	4	0	4	23	52	25	
13:45 - 14:00	184	273	36	122	49	24	10	13	17	2	1	2	6	24	52	35	
14:00 - 14:15	187	264	35	94	44	30	11	10	12	1	4	0	3	22	51	29	
14:15 - 14:30	202	286	36	108	42	24	10	8	13	2	4	1	7	26	52	36	
14:30 - 14:45	204	279	42	129	58	36	13	13	15	2	4	0	5	27	65	27	
14:45 - 15:00	217	301	34	123	55	18	8	9	14	2	4	1	4	22	46	17	
15:00 - 15:15	256	278	35	103	43	12	6	7	10	2	5	1	3	22	56	46	
15:15 - 15:30	240	260	38	112	50	33	14	17	24	1	7	1	6	24	48	34	
15:30 - 15:45	226	245	43	117	54	17	10	13	17	3	4	2	5	21	47	26	
15:45 - 16:00	219	247	39	116	57	32	11	16	18	2	3	1	5	25	52	24	
16:00 - 16:15	292	211	32	116	44	23	11	9	16	3	4	2	3	20	46	33	
16:15 - 16:30	275	259	38	74	36	22	9	12	19	2	5	1	2	23	48	54	
16:30 - 16:45	285	294	43	107	46	21	10	11	14	3	6	2	4	26	56	37	
16:45 - 17:00	379	321	47	100	49	22	10	8	13	1	8	0	3	23	65	60	
17:00 - 17:15	388	360	46	102	42	21	8	10	17	2	6	1	10	33	72	57	
17:15 - 17:30	433	306	53	72	34	18	9	8	12	2	11	0	14	28	58	90	
17:30 - 17:45	424	369	48	86	32	19	10	10	11	4	9	1	24	28	63	87	
17:45 - 18:00	399	347	46	98	48	21	7	6	10	0	4	0	13	28	69	74	
TOTAL	12337	13916	1961	4736	2040	939	404	482	682	76	256	47	359	1172	2671	2056	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Aforo vehicular Jueves 16/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo				Fecha: 08/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
Hora	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	231	198	27	76	31	12	6	13	16	1	4	1	3	18	43	32	
6:15-6:30	269	289	39	86	41	16	7	17	25	1	1	1	7	25	48	38	
6:30-6:45	258	308	50	103	39	15	7	11	10	2	8	1	14	34	64	69	
06:45 - 07:00	282	386	41	147	59	17	8	10	17	2	10	1	14	27	64	58	
07:00 - 07:15	308	389	54	127	59	13	7	10	15	3	17	3	23	28	66	79	
07:15 - 07:30	382	391	57	96	35	16	6	7	11	2	10	1	38	33	64	72	
07:30 - 07:45	293	339	51	76	35	13	6	9	13	3	7	2	37	33	74	94	
07:45 - 08:00	317	366	62	83	32	15	8	6	9	1	9	1	27	35	86	95	
08:00 - 08:15	407	319	57	89	34	12	4	8	23	2	3	2	11	32	77	71	
08:15 - 08:30	253	352	41	119	47	17	9	8	12	2	5	1	14	28	60	60	
08:30 - 08:45	224	243	43	97	44	24	11	8	15	2	3	2	6	29	56	38	
08:45 - 09:00	214	247	38	116	38	24	10	12	16	2	7	2	7	23	52	52	
09:00 - 09:15	217	290	37	119	50	18	10	11	18	0	6	0	1	25	54	34	
09:15 - 09:30	216	265	33	110	47	24	11	9	12	1	5	1	4	20	50	44	
09:30 - 09:45	236	289	42	105	45	24	9	6	14	2	4	2	1	23	55	36	
09:45 - 10:00	244	288	46	100	48	21	9	13	17	3	7	2	8	25	54	31	
10:00 - 10:15	176	265	38	103	47	20	9	10	16	2	3	1	2	22	50	33	
10:15 - 10:30	181	255	29	120	51	27	11	12	20	1	5	1	6	21	45	29	
10:30 - 10:45	143	258	31	96	45	24	10	11	11	0	1	0	5	20	48	30	
10:45 - 11:00	177	226	33	114	40	26	10	15	16	2	4	2	7	22	42	25	
