



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE NIC-1, DEPARTAMENTO DE ESTELI EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE KILOMETRO 152 - KILOMETRO 167”.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Edhelmer Manuel Moreno Siles.

Br. Francisco Javier Flores Murillo.

Br. Scheyra Ninoska Salgado Zeledón.

**Tutor**

Ing. Freddy Antonio Vega Mayorga.

**Asesor**

Ing. Gilberto Solís Orozco

Managua, mayo 2020

## DEDICATORIA

“...Y haced sendas derechas para vuestros pies, para que lo cojo no se salga del camino, sino que sea sanado. (Hebreos 12:13)

Dedicamos este trabajo monográfico al departamento de Estelí, sus habitantes. Quienes a diario realizan sus actividades de desarrollo económico y social, por medio de la red vial de Nicaragua. A fin de presentar para ellos las soluciones a la problemática actual, respecto a los accidentes de tránsito, y generar aquellas condiciones de seguridad y protección a sus vidas. Y creando una sociedad consciente de aquellos que están a su alrededor, entendiendo que nuestras acciones generaran consecuencias sobre ellos, y que el desarrollo de toda nación está cimentado en la responsabilidad que tengamos de nuestras acciones.

A la juventud universitaria, para que este proyecto sea piedra de ángulo y base, para proyectos a futuro sobre nuestras ciudades, las cuales requieren ser sanadas de la pérdida de sus seres queridos a causa de los accidentes, y entregarles las herramientas adecuadas para enfrentar estos retos, por una Nación Segura.

Br. Edhelmer Manuel Moreno Siles.

Br. Francisco Javier Flores Murillo.

Br. Scheyra Ninoska Salgado Zeledón.

## AGRADECIMIENTO

“...Sea BENDITO el nombre de Dios de Siglos en Siglos, porque suyos son el **Poder** y la **Sabiduría**... El muda los tiempos y las edades; quita reyes, y pone reyes; da la sabiduría a los sabios, y la ciencia a los entendidos. El revela lo profundo y lo escondido; conoce lo que está en tinieblas, y con él mora la luz. A ti, oh Dios de mis padres, te doy **GRACIAS** y te **ALABO**, porque me has dado sabiduría y fuerza, y ahora me has revelado lo que te pedimos...” (Daniel 2: 20-23)

Es imposible expresar con Palabras cada experiencia, cada dificultad, cada reto, nuestro gozo, incertidumbre y nuestra esperanza que han sido parte en este trabajo monográfico; pero expresaremos nuestro agradecimiento con todo nuestro Corazón. Presentamos este Trabajo Monográfico, agradeciendo al Dios y Padre, a Jesucristo Rey y Señor y al Santo Espíritu de Dios, quienes son los autores y protagonistas de esta hazaña. Que, en medio de nuestras dificultades, hicieron posible que la Gracia sobreabundara para con nosotros y nuestras familias.

A la Familia Moreno Siles, Flores Murillo, Salgado Zeledón... Nuestros Padres y Hermanos.

A nuestros hermanos en la Fe, la Iglesia de Cristo Espada del Señor, por su apoyo incondicional en Fe y en Obra, a fin de conquistar esta Victoria para nuestras vidas.

A nuestro Tutor el Ing. Freddy Vega, y a nuestro Asesor Ing. Gilberto Solís; por su empeño en instruirnos y capacitarnos para elaborar el presente proyecto conforme a los niveles de exigencia requeridos.

Br. Edhelmer Manuel Moreno Siles.

Br. Francisco Javier Flores Murillo.

Br. Scheyra Ninoska Salgado Zeledón.

## **RESUMEN EJECUTIVO.**

El presente trabajo monográfico, comprende todos los criterios y estudios técnicos necesarios para la realización del proyecto titulado: **“ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE NIC-1, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE KILOMETRO 152 – KILOMETRO 167”**.

Este trabajo consta de siete capítulos, donde cada uno aborda un tema específico.

### **CAPÍTULO I. GENERALIDADES.**

Este capítulo abordará aspectos tales como: Introducción, Antecedentes, Justificación y Objetivos.

### **CAPÍTULO II. ACCIDENTALIDAD.**

Expone un estudio de Accidentalidad del tramo La Thompson – UCATSE, en el cual se analizan los datos históricos de accidentes, causas más frecuentes, puntos críticos o negros, tramos críticos, vehículos responsables, horarios de mayor ocurrencia, días y meses de gran peligrosidad, porcentaje de fallecidos y lesionados por géneros, entre otros. A fin de conocer la tendencia, comportamiento y consecuencias de estos en el periodo de años entre 2013 - 2019.

### **CAPÍTULO III. ESTUDIO DE TRÁNSITO.**

Este capítulo aborda el análisis desde dos aspectos. El primero Volumen de Tránsito, en el cual se desarrolló un aforo vehicular de 12 horas en tres puntos críticos de mayor incidencia en el tramo, estos fueron Km 152+300, Km 158+640, Km 166+300, a fin de conocer la composición vehicular que rige el tránsito en esta carretera. Posteriormente se determinó el Nivel de Servicio en éstos, para determinar la relación Capacidad/Demanda y comparar este resultado con el nivel de servicio de diseño de nuestro tramo.

#### **CAPÍTULO IV. INVENTARIO VIAL.**

Se plantean las principales características del tramo La Thompson – UCATSE y su condición actual, por medio de un levantamiento en campo de los dispositivos de control de tránsito existentes verticales, horizontales, defensas metálicas, postes guías y de kilómetro, drenaje mayor y menor. De manera que puedan establecerse las condiciones actuales de éstas para recomendar su mantenimiento, y determinar aquellas faltantes en la vía.

#### **CAPÍTULO V. ESTUDIO DE VELOCIDAD.**

Abordamos el análisis de la velocidad de vehículos en un rango de 270 – 340 vehículos por estación las cuales corresponden a: Km 153+720, Km 157+060 y Km 166+950. Para determinar las velocidades de circulación sobre éstos, comparadas a la velocidad máxima de restricción (80Kph), a fin de conocer aquellos vehículos cuyas velocidades superan este límite y su porcentaje de composición.

#### **CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE SOLUCIONES**

Toda la información de gabinete recolectada en los estudios anteriores, fueron el medio por el cual se propuso un conjunto de soluciones que abarcan aspectos de reparación y mantenimiento de la estructura del pavimento, su demarcación horizontal y vertical, ampliación de carriles en toda la longitud de nuestro tramo carretera, anexo de ciclovía desde la estación 152+000 hasta la 158+000 y la consideración de una circunvalación que permita la circulación de vehículos recreativos y livianos por medio de ésta a fin de reducir el flujo vehicular a partir de la estación 155+044 hasta la entrada norte de Estelí, B° El Rosario. Todas estas soluciones fueron acordadas en conjunto con nuestro tutor el Ing. Freddy Vega y nuestro asesor el Ing. Gilberto Solís.

## **CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

En este capítulo final, mostramos las conclusiones de cada estudio realizado, y sus aspectos más relevantes para aumentar la seguridad vial del tramo La Thompson – UCATSE. Proponiendo diferentes recomendaciones dirigidas a cada ente regulador del tránsito en el departamento de Estelí, conforme a las necesidades de la vía en todos sus componentes.

## INDICE GENERAL

<b>CÁPITULO 1. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1. Macro Localización. ....	2
1.1.2. Micro Localización.....	3
1.2. ANTECEDENTES.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1. Objetivo General. ....	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>CÁPITULO 2. ACCIDENTALIDAD.....</b>	<b>8</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.2. ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD.....	10
<b>CÁPITULO 3. ESTUDIO DE TRÁNSITO.....</b>	<b>35</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	36
3.1.1. Determinación de ubicación de Estaciones de Conteo de Tránsito. ....	36
3.2. VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	40
3.2.1. Entrada Norte La Thompson Km 152+300.....	43
3.2.2. Empalme Estelí – San Juan de Limay Km 158+640. ....	45
3.3. CAPACIDAD VIAL .....	49
3.3.1. Nivel de Servicio, Estación Entrada Norte La Thompson Km 152+300. ...	51
3.3.2 Nivel de Servicio, Estación Empalme Estelí - San Juan de Limay Km 158+640.....	53
3.3.3. Nivel de Servicio, Estación UCATSE Km 166+300.....	56
<b>CÁPITULO 4. INVENTARIO VIAL.....</b>	<b>59</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	60
4.2. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.....	60
4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS .....	61
4.4. TIPO DE PAVIMENTO.....	61
4.5. USO DE SUELO .....	62
4.6. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO.....	64

4.7.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS SEÑALES .....	66
<b>CAPITULO 5. ESTUDIO DE VELOCIDAD.....</b>		<b>87</b>
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	88
5.2.	ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 153+720.....	92
5.3.	ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 157+060.....	98
5.4.	ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 166+950.....	104
<b>CAPITULO 6. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....</b>		<b>110</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN.....	111
6.2.	CIRCUNVALACIÓN.....	113
6.3.	AMPLIACIÓN VIAL.....	117
6.4.	CICLOVÍA.....	117
6.5.	BAHÍAS DE BUSES Y CASETA.....	119
6.6.	DEMARCACIÓN HORIZONTAL.....	122
6.6.1.	Captaluces.....	122
6.6.2.	Líneas Horizontales centrales y laterales.....	123
6.6.3.	Reductores de Velocidad.....	125
6.6.4.	Simbología Horizontal.....	126
6.7.	DEMARCACIÓN VERTICAL.....	129
6.7.1.	Señales Verticales.....	129
6.7.2.	Postes Guías y de Kilómetro.....	132
6.8.	DRENAJE.....	134
6.8.1.	Alcantarillas.....	134
6.8.2.	Puentes.....	134
<b>CÁPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>135</b>
7.1.	CONCLUSIONES.....	136
7.2.	RECOMENDACIONES.....	138
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>141</b>
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Comparación de condiciones Ideales y Actuales, Carretera La Thompson-UCATSE. ....	49
Cuadro No. 2. Condiciones Generales de Operación para los Niveles de Servicio. ....	50
Cuadro No. 3. Guía para Seleccionar el Nivel de Servicio para Diseño.....	50
Cuadro No. 4. Información General de Estación Km 152+300. ....	51
Cuadro No. 5. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 152+300. ....	52
Cuadro No. 6. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 152+300.	52
Cuadro No. 7. Información General de Estación Km 158+640. ....	54
Cuadro No. 8. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 158+640. ....	54
Cuadro No. 9. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 158+640.	55
Cuadro No. 10. Información General de Estación Km 166+300. ....	56
Cuadro No. 11. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 166+300. ....	56
Cuadro No. 12. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 166+300. ....	57
Cuadro No. 13. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (fls), Km 152+300. ....	XII
Cuadro No. 14. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (fa), Km 152+300.....	XII
Cuadro No. 15. Equivalente del Número de vehículos por camión y vehículo recreacional, Km 152+300.....	XIII
Cuadro No. 16. Factor Hora Pico, Km 152+300.....	XIV
Cuadro No. 17. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías, Km 152+300. .	XIV
Cuadro No. 18. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje, Km 152+300. .	XV
Cuadro No. 19. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 152+300. ....	XVI
Cuadro No. 20. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. Recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 152+300.....	XVI
Cuadro No. 21. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 152+300. ....	XVII
Cuadro No. 22. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (fls), Km 158+640. ....	XVIII
Cuadro No. 23. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (fa), Km 158+640...	XVIII
Cuadro No. 24. Equivalente del Número de vehículos por camión y veh. Recreacional, Km 158+640.....	XIX
Cuadro No. 25. Factor Hora Pico, Km 158+640.....	XX
Cuadro No. 26. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías, Km 158+640. .	XX
Cuadro No. 27. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje, Km 158+640. ....	XXI
Cuadro No. 28. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 158+640. ....	XXII

Cuadro No. 29. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. Recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 158+640.....	XXII
Cuadro No. 30. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 158+640. ....	XXIII
Cuadro No. 31. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (fls), Km 166+300. ....	XXIV
Cuadro No. 32. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (fa), Km 166+300..	XXIV
Cuadro No. 33. Equivalente del Número de vehículos por camión y veh. Recreacional, Km 166+300.....	XXV
Cuadro No. 34. Factor Hora Pico, Km 166+300.....	XXVI
Cuadro No. 35. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías, Km 166+300. ....	XXVI
Cuadro No. 36. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje, Km 166+300. ....	XXVII
Cuadro No. 37. Factor de Ajuste (fg) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 166+300. ....	XXVIII
Cuadro No. 38. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. Recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 166+300.....	XXVIII
Cuadro No. 39. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 166+300. ....	XXIX

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico No. 1. Accidentalidad Tramo La Thompson KM 152 - La Kukamonga KM 167, Período 2013 – 2018. ....	10
Gráfico No. 2. Accidentalidad por Kilometraje, Período 2013 - 2018. ....	11
Gráfico No. 3. Tipos de Causas de Accidentes de Tránsito.....	13
Gráfico No. 4. Distribución de Fallecidos por Tipos de Causas, Periodo 2013 - 2018.....	14
Gráfico No. 5. Distribución de Lesionados por Causas, Periodo 2013 - 2018. ....	15
Gráfico No. 6. Distribución de Accidentes por Hora, Periodo 2013 - 2018.....	16
Gráfico No. 7. Distribución de Fallecidos por Hora, Periodo 2013 - 2018.....	17
Gráfico No. 8. Distribución de Lesionados por Hora, Periodo 2013 - 2018.....	18
Gráfico No. 9. Comportamiento de Accidentes por Día y Noche (2013 – 2018). ....	19
Gráfico No. 10. Distribución de Accidentes por Días de la Semana (2013 – 2018). ....	19
Gráfico No. 11. Distribución de Fallecidos por Días de la Semana (2013 – 2018). ....	20
Gráfico No. 12. Distribución de Lesionados por Días de la Semana (2013 – 2018). ....	20
Gráfico No. 13. Comparación de Accidentalidad por Días de Semana.....	21
Gráfico No. 14. Comparación Fallecidos por Días de Semana.....	22
Gráfico No. 15. Comparación Lesionados por Días de Semana.....	23
Gráfico No. 16. Distribución de Accidentes por Meses del Año (2013 - 2018)....	24

Gráfico No. 17. Distribución de Fallecidos por Meses del Año (2013 - 2018).....	25
Gráfico No. 18. Distribución de Lesionados por Meses del Año (2013 - 2018)...	26
Gráfico No. 19. Comparación de Accidentalidad por Meses del Año.....	27
Gráfico No. 20. Comparación de Fallecidos por Meses del Año.....	28
Gráfico No. 21. Comparación de Lesionados por Meses del Año.....	29
Gráfico No. 22. Comparación de Tipos de Accidentes en el periodo 2013 – 2018. .....	30
Gráfico No. 23. Comparación de Fallecidos por Tipo de Accidente en el periodo 2013 - 2018.....	31
Gráfico No. 24. Comparación de Lesionados por Tipo de Accidente en el periodo 2013 - 2018.....	32
Gráfico No. 25. Distribución de Fallecidos por género en el periodo 2013 - 2018. .....	33
Gráfico No. 26. Distribución de Lesionados por género en el periodo 2013 - 2018. .....	33
Gráfico No. 27. Tipos de Vehículos Responsables de Accidentes en el periodo 2013 - 2018.....	34
Gráfico No. 28. Tránsito Diurno 06:00 am - 06:00 pm. ....	41
Gráfico No. 29. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 152+300. .....	44
Gráfico No. 30. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 152+300. ....	44
Gráfico No. 31. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 158+640. .....	46
Gráfico No. 32. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 158+640. ....	46
Gráfico No. 33. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 166+300. .....	48
Gráfico No. 34. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 166+300. ....	48
Gráfico No. 35. Composición Porcentual de Uso de Suelo.....	63
Gráfico No. 36. Comportamiento de Velocidades Km 153+720.....	96
Gráfico No. 37. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 153+720.....	97
Gráfico No. 38. Comportamiento de Velocidades Km 157+060.....	102
Gráfico No. 39. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 157+060.....	103
Gráfico No. 40. Comportamiento de Velocidades Km 166+950.....	108
Gráfico No. 41. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 166+950.....	109
Gráfico No. 42. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 152+300.....	X
Gráfico No. 43. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 158+640.....	XI
Gráfico No. 44. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 166+300.....	XI

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1. Macro localización Estelí, Nicaragua.....	2
Imagen No. 2. Micro localización Kilómetro 152+000 - Kilómetro 167+000, Estelí. .....	3
Imagen No. 3. Evidencia de Accidentalidad Km 159, Año 2019.....	12
Imagen No. 4. Evidencia de Accidentalidad Km 156, Año 2019.....	12
Imagen No. 5. Antecedente de fallecidos por accidentes Km 165, Año 2017.....	12
Imagen No. 6. Estación de conteo La Thompson km 152+300.....	37
Imagen No. 7. Estación de conteo Empalme Estelí-Sn Juan de Limay Km 158+640.....	38
Imagen No. 8. Estación de conteo UCATSE Km 166+300.....	39
Imagen No. 9. Estaciones de Aforo Vehicular.....	39
Imagen No. 10. Nivel de Servicio Actual, Estación km 152+300.....	53
Imagen No. 11. Nivel de Servicio Actual, Estación km 158+640.....	55
Imagen No. 12. Nivel de Servicio Actual, Estación km 166+300.....	57
Imagen No. 13. Estructura de Pavimento Tipo Flexible Carretera La Thompson - UCATSE.....	61
Imagen No. 14. Señalización Horizontal Ausente Km 160+900 – 167+000.....	66
Imagen No. 15. Longitud Total de Demarcación Horizontal Ausente.....	68
Imagen No. 16. Caseta sin su respectiva Bahía de Buses frente a Campus Médico, Estación 153+865.....	71
Imagen No. 17. Condición Actual del Estado de Alcantarillas.....	75
Imagen No. 18. Condición Actual de Estado, Puente “La Sirena”, estación 158+266.....	76
Imagen No. 19. Condición Actual de Estado, Puente “El Tular”, estación 159+060.....	76
Imagen No. 20. Condición Actual de Estado en Caja Puente, estación 162+134. .....	77
Imagen No. 21. Condición Actual de Estado en Caja Puente, estación 164+408. .....	77
Imagen No. 22. Condición Actual de Estado en Caja Puente, estación 165+955. .....	77
Imagen No. 25. Condición desfavorable de pintura en Delimitador direccional Km 155.....	84
Imagen No. 24. Falta de Visibilidad de descripción en señal vertical.....	84
Imagen No. 23. Deterioro de Pintura de señal vertical km 152.....	84
Imagen No. 26. Buen estado de Simbología Horizontal “ESCUELA” Km 158....	84
Imagen No. 27. Estaciones de Medición de Velocidades La Thompson - UCATSE.....	91
Imagen No. 28. Estación de Aforo Km 153+720, Estudio de Velocidad.....	92
Imagen No. 29. Registro de Velocidades KM 153+720 (SUR-NORTE).....	94
Imagen No. 30. Registro de Velocidades KM 153+720 (NORTE-SUR).....	94
Imagen No. 31. Estación de Aforo Km 157+060, Estudio de Velocidad.....	98
Imagen No. 32. Registro de Velocidades KM 157+060 (SUR-NORTE).....	100
Imagen No. 33. Registro de Velocidades KM 157+060 (NORTE-SUR).....	100
Imagen No. 34. Estación de Aforo Km 166+950, Estudio de Velocidad.....	104

Imagen No. 35. Registro de Velocidades KM 166+950 (SUR-NORTE).....	106
Imagen No. 36. Registro de Velocidades KM 166+950 (NORTE-SUR).....	106
Imagen No. 37. Sección Transversal Típica en Tangente en Carreteras en Dos Direcciones.....	115
Imagen No. 38. Ruta de Circunvalación desde estación Km 150+204 – Km 155+044.....	116
Imagen No. 39. Vía Ciclistas Segregados detrás de la Cuneta, a partir de la estación Km 152+000 – Km 158+000.....	119
Imagen No. 40. Bahía Típica de Parada de Buses.....	121
Imagen No. 41. Antecedentes de Accidentes Km 162 (1).....	IV
Imagen No. 42. Antecedentes de Accidentes Km 162 (2).....	IV
Imagen No. 43. Antecedentes de Accidentes Km 162 (3).....	V
Imagen No. 44. Demarcación de Accidente Año 2019 Km 162 (4).....	V
Imagen No. 45. Antecedente de Accidentes Km 165.....	V
Imagen No. 46. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico de la oficina de Diagnostico, Evaluación de pavimentos y puentes.....	VII
Imagen No. 47. S.R. Serie Límite de Velocidad R-2.....	XXXI
Imagen No. 48. S.R. Serie de Exclusión de Flujo R-7.....	XXXI
Imagen No. 49. S.P. Serie de cambios de Alineamiento Horizontal P-1.....	XXXI
Imagen No. 50. S.P. Serie Proximidad de Intersecciones P-2.....	XXXII
Imagen No. 51. S.P. Serie Pasos Angostos y Claro Vertical P-5.....	XXXII
Imagen No. 52. S.P. Serie Presencia de Peatones y Reductores de Velocidad P- 9.....	XXXII
Imagen No. 53. S.P. Serie Delineadores de Objetos P-12.....	XXXIII
Imagen No. 54. Bahía y Caseta KM 158.....	XXXIII
Imagen No. 55. Bahía y Caseta KM 166.....	XXXIII
Imagen No. 56. Capta luces KM 161.....	XXXIV
Imagen No. 57. Capta luces KM 163.....	XXXIV
Imagen No. 58. Capta luces KM 165 (1).....	XXXV
Imagen No. 59. Capta luces KM 165 (2).....	XXXV
Imagen No. 60. Capta luces KM 166.....	XXXV
Imagen No. 61. Defensa Metálica KM 155.....	XXXVI
Imagen No. 62. Defensa Metálica KM 158.....	XXXVI
Imagen No. 63. Defensa Metálica KM 162.....	XXXVII
Imagen No. 64. Intersección La Thompson KM 152 (1).....	XXXVII
Imagen No. 65. Intersección Banco de Material KM 152 (2).....	XXXVIII
Imagen No. 66. Intersección Campus Médico KM 153.....	XXXVIII
Imagen No. 67. Intersección Corredor Las Gordas KM 158.....	XXXIX
Imagen No. 68. Intersección Mirafior KM 165.....	XXXIX
Imagen No. 69. Intersección Instalaciones de UCATSE KM 166.....	XXXIX
Imagen No. 70. Líneas Horizontales KM 152.....	XL
Imagen No. 71. Líneas Horizontales KM 154.....	XL
Imagen No. 72. Líneas Horizontales KM 158.....	XLI
Imagen No. 73. Líneas Horizontales KM 166 (1).....	XLI
Imagen No. 74. Líneas Horizontales KM 166 (2).....	XLI
Imagen No. 75. Fallas Actuales en Carretera.....	XLII
Imagen No. 76. Poste Guía (1).....	XLIII

Imagen No. 77. Poste Guía (2). .....	XLIII
Imagen No. 78. Poste Guía (3). .....	XLIII
Imagen No. 79. Poste Guía (4) KM 166. ....	XLIV
Imagen No. 80. Ausencia del Poste de Kilómetro 167. ....	XLIV
Imagen No. 81. Cruce Peatonal Entrada Hacia Campus Médico Km 153. ....	XLV
Imagen No. 82. “ESCUELA” Tramo Anterior Hacia Campus Médico. ....	XLV
Imagen No. 83. “ESCUELA” KM 154. ....	XLVI
Imagen No. 84. “ALTO” Empalme Estelí - San Juan de Limay Km 158. ....	XLVI
Imagen No. 85. Establecimiento de Zonas Francas junto a Tramo Carretero. ....	XLVII
Imagen No. 86. Establecimiento de Fabrica Industrial Cervecera. ....	XLVII
Imagen No. 87. Establecimiento de Áreas Residenciales. ....	XLVIII
Imagen No. 88. Establecimiento de Instalación Universitaria UCATSE. ....	XLVIII
Imagen No. 89. Señal Vertical (2). .....	XLIX
Imagen No. 90. Señal Vertical (1). .....	XLIX
Imagen No. 91. Señal Vertical (4). .....	XLIX
Imagen No. 92. Señal Vertical (3). .....	XLIX

## INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Accidentes en las carreteras a nivel nacional entre 2012 – 2017. ....	4
Tabla No. 2. Historial de accidentes de tránsito, periodo 2013 - 2017. ....	4
Tabla No. 3. Crecimiento del Parque Automotor Nacional, periodo 2012 – 2017. ....	5
Tabla No. 4. Crecimiento de Red Vial Pavimentada Nacional, periodo 2012 - 2017. ....	5
Tabla No. 5. Resumen de Volúmenes, Tramo carretero La Thompson-UCATSE. ....	40
Tabla No. 6. Resumen Total de las Estaciones de estudio La Thompson-UCATSE. ....	42
Tabla No. 7. Volumen del Tránsito Diurno, Estación Km 152+300. ....	43
Tabla No. 8. Volumen de Tránsito Diurno, Estación Km 158+640. ....	45
Tabla No. 9. Volúmenes de Tránsito Diurno, Estación Km 166+300. ....	47
Tabla No. 10. Máximos Valores de Porcentaje de Tiempo utilizado en seguir un vehículo y la Velocidad Promedio de Viaje en Carreteras de dos carriles. ...	51
Tabla No. 11. Condición de Carpeta de Rodamiento. ....	62
Tabla No. 12. Descripción del Uso de Suelo, La Thompson-UCATSE. ....	63
Tabla No. 13. Situación Actual de Líneas Horizontales: Central, Banda Derecha y Banda Izquierda, La Thompson-UCATSE. ....	67
Tabla No. 14. Situación Actual de Simbología Horizontal, La Thompson-UCATSE. ....	69
Tabla No. 15. Diseño Geométrico de Tramo Carretero La Thompson-UCATSE. ....	70
Tabla No. 16. Inventario de Bahías y Casetas de Buses en tramo Km 152+000 - Km 167+000. ....	71
Tabla No. 17. Longitud entre Intersecciones en Km 152+000 - Km 167+000. ....	72
Tabla No. 18. Inventario de Obras de Drenaje (Puentes, Caja Puentes y Alcantarillas) entre Km 152+000 - Km161+145. ....	73
Tabla No. 19. Inventario de Obras de Drenaje (Puentes, Caja Puentes y Alcantarillas) entre Km 161+204 - Km166+658. ....	74

Tabla No. 20. Inventario de Obras de Drenaje Total.....	75
Tabla No. 21. Inventario de Obras de Drenaje: Cunetas. Desde Km 152+000 - Km 167+000.....	78
Tabla No. 22. Señales Verticales Existentes, Km 152+000 - Km 154+231.....	79
Tabla No. 23. Señales Verticales Existentes (Continuación), Km 154+734 – Km 158+621.....	80
Tabla No. 24. Señales Verticales (Continuación), Km 158+651 – Km 163+341.	81
Tabla No. 25. Señales Verticales (Continuación), Km 163+357 – Km 166+396.	82
Tabla No. 26. Señales Verticales (Continuación), Km 166+422 – Km 166+650.	83
Tabla No. 27. Condición Actual de Postes Guías entre Km 152+000 - Km 167+000. ....	85
Tabla No. 28. Situación y Condición Actual de Defensas Metálicas entre Km 152+000 - Km 167+000.....	86
Tabla No. 29. Señales Restrictivas Encontradas en el Tramo La Thompson-UCATSE.....	89
Tabla No. 30. Resumen de las Velocidades Km 153+720.....	93
Tabla No. 31. Rango de Velocidades Km 153+720.....	95
Tabla No. 32. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 153+720.....	95
Tabla No. 33. Resumen de Velocidades Km 157+060.....	99
Tabla No. 34. Rango de Velocidades Km 157+060.....	101
Tabla No. 35. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 157+060.....	101
Tabla No. 36. Resumen de Velocidades Km 166+950.....	105
Tabla No. 37. Rango de Velocidades Km 166+950.....	107
Tabla No. 38. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 166+950.....	107
Tabla No. 39. Rangos recomendables de Pendiente Transversal según el Tipo de Terreno.....	114
Tabla No. 40. Parámetros de referencia de vías segregadas para ciclistas en carreteras.....	119
Tabla No. 41. Espaciamiento de Captaluces por estaciones de la Carretera La Thompson - UCATSE.....	123
Tabla No. 42. Propuesta de Señalización Horizontal, Marcas a restablecer por estaciones.....	124
Tabla No. 43. Propuesta de Señalización Horizontal, Marcas a pintar por estaciones, actualmente ausentes.....	125
Tabla No. 44. Estaciones de propuesta para la colocación de Reductores Tipo Boya.....	126
Tabla No. 45. Estaciones de propuesta de Demarcación de palabra “ESCUELA”. ....	127
Tabla No. 46. Estaciones de propuesta de Demarcación de Paso Peatonal. ...	127
Tabla No. 47. Estaciones de propuesta de Demarcación de Retenida.....	127
Tabla No. 48. Estaciones de propuesta de Demarcación de Flecha Doble para Intersecciones.....	128
Tabla No. 49. Propuesta de Restauración y reposición de Señales Verticales Existentes.....	130
Tabla No. 50. Propuesta de Colocación de Señal de Curva, P-1-2 (No existente). ....	131

Tabla No. 51. Propuesta de Colocación de Señal de Reductores de Velocidad, P-9-4 (No Existente).....	131
Tabla No. 52. Propuesta de Colocación de Señal de V. Máx., R-2-1 (No Existente). .....	131
Tabla No. 53. Propuesta de Colocación de Señal Parada de Bus, R-10-1 (No Existente).....	132
Tabla No. 54. Propuesta de Colocación de Señal No Adelantar, R-13-1 (No Existente).....	132
Tabla No. 55. Especificaciones de Diseño para Postes de Kilometraje.....	133
Tabla No. 56. Propuesta de Postes Guías y de Kilometraje Tramo La Thompson – UCATSE. ....	133
Tabla No. 57. Propuesta de Restauración de Alcantarillas en la vía. ....	134
Tabla No. 58. Propuesta de Restauración de Puentes en la vía.....	134
Tabla No. 59. Registro de Accidentalidad La Thompson - UCATSE, 2013 - 2018. I	
Tabla No. 60. Registro de Accidentalidad Horaria La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	I
Tabla No. 61. Registro de Accidentalidad Semanal La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	II
Tabla No. 62. Registro de Accidentalidad Mensual La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	II
Tabla No. 63. Accidentalidad por Tipo de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	II
Tabla No. 64. Registro de Accidentalidad por Kilómetro La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	III
Tabla No. 65. Tipología Vehicular Responsable de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019. ....	III
Tabla No. 66. Tipos de Causas de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.....	IV
Tabla No. 67. Formato Modelo de Aforo Vehicular Manual. ....	VIII
Tabla No. 68. Registro de Aforo Vehicular Viernes 23/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 152+300. ....	IX
Tabla No. 69. Registro de Aforo Vehicular Jueves 22/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 158+640. ....	IX
Tabla No. 70. Registro de Aforo Vehicular Lunes 26/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 166+300. ....	X
Tabla No. 71. Disposición de Uso de Suelos por Banda.....	XLVIII
Tabla No. 72. Aforo de Velocidades N-S, KM 153+720.....	LI
Tabla No. 73. Aforo de Velocidades S-N, KM 153+720.....	LII
Tabla No. 74. Aforo de Velocidades N-S, KM 157+060.....	LIII
Tabla No. 75. Aforo de Velocidades S-N, KM 157+060.....	LIV
Tabla No. 76. Aforo de Velocidades N-S, KM 166+600.....	LV
Tabla No. 77. Aforo de Velocidades S-N, KM 166+600.....	LVI

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.

**AASHTO:** Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación.

**BFFS:** Velocidad Base de Flujo Libre (Km/h).

**BPTSF:** Porcentaje Base de tiempo utilizado en seguir un vehículo.

**ER:** Equivalente de Número de Vehículos Recreativos.

**ET:** Equivalente de Número de Camiones.

**fA:** Factor de ajuste de Puntos de Acceso.

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

**FFS:** Velocidad Estimada de Flujo Libre (Km/h).

**fG:** Factor de ajuste de Pendiente.

**fHV:** Factor de ajuste de Vehículos Pesados.

**fLS:** Factor de ajuste de Ancho de Carril y Ancho de Hombro.

**fnp:** Factor de Ajuste de Zonas de "NO REBASAR".

**FOMAV:** Fondo de Inversión y Mantenimiento Vial.

**KPH:** Medida de Velocidad en Kilometro de recorrido por Hora.

**LOS:** Level Of Service (Nivel de Servicio).

**MTI:** Ministerio de Transporte e Infraestructura.

**NIC-1:** Autopista Nacional, Palacio Nacional de Nicaragua – Frontera con Honduras, Somoto.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud.

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PHF:** Factor de Hora Pico.

**PR:** Proporción de Vehículos Recreativos en el Tránsito (%).

**PT:** Proporción de Camiones en el Tránsito (%).

**PTSF:** Porcentaje de Tiempo Utilizado en Seguir un Vehículo.

**SI:** Señales Informativas de Tránsito.

**SIECA:** Secretaria de Integración Económica Centroamericana.

**SP:** Señales Preventivas de Tránsito.

**SR:** Señales Restrictivas de Tránsito.

**TC:** Tramo Crítico de Carretera.

**TD:** Tránsito Diurno.

**UCATSE:** Universidad Católica Autónoma del Trópico Seco.

**Vi:** Demanda de Volumen para Hora Pico (Veh/h).

**VMÁX:** Velocidad Máxima de recorrido.

**VMED:** Velocidad Media de recorrido.

**VMIN:** Velocidad Mínima de recorrido.

**VP:** Volumen de Tránsito para la razón de flujo en 15 minutos (Veh/h).

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, los traumatismos causados por el tránsito que cobran la vida de más de 1,2 millones de personas al año son la principal causa de muerte en la población joven entre 15 a 29 años. Se calcula que los traumatismos causados por el tránsito generan para los gobiernos costos de aproximadamente 3% del PIB y hasta de 5% en los países de ingresos bajos y medianos. En particular las muertes causadas por el tránsito han aumentado levemente en la Región de las Américas.

En Nicaragua, las instituciones encargadas que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito tienen el objetivo de salvaguardar la integridad física de las personas (sean peatones, pasajeros y/o conductores) que transitan por la vía a fin de prevenir los daños y efectos provocados por los accidentes de tránsito, siendo éste el principal objetivo de la seguridad vial. La cual a través de un conjunto de leyes, reglamentos y estudios técnicos establece las causas por las cuales se generan estas fatalidades, a la vez se definen una serie de acciones y mecanismos para reducir la incidencia de estos.

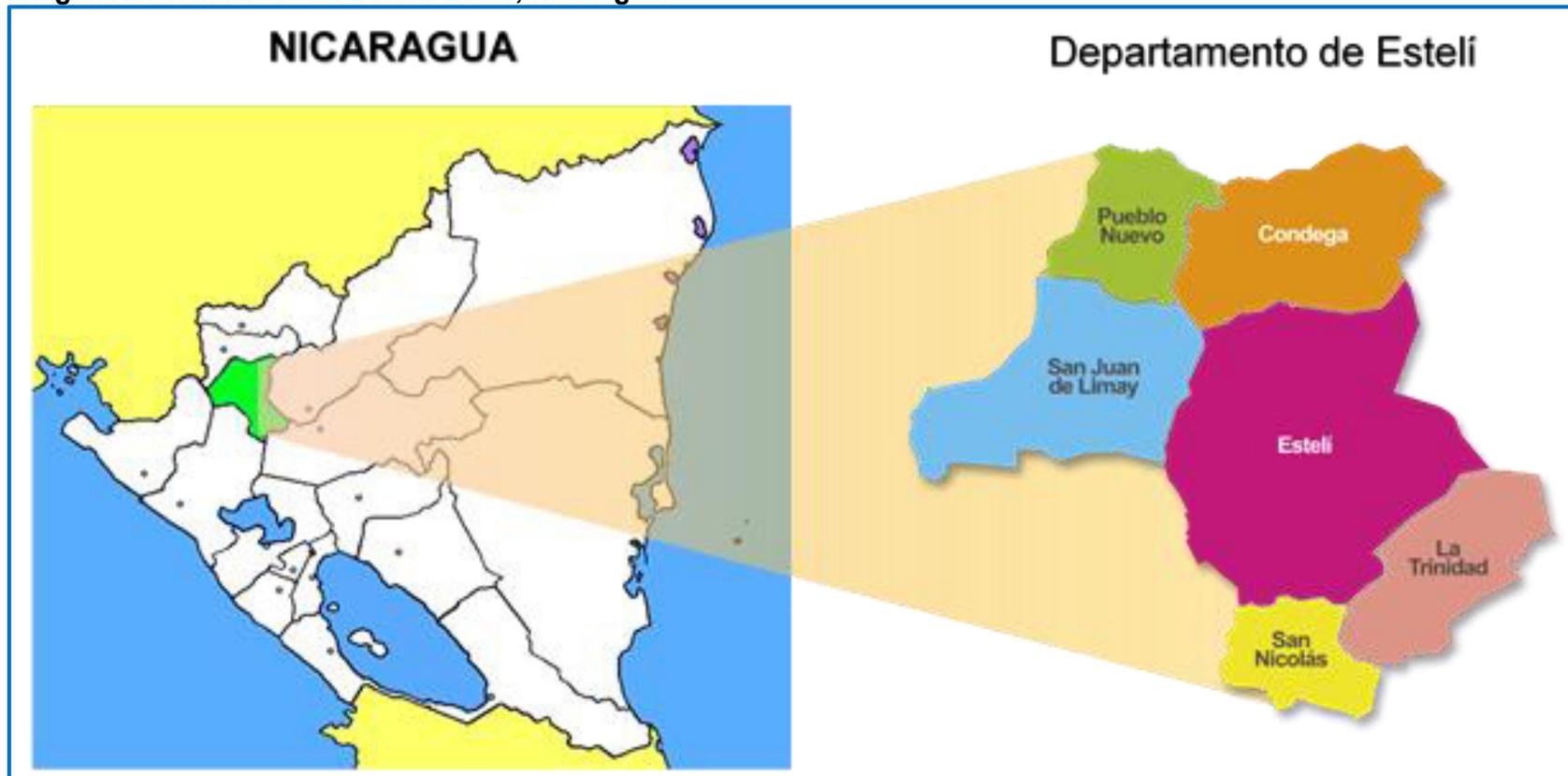
En el Departamento de Estelí, en la salida Norte del municipio de Estelí, en la carretera panamericana se realizó un estudio monográfico de seguridad vial. El tramo en estudio inicia en el kilómetro 152 comunidad La Thompson terminando en las instalaciones de la Universidad Católica Autónoma del Trópico Seco (UCATSE) kilómetro 167, para una longitud de 15 km, compuesta por pavimento asfáltico.