11:00 - 11:15	171	231	31	105	39	28	11	13	15	1	4	1	4	19	49	23	
11:15 - 11:30	226	221	31	110	39	25	11	4	12	0	3	0	2	21	47	25	
11:30 - 11:45	197	270	35	102	53	25	14	8	14	2	3	1	4	20	54	29	
11:45 - 12:00	226	208	36	104	46	17	7	11	15	3	4	2	3	21	48	26	
12:00 - 12:15	192	306	45	106	42	17	8	11	16	1	3	1	3	24	52	28	
12:15 - 12:30	222	228	37	119	50	28	15	10	17	2	11	1	6	23	53	23	
12:30 - 12:45	151	230	38	104	47	20	12	7	12	2	1	1	1	19	47	17	
12:45 - 13:00	184	258	40	101	49	19	9	14	23	1	4	1	3	22	52	23	
13:00 - 13:15	227	196	28	80	42	35	13	10	12	1	4	1	4	19	44	27	
13:15 - 13:30	165	286	39	107	47	23	9	10	14	5	7	4	3	20	54	32	
13:30 - 13:45	176	242	36	111	44	26	11	12	19	2	4	2	3	20	52	32	
13:45 - 14:00	141	281	37	99	47	23	10	11	22	1	6	1	4	23	53	23	
14:00 - 14:15	186	288	38	90	37	29	10	13	24	2	2	1	3	23	54	28	
14:15 - 14:30	177	249	36	113	46	16	8	13	16	1	5	0	3	19	49	19	
14:30 - 14:45	170	260	39	135	61	31	13	11	15	2	3	2	4	23	54	27	
14:45 - 15:00	211	253	43	110	49	35	14	9	16	2	4	1	7	25	56	37	
15:00 - 15:15	212	281	35	133	58	23	9	7	18	0	4	0	1	23	53	23	
15:15 - 15:30	196	300	38	79	39	29	11	11	17	3	2	1	2	24	60	25	
15:30 - 15:45	194	310	39	154	58	35	17	13	22	2	4	2	4	26	55	22	
15:45 - 16:00	251	256	39	94	38	20	8	14	19	2	1	1	4	23	52	35	
16:00 - 16:15	256	242	40	93	40	23	9	11	21	6	4	4	8	24	56	42	
16:15 - 16:30	304	308	42	87	35	30	11	12	14	1	0	1	3	23	58	54	
16:30 - 16:45	331	314	39	114	49	27	12	5	9	2	8	2	4	25	57	35	
16:45 - 17:00	344	275	39	116	39	26	10	12	14	1	8	1	7	25	57	57	
17:00 - 17:15	401	292	46	92	40	37	17	10	14	1	10	1	6	27	56	69	
17:15 - 17:30	400	357	50	94	41	21	9	10	16	0	14	0	12	32	65	72	
17:30 - 17:45	375	269	43	106	44	26	9	12	18	0	12	0	11	23	60	61	
17:45 - 18:00	369	339	47	105	39	23	10	9	14	0	8	0	7	26	63	83	
TOTAL	11683	13513	1935	5045	2125	1095	475	499	764	80	262	60	361	1165	2662	2017	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46 Aforo vehicular Viernes 17/01/2026

Punto: Segundo Punto de Aforo				Fecha: 09/01/2026													
Sentido	Ambos Sentidos																
Hora	Vehículos livianos							Vehiculo de carga									
	Vehículo de pasajeros				Autobuses			Camiones				Camión remolque		Trailer articulado			
	Motos	Autos	Jeep	Pick Up	Microbus <15 pas	Minubus 15-30 pas	Bus Grande	Camión liviano	C2> 5TON	C3	C4	≤ 4 eje	≥ 5 eje	T2-S1	T2-S2	T3-S3	
6:00 - 6:15	209	126	23	54	19	13	1	8	7	0	8	1	3	14	31	19	
6:15-6:30	235	192	33	54	23	14	2	11	17	4	2	0	3	15	32	32	
6:30-6:45	278	231	36	78	27	16	12	10	14	2	8	3	8	22	46	47	
06:45 - 07:00	278	260	34	107	37	11	10	8	9	2	6	2	19	28	51	50	
07:00 - 07:15	262	278	41	85	35	11	8	6	16	4	5	3	8	24	55	59	
07:15 - 07:30	287	289	42	66	31	11	5	6	17	3	15	0	22	28	60	59	