En principio, este tramo de carretera es considerado por la Policía Nacional y la Alcaldía de Estelí con alta ocurrencia de accidentes de tránsito, que ha dejado como resultado altos índices de personas lesionadas y fallecidas, por lo tanto, el objeto fundamental de este análisis es conocer la magnitud de la accidentalidad, utilizando todos los conocimientos de la ingeniería de tránsito, para luego proponer soluciones viales, lo cual ayudará a tener mayor seguridad vial para todos los usuarios de las vías.

### 1.1.1. Macro Localización.

El tramo objeto de estudio se sitúa en el Departamento de Estelí, municipio de Estelí.

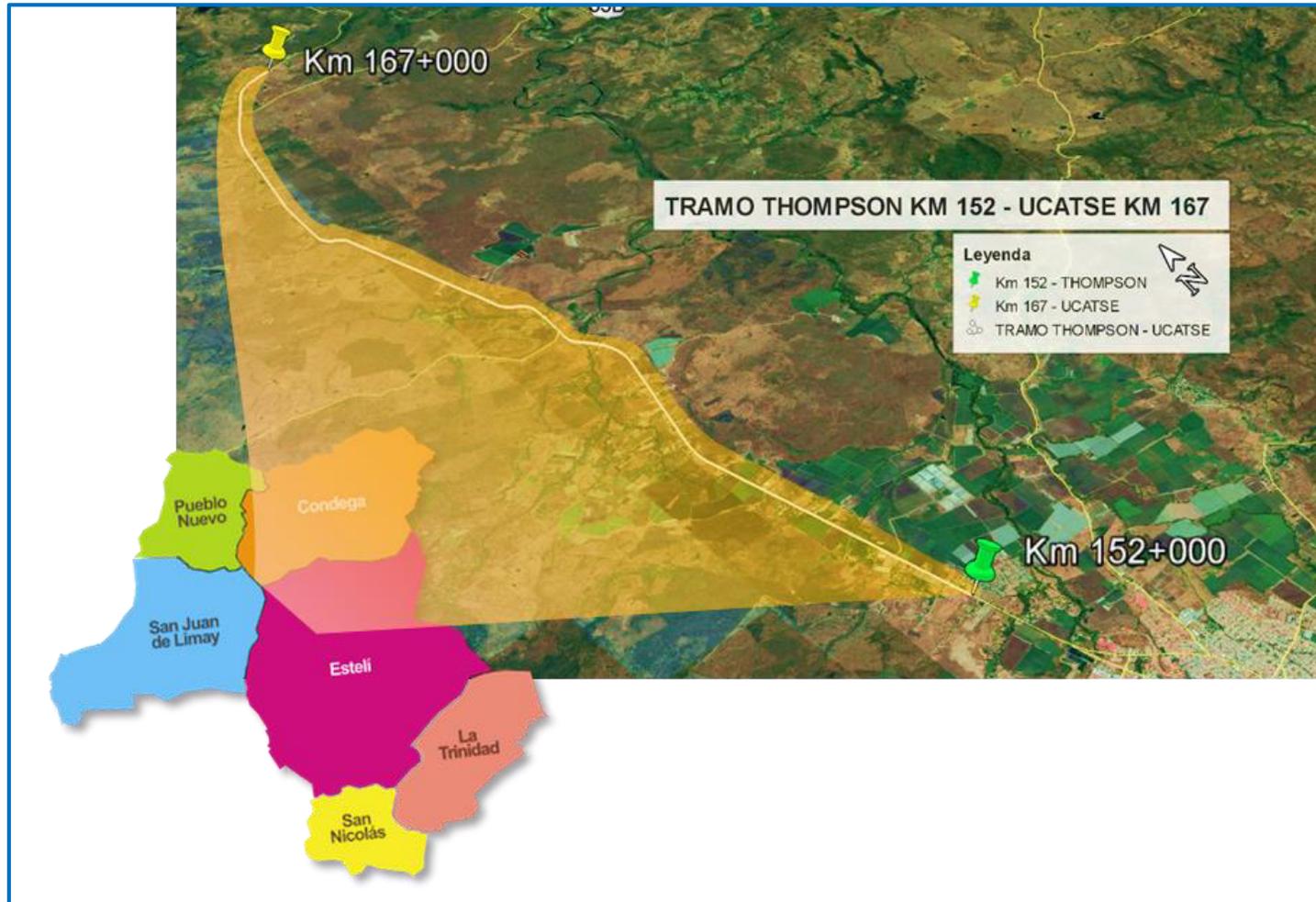
Imagen No. 1. Macro localización Estelí, Nicaragua.



Fuente: Elaboración Propia.

### 1.1.2. Micro Localización.

Imagen No. 2. Micro localización Kilómetro 152+000 - Kilómetro 167+000, Estelí.



Fuente: Google Earth, Elaboración Propia.

## 1.2. ANTECEDENTES

Los accidentes de tránsito sobrepasan la cantidad de víctimas todos los años en las carreteras, por lo tanto, es motivo de preocupación por las consecuencias económicas y psicológicas a la sociedad en general, sobre todo a las instituciones públicas que administran los recursos técnicos y humanos en el tema de la seguridad vial, que intentan disminuir mediante diversas medidas la accidentalidad. Según los Anuarios Estadísticos de Policía Nacional existe un promedio anual de 678 personas fallecidas entre el año 2012 – 2017.

**Tabla No. 1. Accidentes en las carreteras a nivel nacional entre 2012 – 2017.**

	ACCIDENTES	FALLECIDOS	LESIONADOS
2012	26,325	679	4,837
2013	27,170	577	4,675
2014	28,587	669	4,190
2015	33,673	675	4,115
2016	41,588	791	4,781
2017	43,912	782	3,657

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Del mismo modo, el tramo en estudio presenta diferentes puntos críticos o negros. En estos lugares existen señalización vial, sin embargo, estas no son respetadas por los conductores. Según los datos obtenidos por la Policía Nacional en los últimos 4 años en el tramo, se han registrados 75 accidentes que provocaron 16 personas fallecidas y 27 lesionadas, como puede observarse en la siguiente tabla.

**Tabla No. 2. Historial de accidentes de tránsito, periodo 2013 - 2017.**

LA THOMPSON - UCATSE			
AÑO	ACCIDENTES	FALLECIDOS	LESIONADOS
2013	18	0	3
2014	22	9	8
2015	16	3	9
2016	19	4	7
2017	35	10	8
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>26</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Por otra parte, el aumento del parque automotor cada año es significativo, este tramo ha sido considerado por Policía Nacional como un tramo peligroso, por la circulación de vehículos pesados y livianos por la cercanía de un centro urbano, es la principal ruta del corredor internacional del pacifico conocida en su nomenclatura vial NIC-1 que conecta los Departamentos de Madriz y Nueva Segovia, así como las fronteras internacionales El Espino y Las Manos. Igualmente, el incremento del parque es muy notable en los últimos años, destacándose un crecimiento anual del 7%, en contraste con el crecimiento de la red vial pavimentada en Nicaragua, que crece a una tasa del 6% anual.

**Tabla No. 3. Crecimiento del Parque Automotor Nacional, periodo 2012 – 2017.**

AÑO	VEHICULOS	TC ANUAL (%)
2012	511,631	-
2013	534,931	4.55%
2014	609,821	14.00%
2015	646,935	6.09%
2016	670,120	3.58%
2017	679,259	5.00%

Fuente: Elaboración Propia, Policía Nacional.

El crecimiento de la red vial, refleja un total de 24,171.66 kilómetros de carreteras de los cuales 3,883.78 son pavimentadas, (adoquín, asfalto, concreto hidráulico) que representa el 16%, y 20,287.88 corresponden a no pavimentadas con el 83.94%, con respecto al último año la red pavimentada aumento en un 5.5% en 203 km, los cambios cuantitativos fueron para los Departamentos de Managua, León y Rivas.

**Tabla No. 4. Crecimiento de Red Vial Pavimentada Nacional, periodo 2012 - 2017.**

AÑO	KM	TC ANUAL (%)
2012	3,282	-
2013	3,447	5.03%
2014	3,653	5.98%
2015	3,884	6.32%
2016	4,127	6.26%
2017	4,300	4.19%

Fuente: Elaboración Propia, con Datos de la Revista de la Red Vial MTI 2017.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

A pesar de las medidas y mecanismos que se han ejecutado para la disminución de los altos índices de accidentes en todo el país, los componentes viales que rigen la seguridad vial, tales como: el diseño geométrico vial, uso de suelo, parque automotor, la señalización vial, por último, principalmente el factor humano. Deben ser analizados y estudiados para establecer medidas eficientes, a través de este estudio monográfico en seguridad vial.

La seguridad vial es un tema de mucha relevancia en el país, en el transcurso de los últimos años la educación vial ha sido menospreciada, cada día son más los conductores y peatones afectados debido a falta de cumplimiento a las normas de circulación. Es importante subrayar el esfuerzo y compromiso de las autoridades de tránsito por inculcar una consciencia vial, en coordinación con las diferentes instituciones del estado.

Los diferentes procedimientos técnicos a plantear deben contener todos los criterios de Ingeniería de tránsito, para lograr un desplazamiento seguro de origen-destino de peatones y vehículos de forma más eficaz y eficiente, sobre una infraestructura vial que cuente con los elementos de seguridad, por tal razón a solicitud de la especialidad de tránsito de la Policía Nacional, se realizó el presente estudio de accidentalidad sobre este tramo de carretera.

Con el propósito, para futuro, de ser un punto de partida para nuevos estudios de seguridad vial en esta parte del país, los datos a analizar identificarán las causas posibles de los accidentes. En resumen, la protección a la vida humana debe de ser la prioridad fundamental de todo ingeniero, lo que demanda para este caso realizar este estudio monográfico en seguridad vial, por consiguiente, es la principal justificación para realizar esta investigación.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General.**

- Realizar análisis de accidentalidad en la Carretera Panamericana Norte NIC-1 en el tramo comprendido entre Estelí kilómetro 152+000 – Condega kilómetro 167+000, para proponer posibles soluciones que disminuyan la ocurrencia de los accidentes de tránsito, a través de dispositivos de tránsito.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar las causas e incidencias de los accidentes a través de la base de datos estadísticos que posee la Policía Nacional.
- Realizar un estudio de tránsito para calcular los volúmenes de vehículos, la composición vehicular, horas de máxima demanda y los niveles de servicio.
- Elaborar un inventario vial para conocer las condiciones físico-geométricas, del tramo con mayor énfasis en la señalización vial.
- Efectuar un estudio de velocidad para verificar las velocidades de operación de los conductores en los lugares donde está establecida la señalización vial en los límites de velocidad.
- Proponer posibles soluciones en base a los resultados obtenidos de los diferentes estudios realizados, de manera que permitan la reducción de la accidentalidad.

# CAPÍTULO II

## ACCIDENTALIDAD

## **2.1. INTRODUCCIÓN**

Podemos definir la accidentalidad como el método de investigación y análisis de todos los factores involucrados en un accidente pertenecientes a un país, ciudad y comunidad; a lo largo de un periodo de tiempo de estudio que abarque los últimos cinco años o más de información registrada por la institución pertinente. Esto con el propósito de determinar el comportamiento y las causas a las que tiende un accidente.

La accidentalidad vial constituye una de las principales causas de mortalidad en el país enfocándose en un problema de salud pública. Este fenómeno en las carreteras, crece en gran medida debido a la imprudencia de los conductores, peatones y el deterioro de la vía en el transcurso de los años disminuyendo su capacidad de servicio por el rápido desarrollo en la dinámica socioeconómico y turística causante del crecimiento del parque automotor.

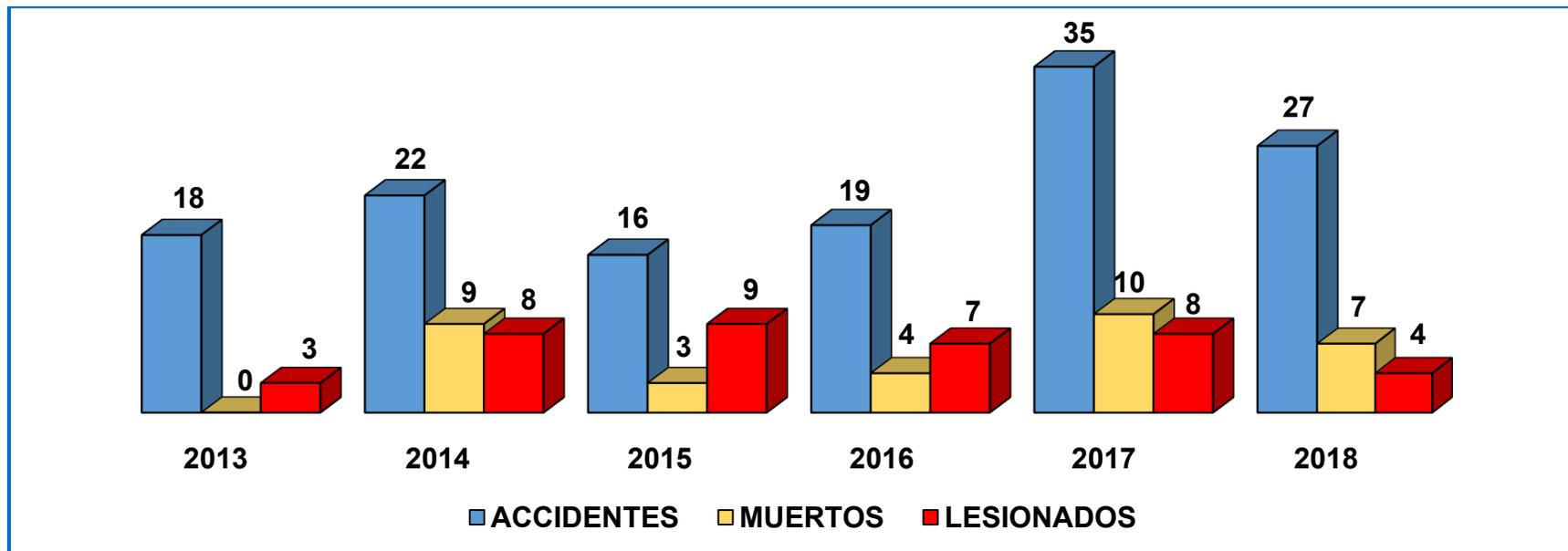
Un Accidente de tránsito es una acción culposa cometida por cualquier conductor, pasajeros o peatones en la vía pública, causando daños materiales, lesionados o muertes de personas donde interviene un vehículo.

En el análisis de un accidente se deben considerar tres etapas que son: antes, durante y después de la colisión para tomar medidas de seguridad que eviten la repetición de un nuevo suceso.

La Policía Nacional de Transito ve la necesidad de conocer las causas y tendencias de estos analizando cuatro factores como son: humano, vehicular, vial y ambiental. A continuación, este estudio del tramo La Thompson - UCATSE iniciaría desglosando las estadísticas de accidentes del periodo 2013 hasta el año 2018 de la mano de La Policía Nacional, departamento de Ingeniería Vial, quien nos ha brindado la información necesaria para desarrollar este estudio.

## 2.2. ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

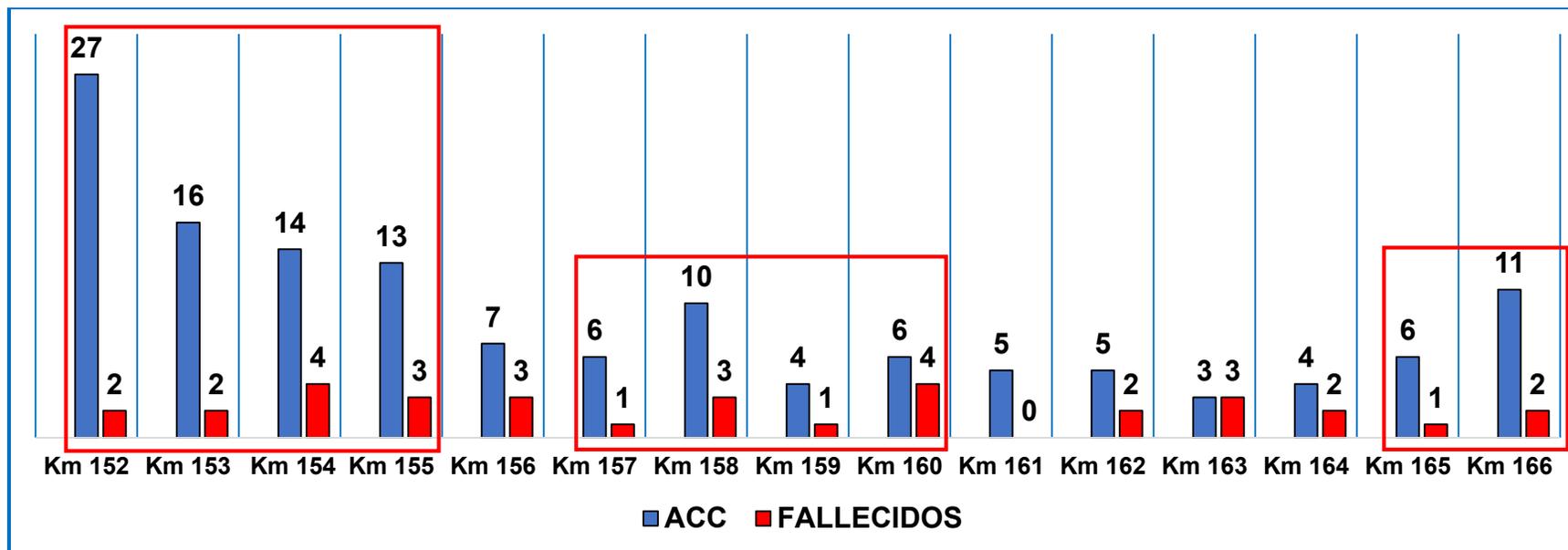
Gráfico No. 1. Accidentalidad Tramo La Thompson KM 152 - La Kukamonga KM 167, Período 2013 – 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Se ha registrado un total de 137 accidentes; dando como resultado 33 personas fallecidas y 39 lesionados entre los años 2013 - 2018, en promedio obtenemos 23 accidentes, 6 fallecidos, 7 lesionados por año. Se muestra un incremento de accidentes y fallecidos en los años 2017 - 2018 con respecto a los años anteriores donde los resultados son menores al promedio por año. (Ver Anexo A, Tabla No. 59, pág. I)

**Gráfico No. 2. Accidentalidad por Kilometraje, Período 2013 - 2018.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El comportamiento de los accidentes y fallecidos registrados por kilómetro del tramo en estudio, muestra que el conjunto de puntos críticos, conforman, tres tramos críticos de relevancia. El primero se sitúa entre el Km 152 – Km 155 y abarca la comunidad La Thompson, zonas industriales (Z. Francas, Tabacaleras, Cerveceras y más) y centros de estudio (Campus Médico, Obispado). El segundo entre el Km 157 – Km 160, donde se sitúan comunidades como el Dorado, La Sirena y el empalme Estelí - San Juan de Limay que conduce hacia el Corredor las Gordas. Y el último que comprende el Km 165 y Km 166, correspondiente a las instalaciones del centro universitario UCATSE. En ellos se sitúan gran porcentaje de zonas pobladas circundantes a la vía, por lo cual son considerados de mayor riesgo entre el año 2013 hasta el 2018.

**Imagen No. 3. Evidencia de Accidentalidad Km 159, Año 2019.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 4. Evidencia de Accidentalidad Km 156, Año 2019.**



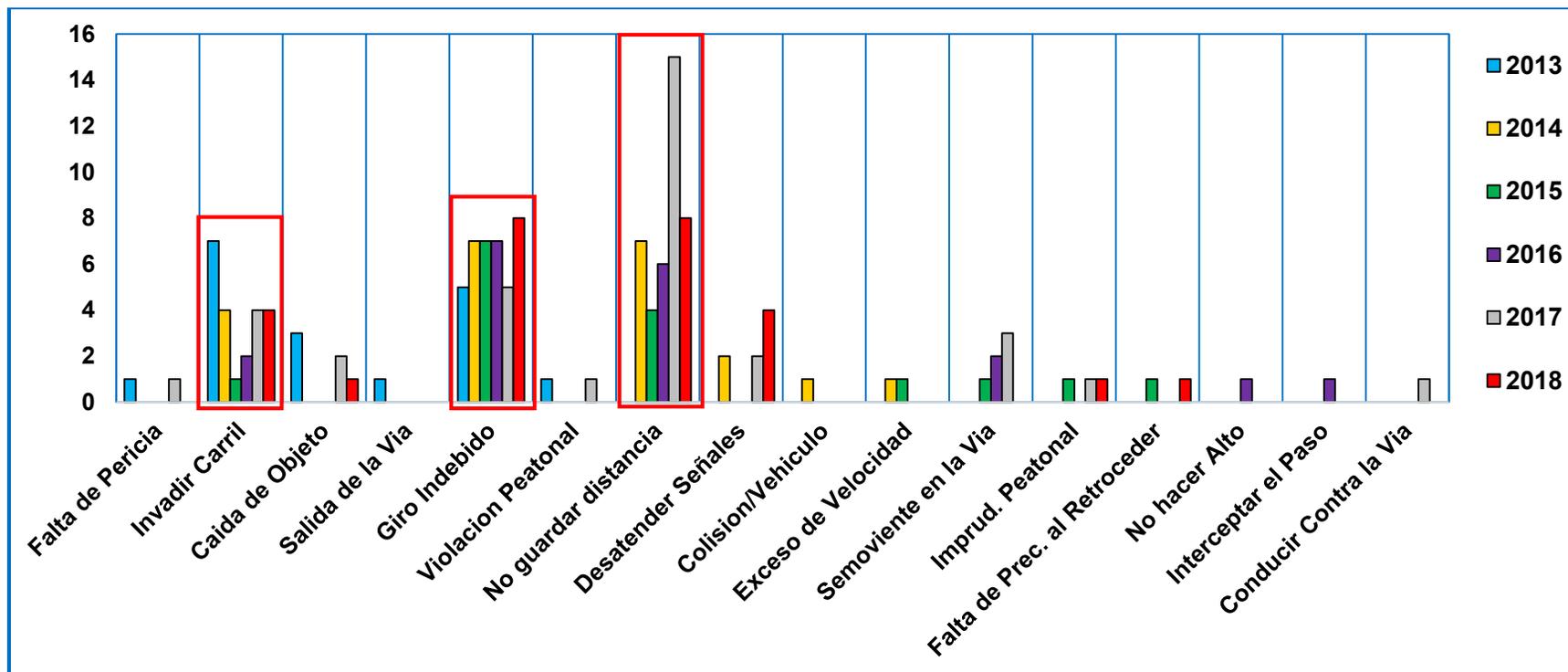
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 5. Antecedente de fallecidos por accidentes Km 165, Año 2017.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

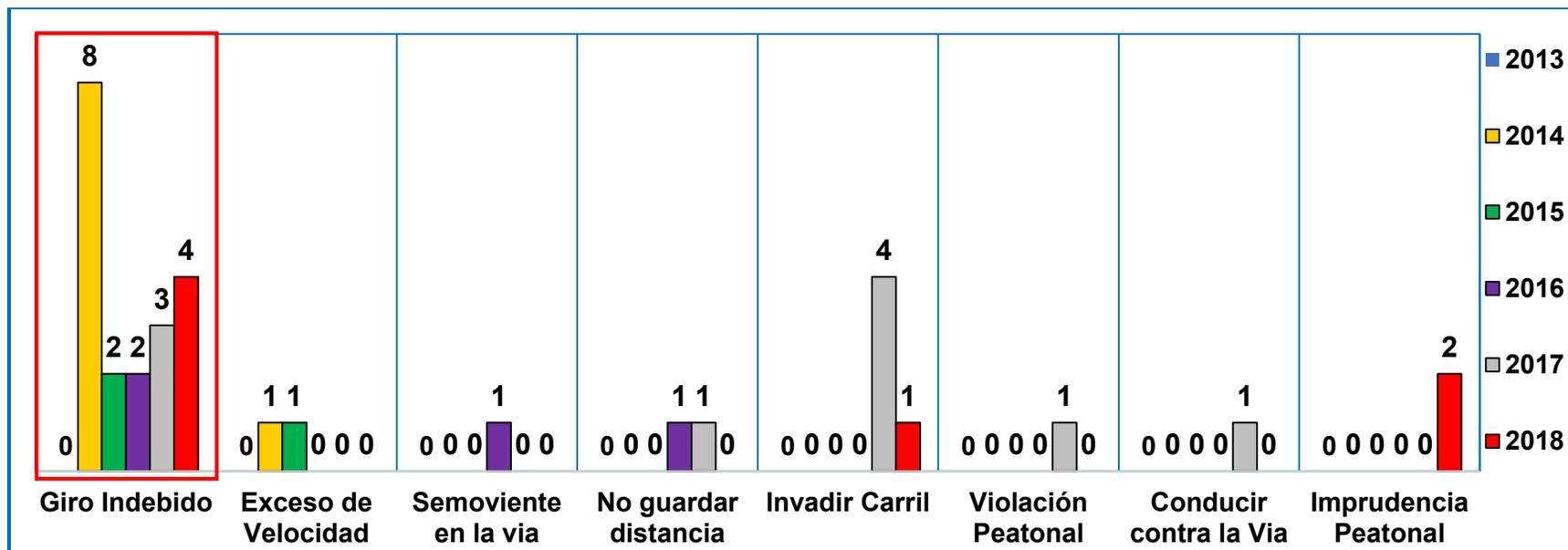
**Gráfico No. 3. Tipos de Causas de Accidentes de Tránsito.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Las causas de accidentes de mayor registro en el periodo de estudio son: **No guardar distancia** (causa de mayor número de accidentes por año, llegando a alcanzar hasta un valor de 15 accidentes), **Giro indebido** e **Invadir carril**. Destacamos que estas causas están relacionadas a la irresponsabilidad del conductor, desatención o falta de señalización vertical u horizontal en el tramo.

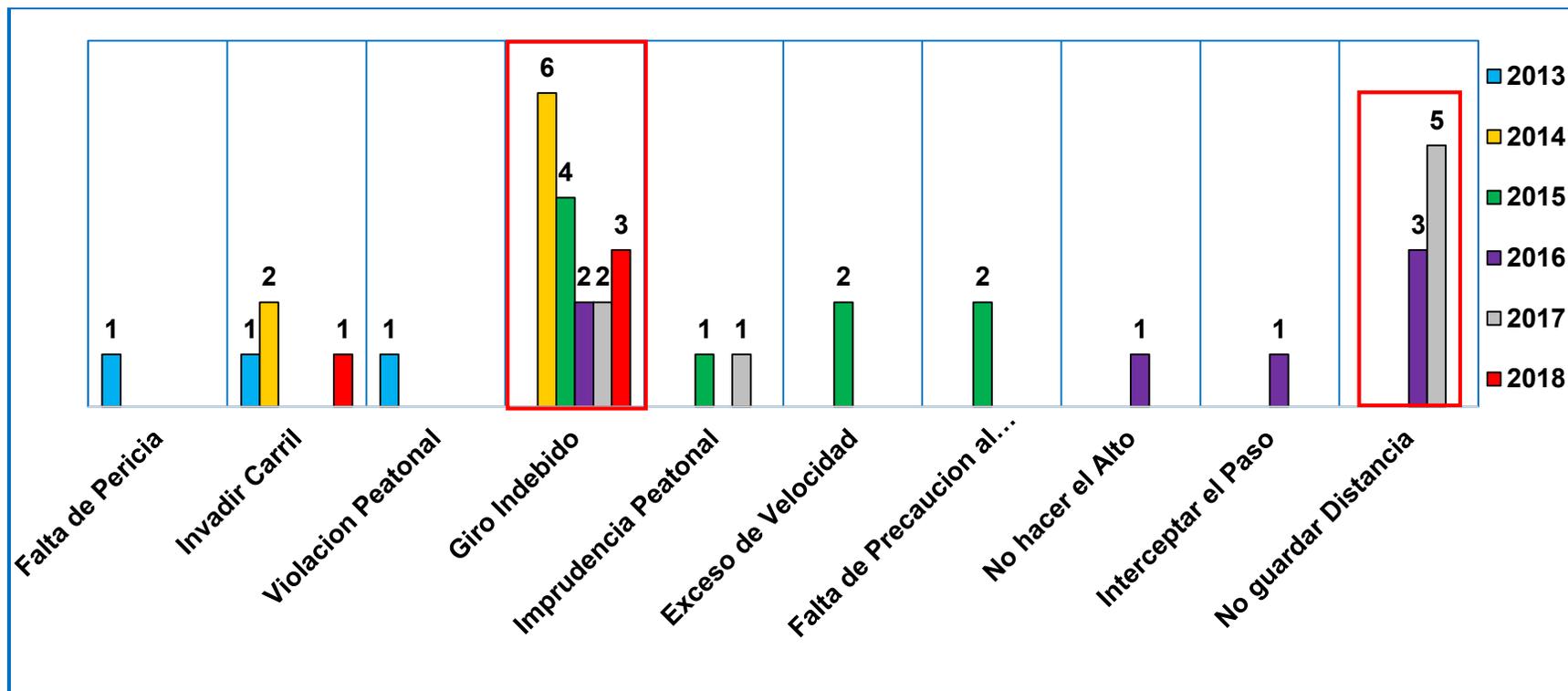
Gráfico No. 4. Distribución de Fallecidos por Tipos de Causas, Periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Entre los tipos de causas de mayor incidencia fueron registrados No guardar Distancia, Giro Indebido e Invadir Carril anteriormente. La principal causa que ha generado mayor índice de mortalidad en el tramo de estudio corresponde a **Giro Indebido**

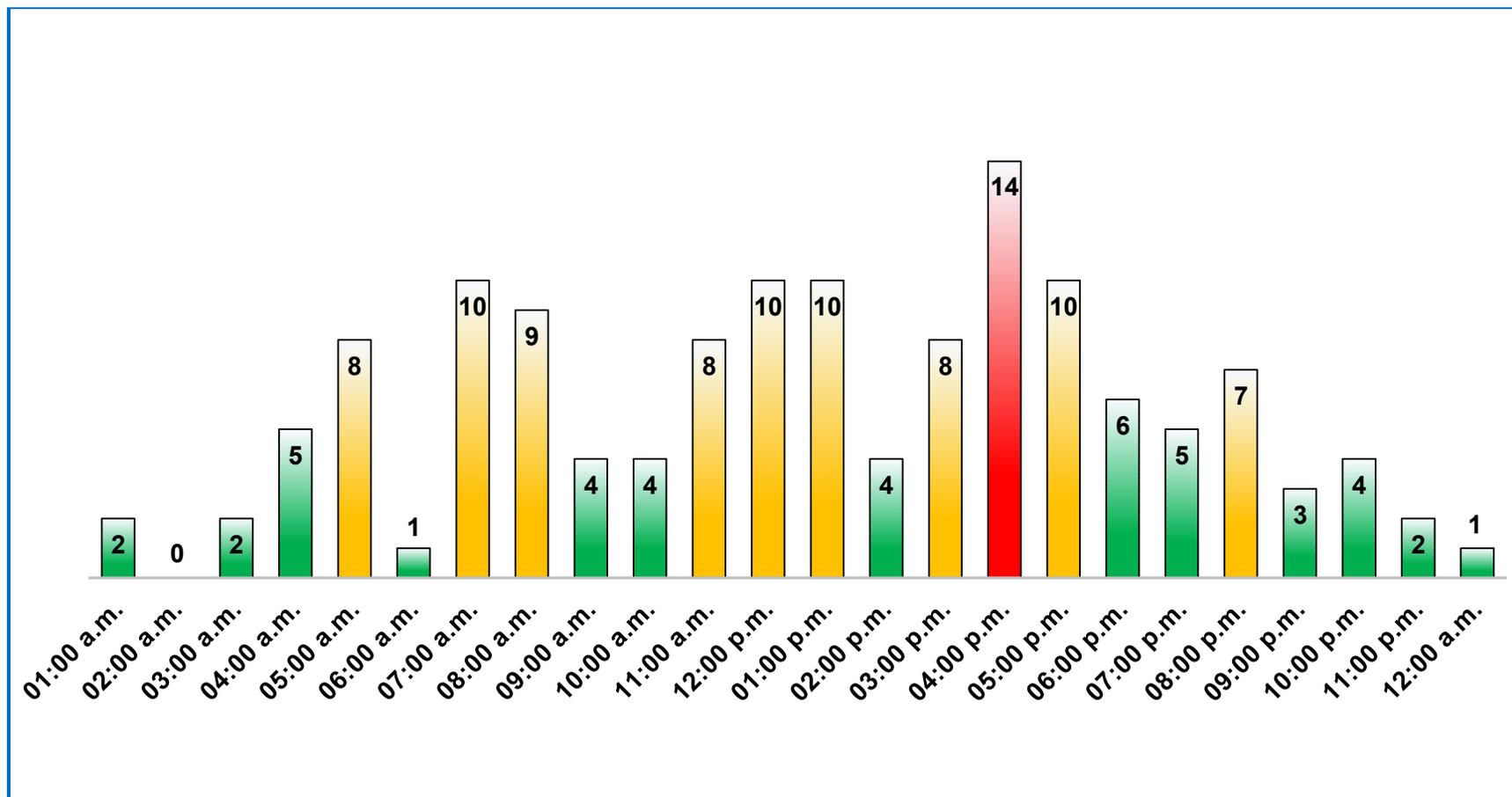
Gráfico No. 5. Distribución de Lesionados por Causas, Periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Las cantidades con mayores índices de lesionados son ocasionadas por las causas: **Giro indebido** y **No guardar distancia**, donde la primera registró una cantidad de (6) y la segunda (5), ambos registros se acercan al promedio que es de 7 lesionados por año.