07:30 - 07:45	340	294	49	61	29	20	11	6	15	3	7	2	18	29	62	72	
07:45 - 08:00	343	406	49	68	34	20	7	5	13	0	14	3	15	33	74	74	
08:00 - 08:15	372	338	52	91	31	13	7	2	14	0	3	6	13	25	59	78	
08:15 - 08:30	301	274	47	88	39	17	4	14	15	4	3	5	15	19	65	62	
08:30 - 08:45	254	307	44	86	35	21	11	6	13	4	0	4	11	25	58	36	
08:45 - 09:00	230	262	35	98	35	18	10	6	18	6	6	8	6	23	48	43	
09:00 - 09:15	242	255	38	104	40	16	8	4	14	2	1	0	1	24	47	26	
09:15 - 09:30	195	232	28	74	39	15	5	8	13	4	2	2	0	18	42	35	
09:30 - 09:45	225	242	34	90	40	18	15	5	9	0	1	4	4	16	53	29	
09:45 - 10:00	221	269	35	92	34	21	11	9	18	5	6	7	4	27	54	35	
10:00 - 10:15	199	270	32	75	33	12	9	13	8	0	7	0	0	17	52	37	
10:15 - 10:30	169	231	32	91	38	24	11	6	11	2	7	4	0	22	41	25	
10:30 - 10:45	187	209	31	86	41	16	9	6	14	0	7	1	1	20	48	36	
10:45 - 11:00	187	209	35	84	39	20	7	9	16	2	5	5	4	17	44	22	
11:00 - 11:15	188	203	36	85	44	21	6	6	15	2	6	5	2	22	46	19	
11:15 - 11:30	169	201	31	97	38	26	8	7	13	0	5	2	2	20	46	28	
11:30 - 11:45	184	218	27	84	46	14	13	12	12	3	1	1	4	19	40	19	
11:45 - 12:00	247	250	40	88	37	24	7	11	13	0	3	2	6	22	52	28	
12:00 - 12:15	220	219	34	91	32	20	7	10	14	2	1	2	4	24	52	36	
12:15 - 12:30	217	239	38	94	41	23	7	8	12	0	3	7	9	21	52	36	
12:30 - 12:45	241	240	36	81	38	19	8	8	15	4	5	0	4	19	57	20	
12:45 - 13:00	240	260	37	91	42	20	10	13	12	2	3	2	1	24	44	25	
13:00 - 13:15	265	278	34	87	39	17	11	8	12	2	11	0	5	22	53	31	
13:15 - 13:30	231	285	39	98	44	20	13	11	6	7	2	4	2	25	51	31	
13:30 - 13:45	194	273	39	127	44	31	8	14	11	0	5	0	7	24	59	33	
13:45 - 14:00	199	253	37	90	43	20	9	4	17	5	6	3	1	19	49	31	
14:00 - 14:15	215	267	44	88	51	20	6	9	14	4	4	0	11	19	47	31	
14:15 - 14:30	189	252	32	117	42	23	9	6	11	2	14	6	3	22	58	25	
14:30 - 14:45	176	276	38	112	48	21	15	10	16	0	4	0	5	25	50	29	
14:45 - 15:00	221	262	33	112	39	19	14	5	14	2	0	5	5	28	57	37	
15:00 - 15:15	235	255	36	89	41	18	3	5	6	0	3	1	5	23	48	35	
15:15 - 15:30	209	272	37	91	43	21	13	6	15	11	3	1	7	19	53	32	
15:30 - 15:45	205	242	37	115	35	23	5	11	21	4	8	6	4	22	50	26	
15:45 - 16:00	257	205	34	96	44	20	14	14	14	0	5	6	5	19	49	37	
16:00 - 16:15	236	233	32	95	30	20	15	4	12	8	2	3	4	20	47	36	
16:15 - 16:30	276	286	32	91	41	16	13	11	15	0	8	2	5	22	50	44	
16:30 - 16:45	283	290	50	95	38	23	7	9	8	5	8	3	2	21	59	40	
16:45 - 17:00	296	269	51	99	44	16	8	3	15	1	3	0	5	26	55	51	
17:00 - 17:15	284	284	33	95	41	23	6	8	9	0	6	5	6	24	49	40	
17:15 - 17:30	261	259	33	61	27	16	5	6	5	1	14	3	16	24	57	51	
17:30 - 17:45	259	212	35	92	31	24	11	8	7	4	7	0	18	19	52	36	
17:45 - 18:00	313	266	35	88	47	14	6	8	4	2	2	0	9	34	59	60	
TOTAL	11524	12223	1770	4281	1809	899	420	383	609	118	255	129	312	1074	2463	1823	

Fuente: Elaboración propia

X