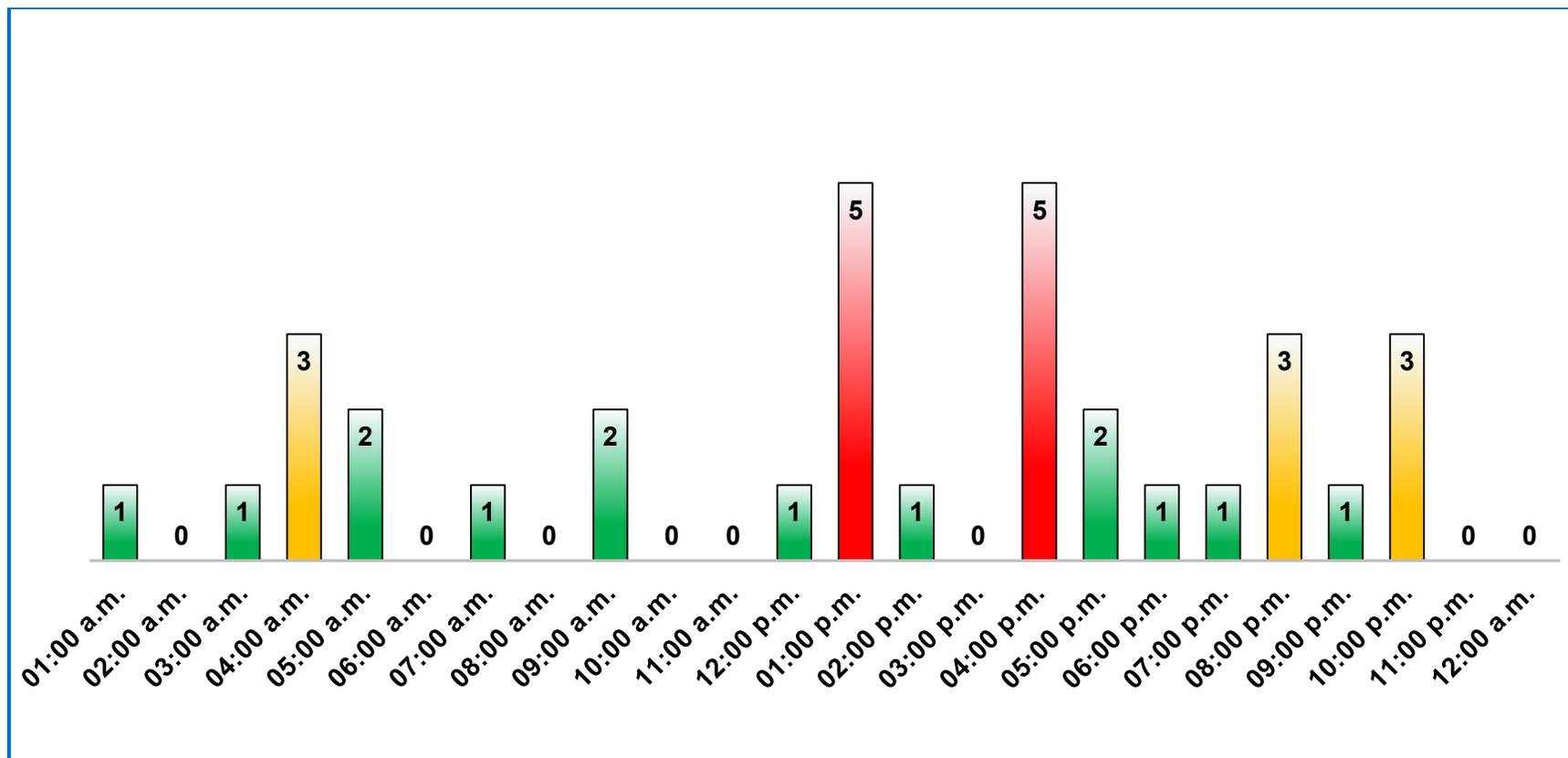
Gráfico No. 6. Distribución de Accidentes por Hora, Periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En el análisis de la accidentalidad por hora, se destacan las **4:00 pm** como la hora con mayor cantidad de accidentes en el tramo, por el contrario, las **2:00 am** es la hora que registra la menor cantidad de accidentes en el periodo de estudio.

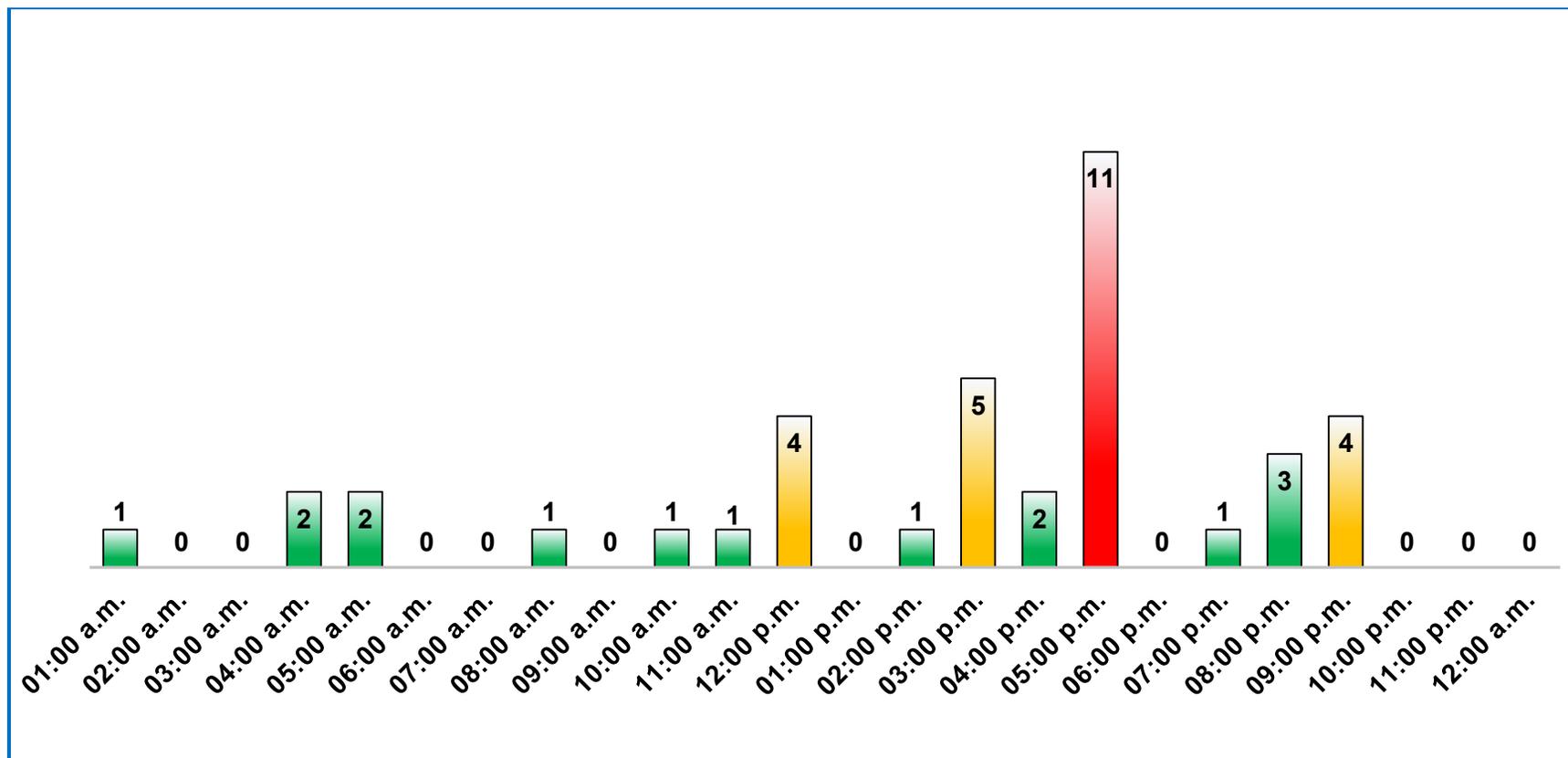
Gráfico No. 7. Distribución de Fallecidos por Hora, Periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El mayor número de fallecidos incrementa en las horas de la tarde, donde las horas con registros mayores son: **1:00 pm** y **4:00 pm**, ambas horas con 5, reduciéndose en las horas de la mañana. Las demás horas que destacan en sus registros son las **4:00 am**, **8:00 pm** y **10:00 pm** que presentan un valor de 3 fallecidos por hora.

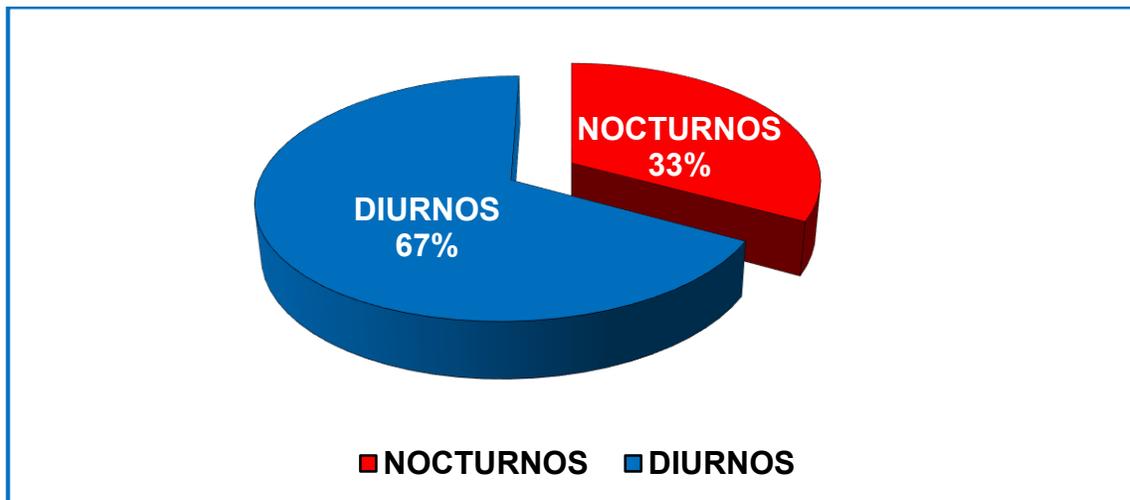
Gráfico No. 8. Distribución de Lesionados por Hora, Periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El pico predominante de lesionados por hora se da a las **5:00 pm** con 11 lesionados, cantidad que supera el promedio de lesionados por año (7). Considerándose como una hora crítica en el periodo de estudio en el tramo, sin embargo, esta hora no coincide con la de mayor accidentalidad que corresponde a las **4:00 pm**.

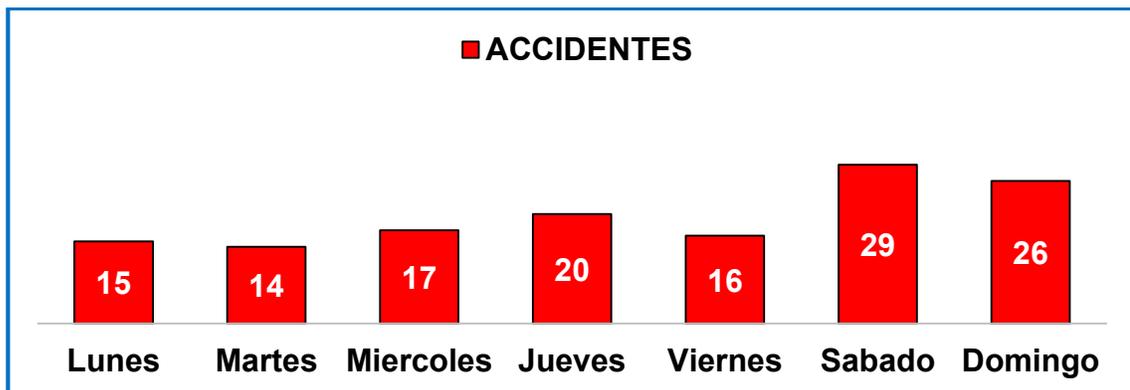
**Gráfico No. 9. Comportamiento de Accidentes por Día y Noche (2013 – 2018).**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Los accidentes ocurridos en el periodo de estudio se dan con mayor frecuencia en horario diurno como el gráfico lo indica, el **67%** de los accidentes totales registrados son diurnos y el **33%** son nocturnos.

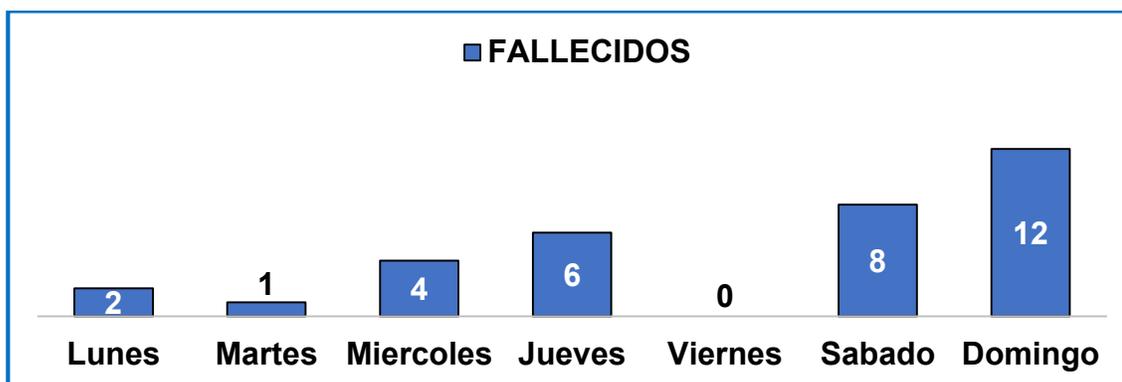
**Gráfico No. 10. Distribución de Accidentes por Días de la Semana (2013 – 2018).**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

La mayor cantidad de accidentes en el periodo se registró el **sábado** con 29, seguido del día **domingo** con 26 accidentes, ambas son cantidades que superan los valores promedios por año, en los otros días de la semana, como se observa el comportamiento se mantiene bajo el promedio.

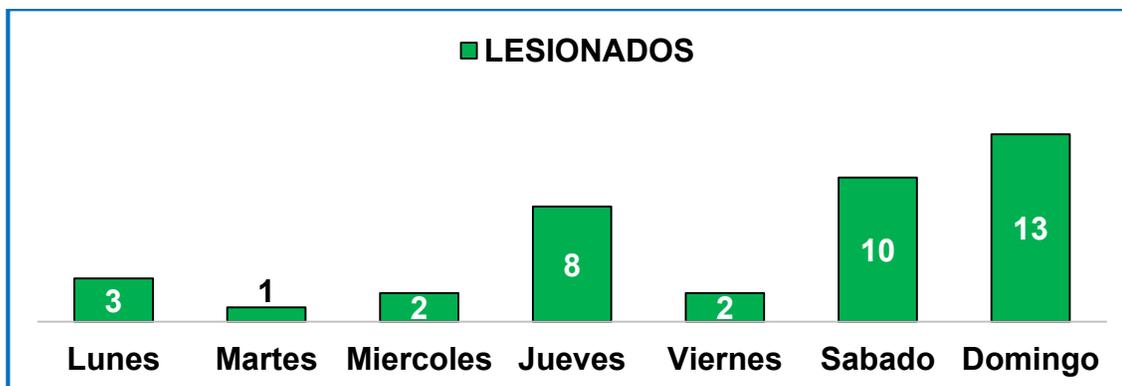
**Gráfico No. 11. Distribución de Fallecidos por Días de la Semana (2013 – 2018).**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Los registros indican que los días con mayor cantidad de fallecidos son **domingo** (12) y **sábado** (8), seguido del **jueves** (6) y **miércoles** (4), el día viernes la peligrosidad disminuye a un valor de 0 fallecidos a lo largo del período.

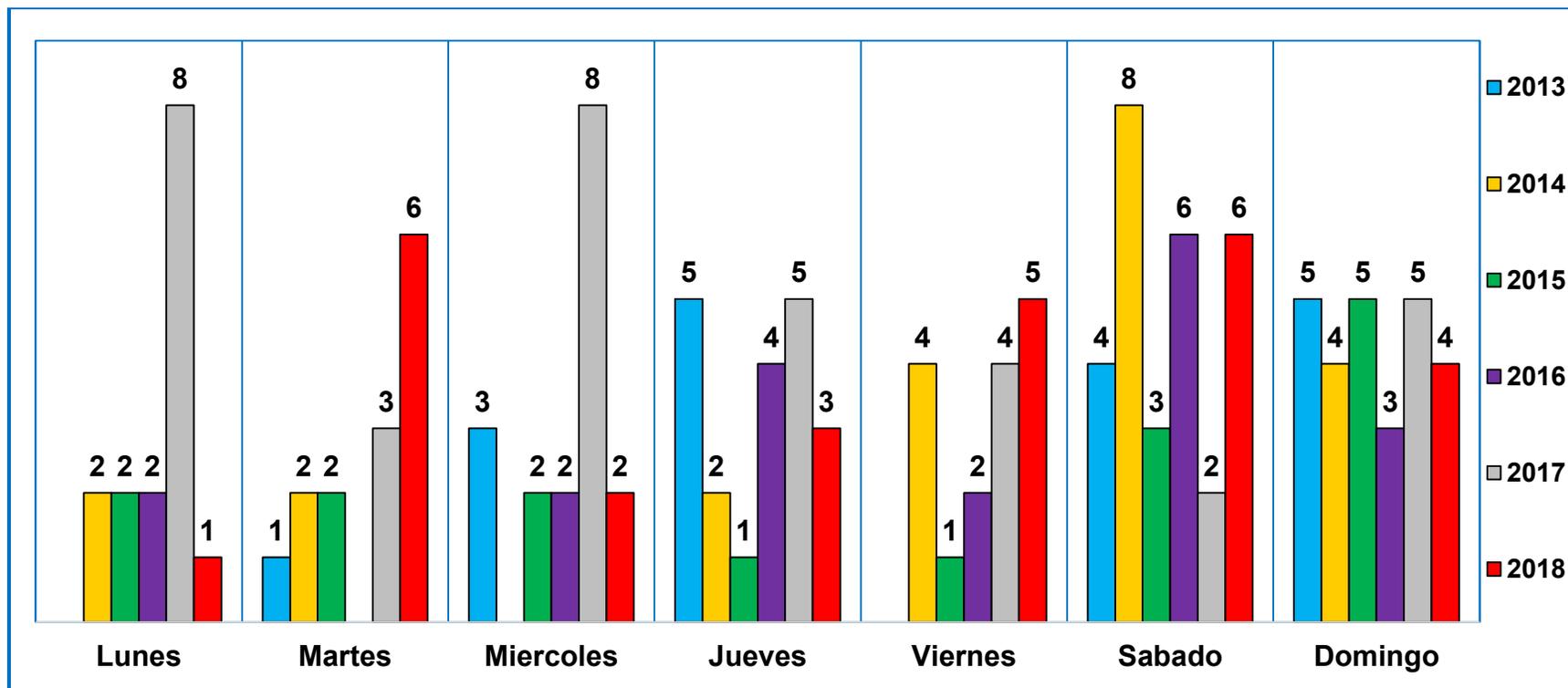
**Gráfico No. 12. Distribución de Lesionados por Días de la Semana (2013 – 2018).**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En el gráfico se ve que las cantidades de lesionados en los días de la semana son irregulares, pero hay tres días con mayor incidencia, los cuales son: **domingo** (13), **sábado** (10), **jueves** (8). En los otros días de la semana como son lunes (3), miércoles (2) y viernes (2) se reduce considerablemente la cantidad de lesionados en el período de estudio del tramo.

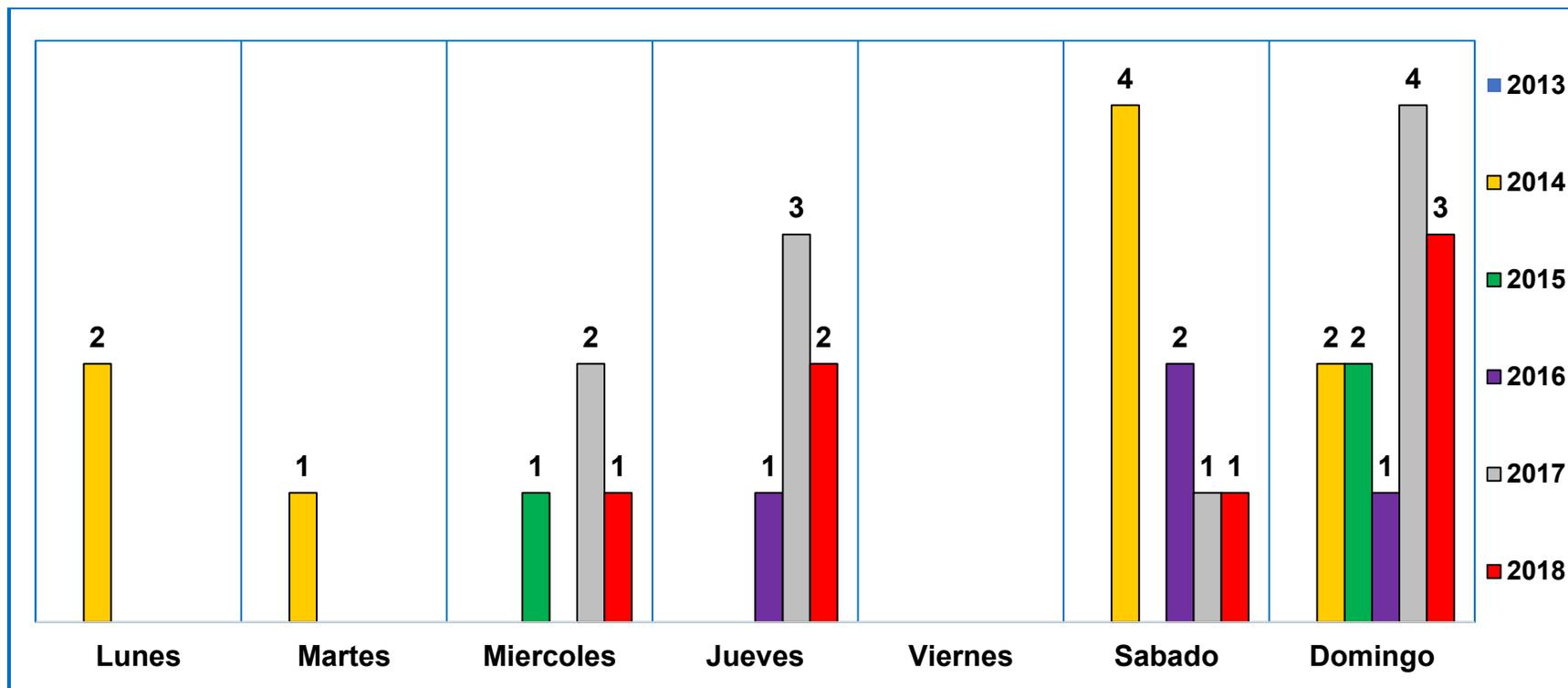
Gráfico No. 13. Comparación de Accidentalidad por Días de Semana.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En el gráfico No. 13 se refleja el comportamiento por año de la accidentalidad en base a los días de la semana. Y corrobora el análisis del gráfico No. 10, en cual se destacaron los días **sábado** y **domingo**, en los cuales permanecen valores constantes de registro de accidentes. Puede apreciarse que el comportamiento máximo de accidentes por año y día, oscila entre **8** y **5**.

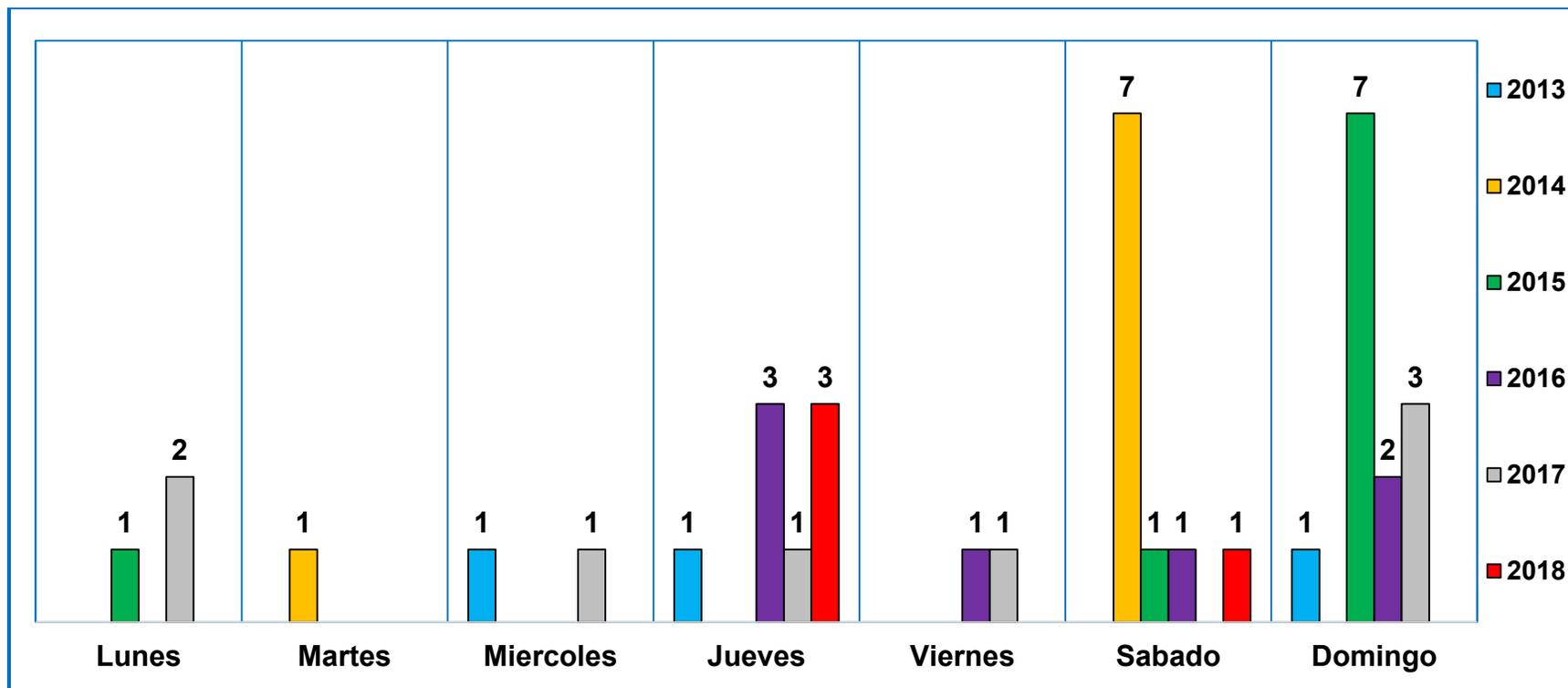
Gráfico No. 14. Comparación Fallecidos por Días de Semana.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Anteriormente se destacó que los días **sábado** y **domingo** son los que tienen la mayor cantidad de fallecidos en el período de estudio, en el gráfico se observa que el comportamiento predominante de fallecidos por año y día oscila entre 4 y 3, registrados en estos dos días y el día **jueves**.

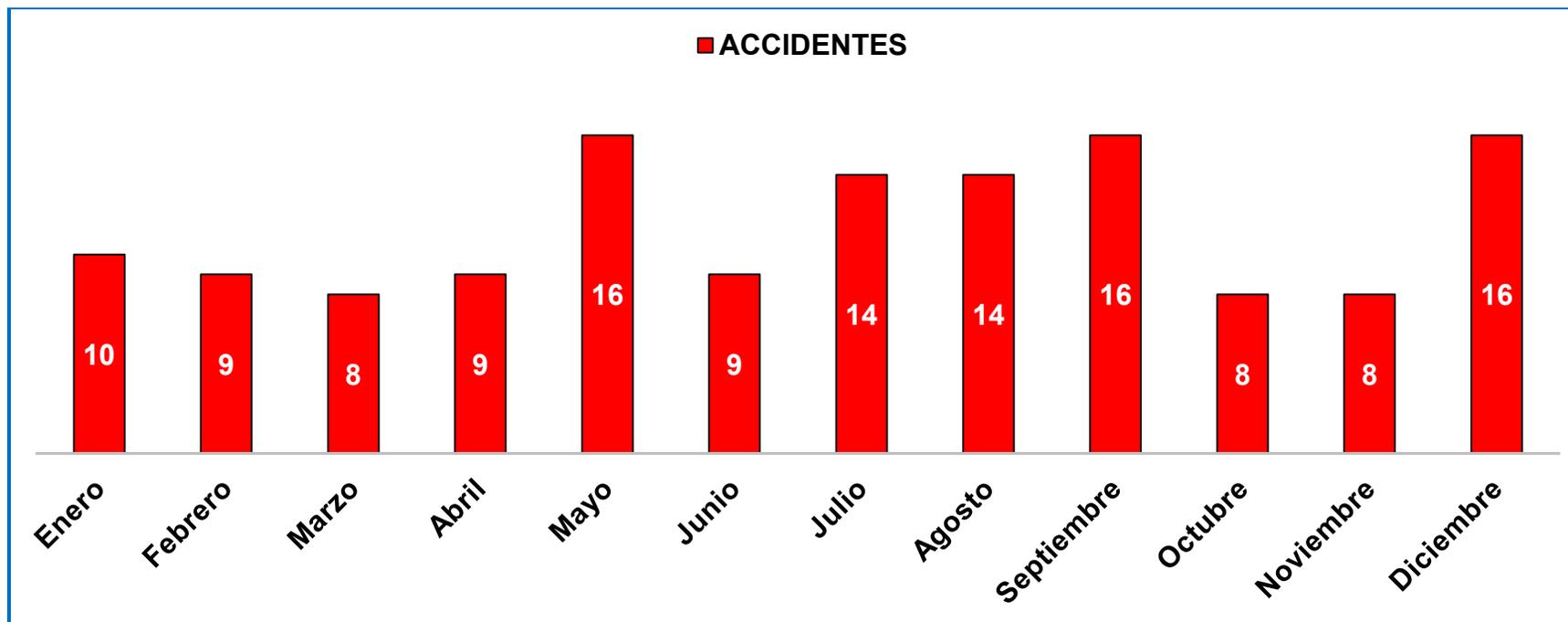
**Gráfico No. 15. Comparación Lesionados por Días de Semana.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En los gráficos anteriores se representaban los días **sábado** y **domingo** como los días de mayor índice de accidentalidad y mortalidad, en el gráfico No. 15 se aprecia el registro de mayor valor de lesionados por año y día es de 7. Este valor lo encontramos registrado en estos dos días, hacemos notar que el día **jueves** en comparación al resto ha mostrado picos de alza en accidentalidad, mortalidad y morbilidad.

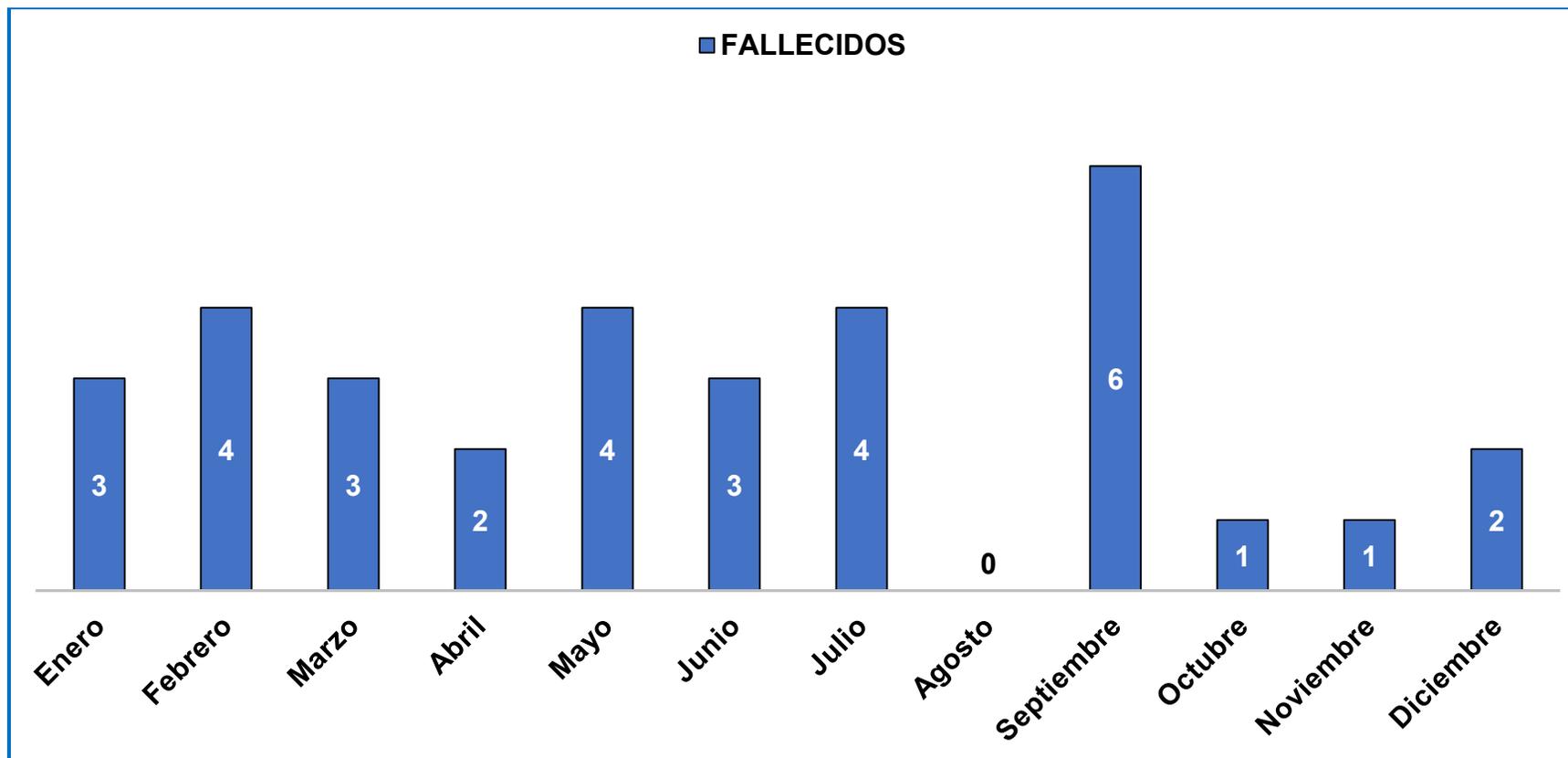
Gráfico No. 16. Distribución de Accidentes por Meses del Año (2013 - 2018).



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Los accidentes varían de acuerdo a los meses del año, se determinó que la mayor cantidad de accidentes está concentrada en los meses de mayo, septiembre y diciembre con 16 (acercándose al promedio anual de 23), seguido de los meses julio y agosto con 14, ya que estos meses pertenecen a fechas de días festivos nacionales, vacaciones, viajes comerciales (exportación e importación) produciendo un aumento de la accidentalidad en el tramo debido al alto índice de usuarios en la vía de estudio y circundantes a esta.

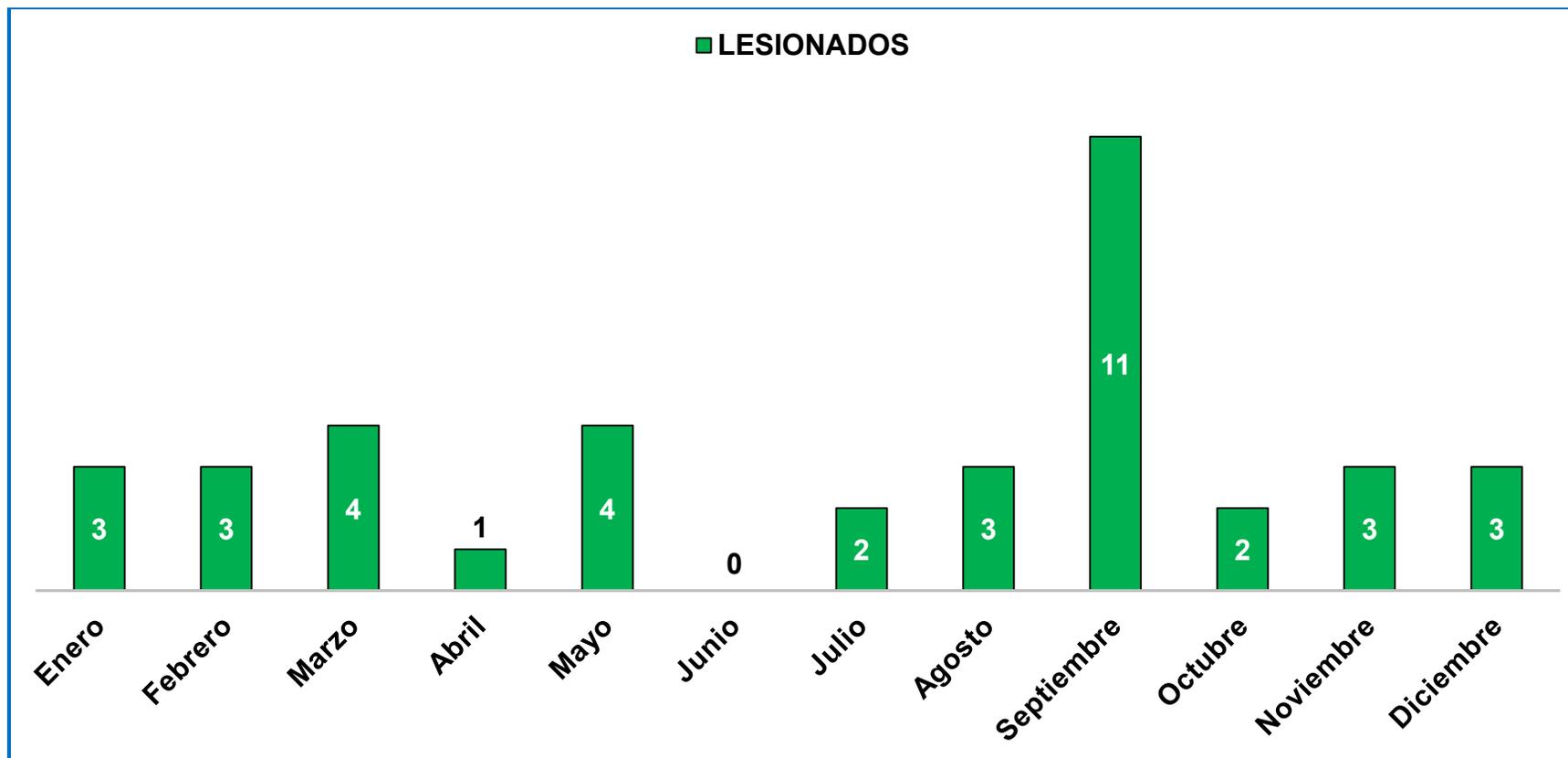
Gráfico No. 17. Distribución de Fallecidos por Meses del Año (2013 - 2018).



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En el transcurso del **primer semestre** del año la distribución de fallecidos es constante no superando el promedio anual por mes, pero representa el periodo de mayor incidencia. Hacemos notar el pico de mortalidad en el mes de septiembre tiempo de celebración de fiestas patrias que iguala el promedio de fallecidos por año (6).

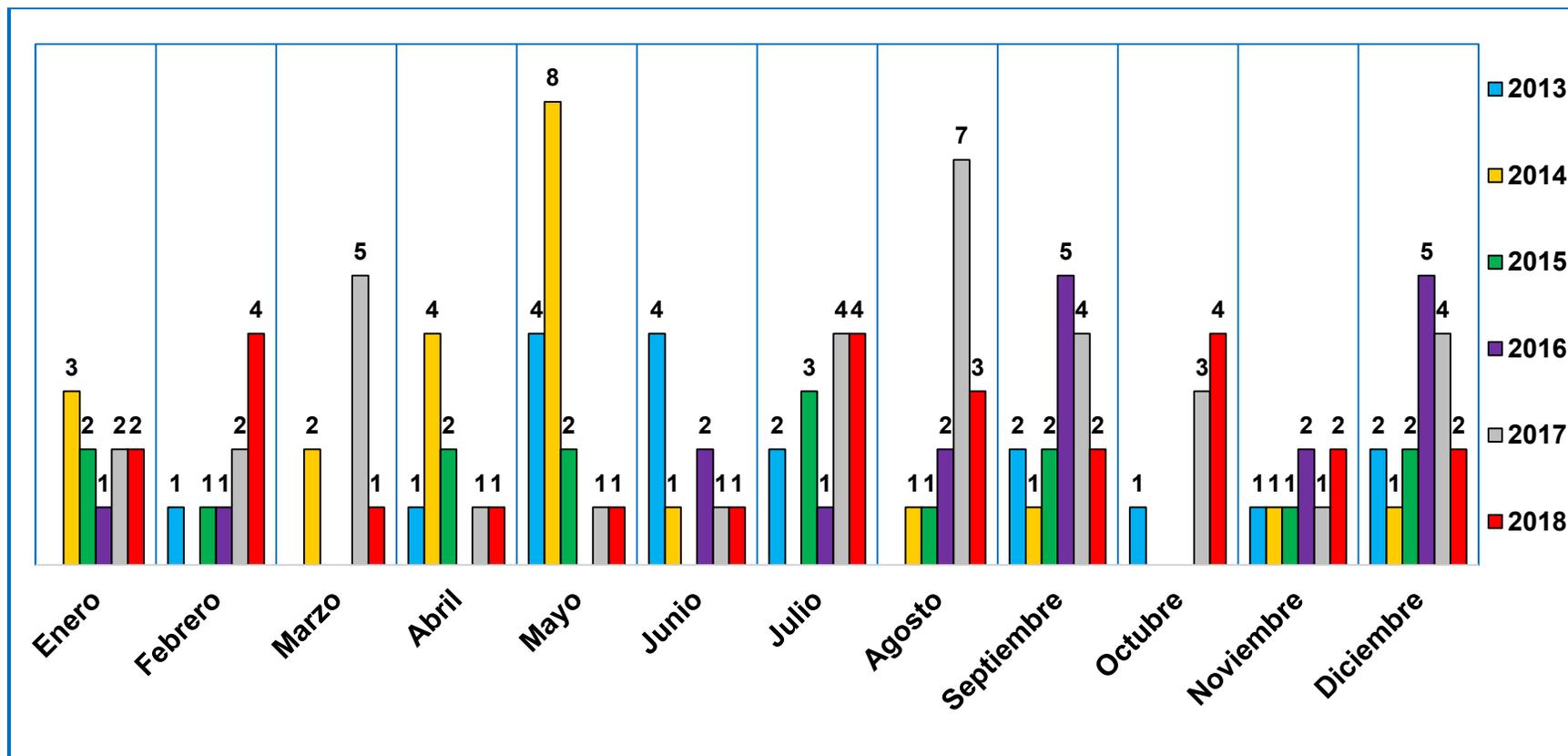
Gráfico No. 18. Distribución de Lesionados por Meses del Año (2013 - 2018).



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Los datos registrados hacen notar que el primer semestre presenta una cantidad irregular de lesionados con tendencia por debajo del promedio anual, no obstante, en el segundo semestre se ve un alza en el mes de septiembre superando por 4 lesionados al promedio anual.

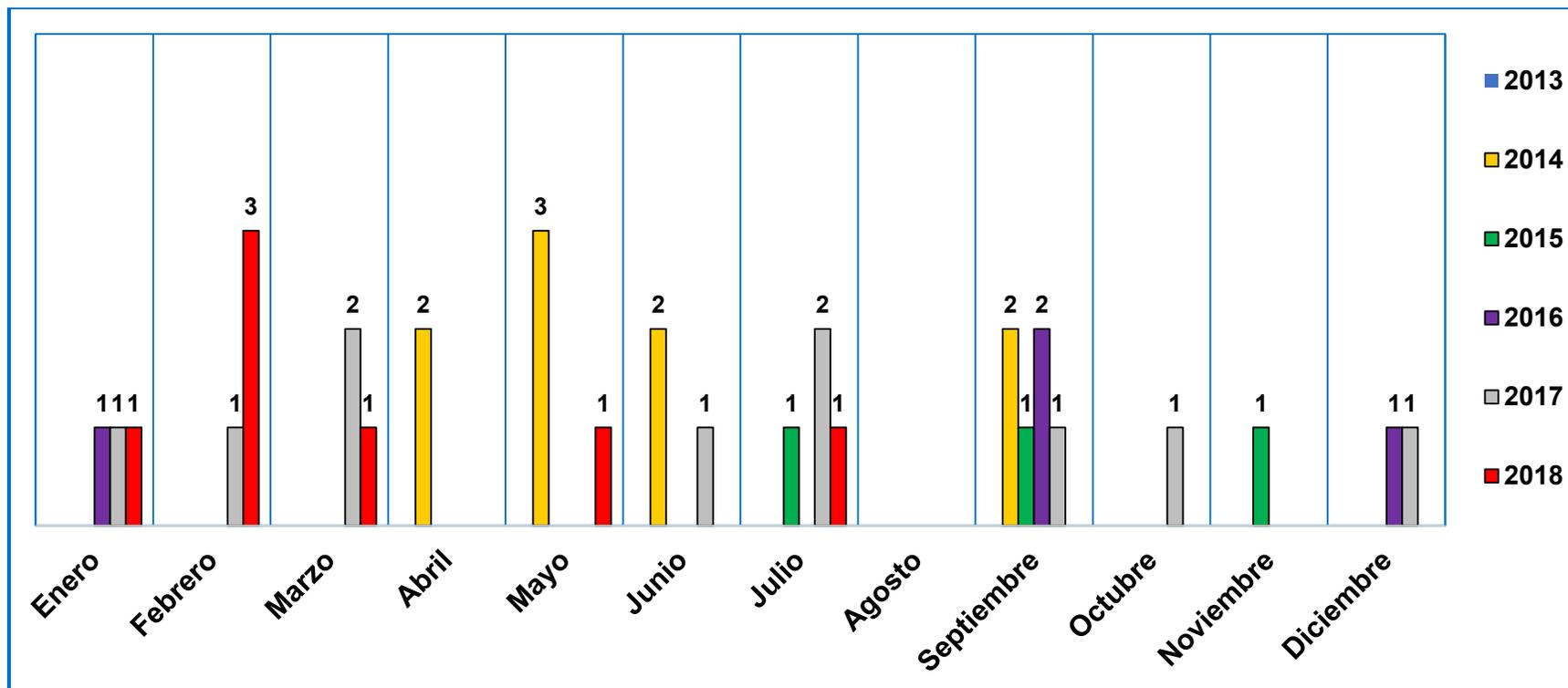
**Gráfico No. 19. Comparación de Accidentalidad por Meses del Año.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

La comparación de accidentalidad en el periodo de estudio por año y mes, resalta los meses de mayo, septiembre y diciembre con un registro de 16 accidentes por mes el más alto registrado, meses en los que se aprecian que los valores de mayor registro por año oscilan entre 8 y 4 accidentes.

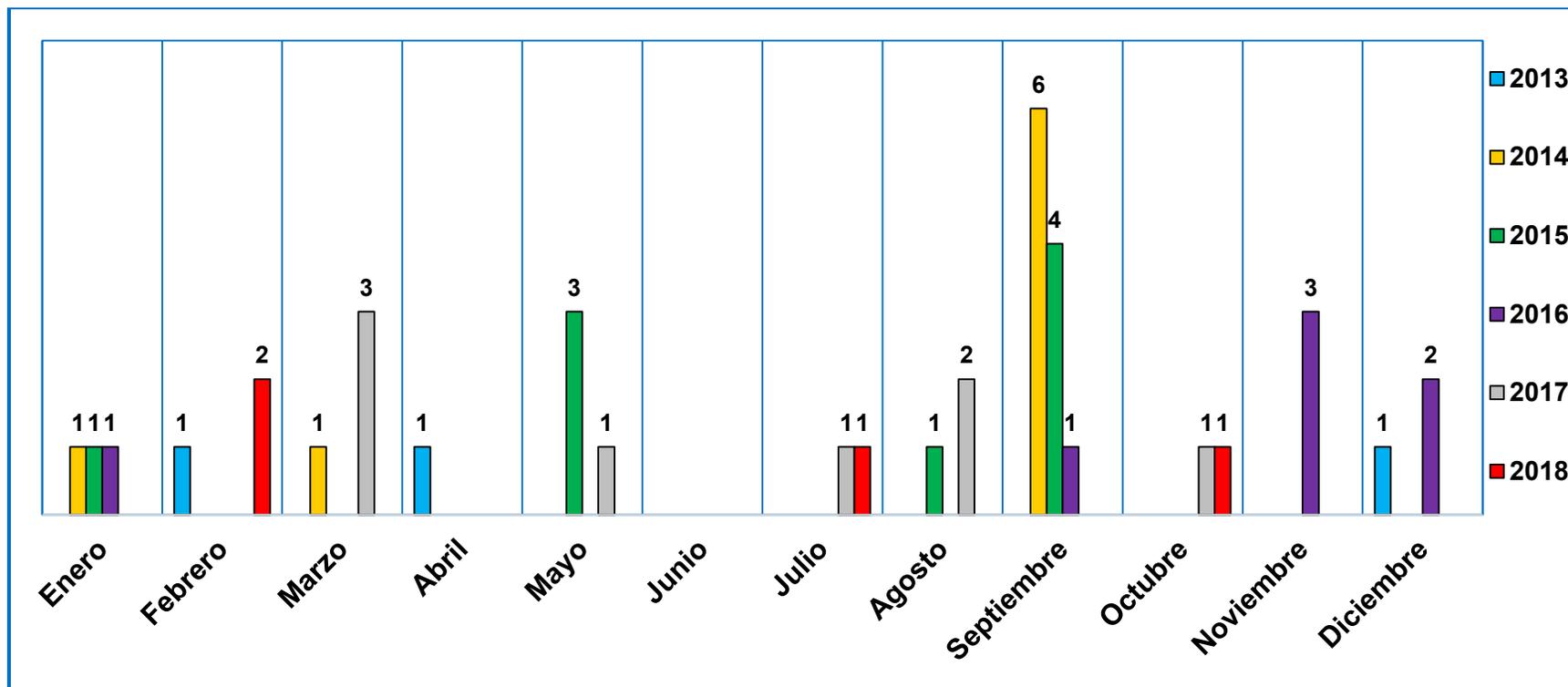
**Gráfico No. 20. Comparación de Fallecidos por Meses del Año.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Anteriormente se ha destacado que el primer semestre del año representa el de mayor incidencia de mortalidad, y destacan en él los meses de febrero, mayo y julio con un registro de 4 fallecidos por mes, sin embargo, septiembre es el mes que registra un valor máximo de 6 (el mayor de todos los meses del año). Los valores más constantes de fallecidos por año y mes oscilan entre 2 y 1 fallecidos.

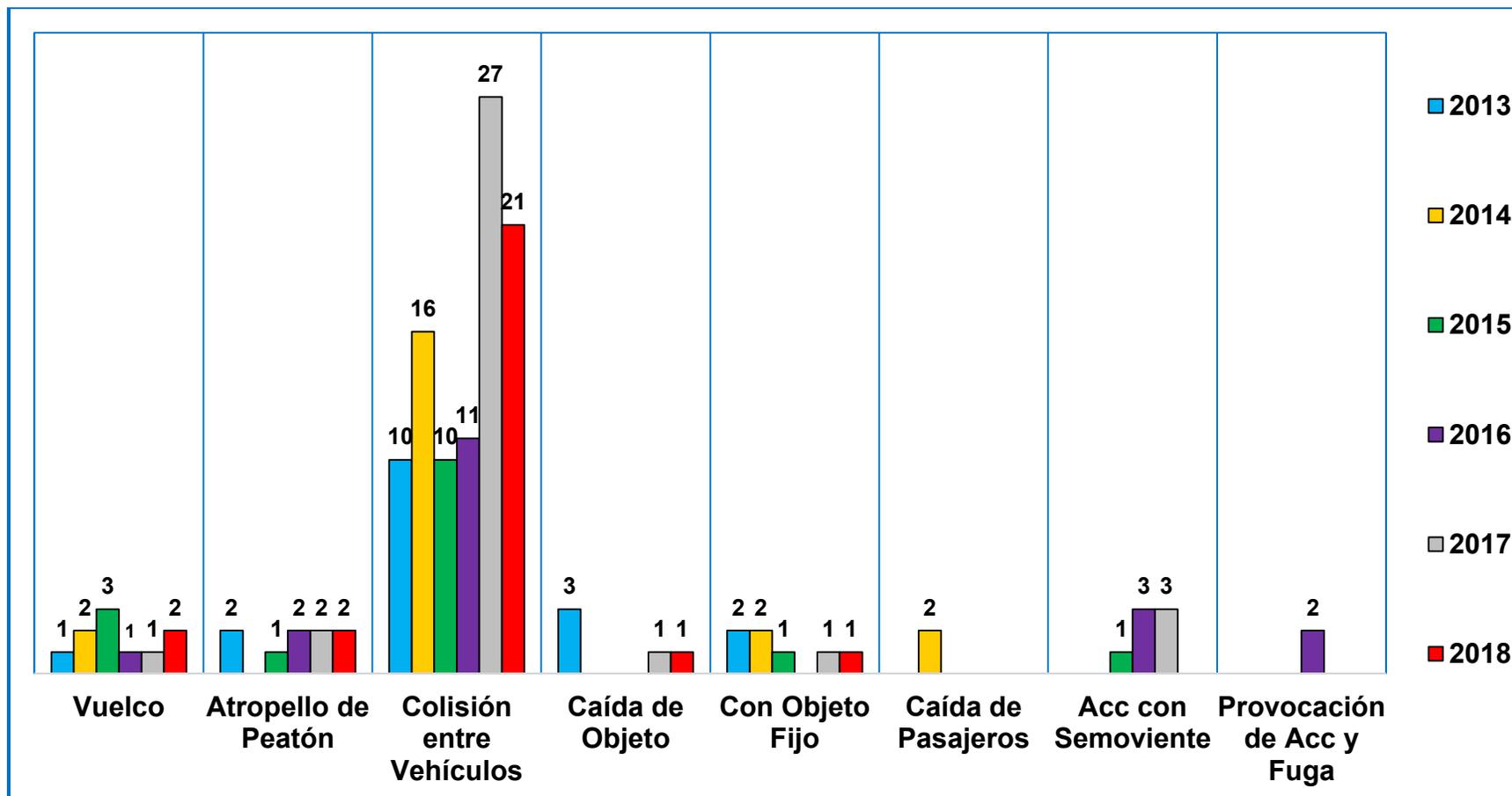
Gráfico No. 21. Comparación de Lesionados por Meses del Año.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El análisis de lesionados por año y mes, muestra un comportamiento constante en aproximadamente 10 meses del año, oscilando entre 3 y 1 lesionados. Cabe destacar el mes de **septiembre** en el cual se registraron dos alzas notorias en años consecutivos de 6 y 4 lesionados superando el promedio de los registros mostrados en el gráfico.

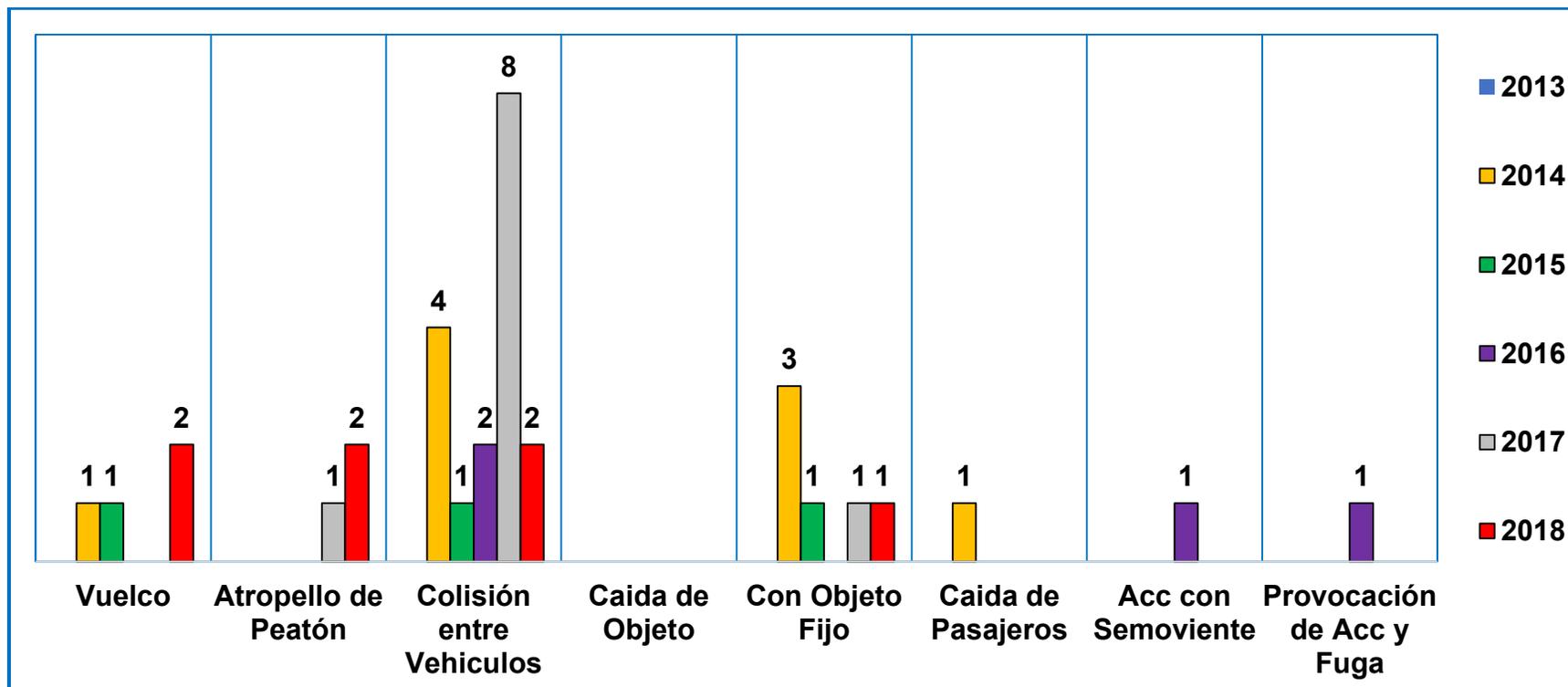
Gráfico No. 22. Comparación de Tipos de Accidentes en el periodo 2013 – 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Se observa que en todo el período de estudio el tipo de accidente que domina los registros es **Colisión entre vehículos**; ocasionado por aventajamiento en zonas de no rebase, no guardar distancia, entre otras causas

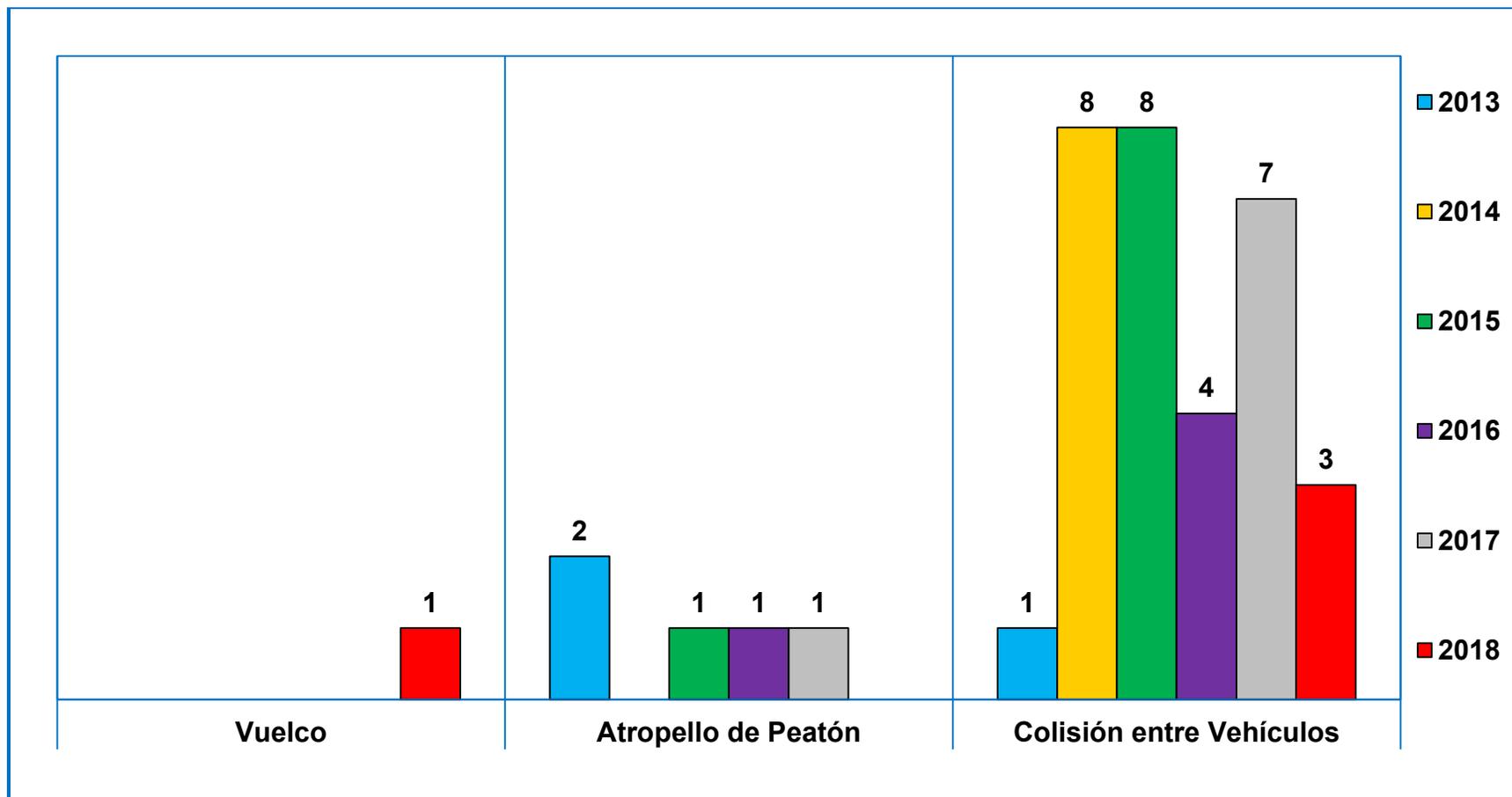
Gráfico No. 23. Comparación de Fallecidos por Tipo de Accidente en el periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El gráfico muestra los registros de fallecidos por año y tipo de accidentes en el tramo en estudio, se aprecia un promedio de datos por tipos de accidentes entre 2 y 1. El tipo de accidente predominante en mortandad con alzas en los años 2014 y 2017, es **Colisión entre Vehículos**.

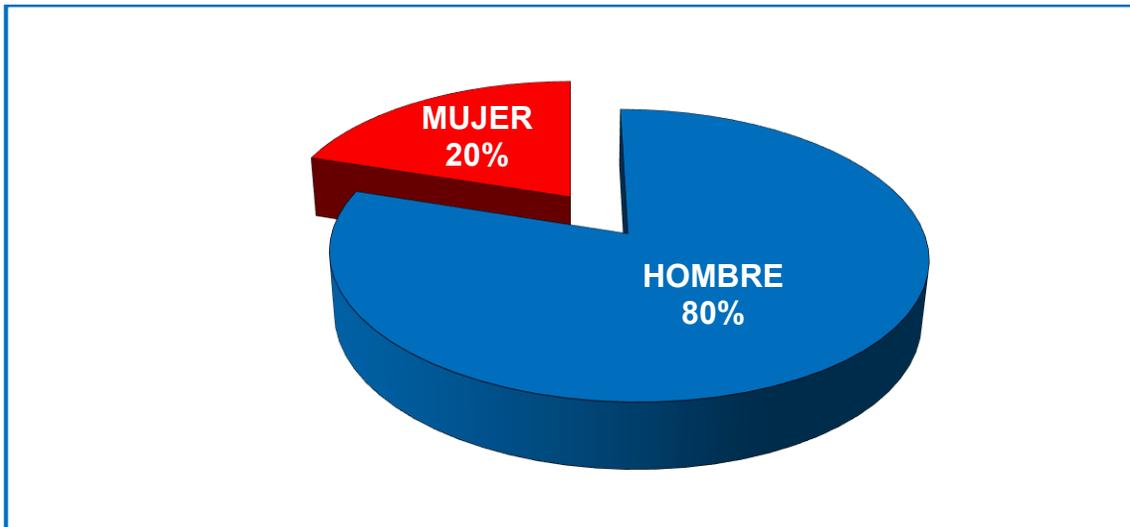
Gráfico No. 24. Comparación de Lesionados por Tipo de Accidente en el periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Como se observa en el gráfico, el tipo de accidente **colisión entre vehículos** toma el protagonismo en todo el período superando el promedio de lesionados por año que corresponde a 7, superándose en los años 2014, 2015 y 2017.

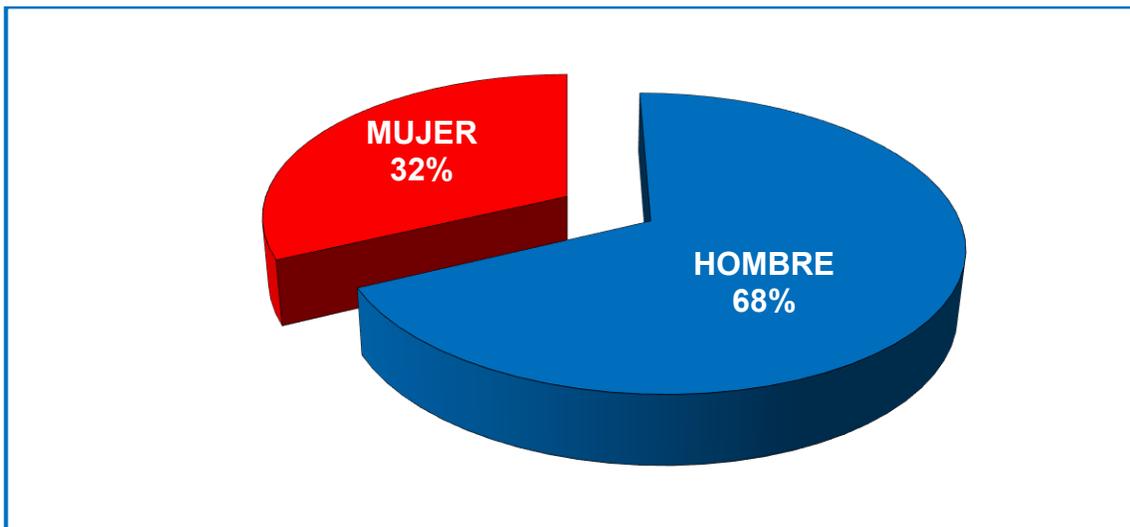
**Gráfico No. 25. Distribución de Fallecidos por género en el periodo 2013 - 2018.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

El gráfico resalta que el 80% de fallecidos en el período de estudio del tramo son del género masculino, y solo el 20% pertenecen al género femenino en los accidentes.

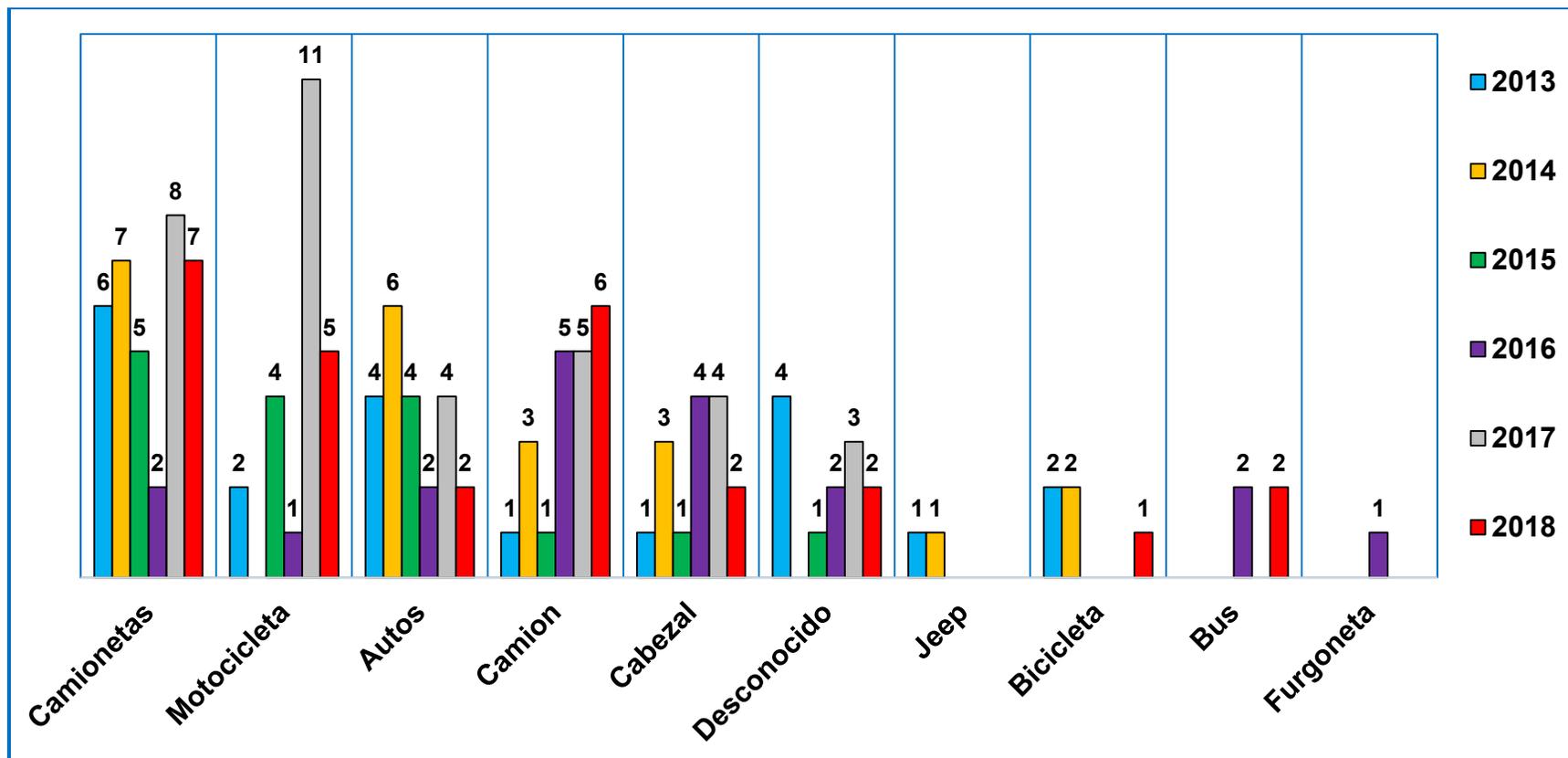
**Gráfico No. 26. Distribución de Lesionados por género en el periodo 2013 - 2018.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

Nuevamente es el género masculino quien representa el mayor porcentaje de lesionados con el 68% y el género femenino representa el 32% en los accidentes.

Gráfico No. 27. Tipos de Vehículos Responsables de Accidentes en el periodo 2013 - 2018.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Estadísticos de la Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

En el período de estudio los vehículos que se destacan como los responsables de accidentes son: **Camionetas**, **Motocicletas** y **Autos**. Siendo estos vehículos capaces de superar límites de restricción de velocidad.

# CAPÍTULO III

## ESTUDIO DE TRÁNSITO

### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Entender el comportamiento y la composición vehicular de una carretera, es de gran relevancia en el análisis de la accidentalidad de ésta; comprendiendo los estudios de: Volúmenes de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio. Estos entregaron información precisa de los diferentes tramos críticos estudiados, habiendo sido comparados a las características originales de su diseño dieron a conocer la relación Capacidad/Demanda Vial, que rige el tránsito actual. El tramo carretero La Thompson KM 152 – UCATSE KM 167, corresponde a la sección de carretera del Corredor Centroamericano (Salida Norte, Estelí), este antecede al tramo de mayor riesgo en accidentalidad conocido como cuesta “La Kukamonga” y es el principal acceso a ésta. Presentando una topografía uniforme con poca presencia de terrenos ondulados, con un índice notorio de Zonas Industriales, Comerciales, Escolares y Agrícolas; estas características han producido una alta tasa de flujo vehicular liviano, de pasajeros y de carga a lo largo de su kilometraje.

En los años 2017 – 2018 se observó un alza del parque automotor en el Municipio de Estelí. El estudio de tránsito realizado corroboró estos datos, que serán a continuación analizados con el fin de enmarcar los aspectos de Tránsito que han tomado un rol muy importante en el desarrollo de los accidentes. El estudio fue abordado en los tramos críticos seleccionados anteriormente en Accidentalidad.

#### **3.1.1. Determinación de ubicación de Estaciones de Conteo de Tránsito.**

En el Capítulo II. Accidentalidad, gráfico No. 2, se seleccionaron los tramos críticos de la Carretera La Thompson KM 152 - UCATSE KM 167 (Carretera Panamericana NIC 1) a partir de los datos históricos proporcionados por el Departamento de Tránsito Nacional. Sobre los cuales se realizó un análisis comparativo en base a criterios de importancia y funcionalidad vial, uso de suelo, origen-destino e inserción vehicular en la carretera para delimitar las áreas del tramo que en conjunto a los altos índices de accidentes conformaron los tramos críticos de estudio. A continuación, expondremos detalles de cada uno de ellos y

estableceremos las estaciones de conteo de aforo vehicular de nuestro estudio de tránsito.

- **Tramo Crítico comprendido entre KM 152 – KM 155.**

Pertenece al inicio de nuestro tramo en estudio, es la principal y única vía de acceso a la Carretera Panamericana Norte de Estelí. Pese a que corresponde a la salida norte del municipio de Estelí, tiene alta presencia de zonas escolares (universitarias), industriales, comerciales, residenciales y agrícolas distribuidas en ambas bandas de la carretera. Con un diseño geométrico en el que predomina una tangente en toda su longitud, que ocasiona incremento en la velocidad de los distintos tipos de vehículos que la circulan, en ocasiones superando la velocidad límite de restricción del tramo de 80 km/h. Estos factores engloban el máximo volumen vehicular de todo el tramo en estudio en estos primeros kilómetros.

A partir de esto hemos designado como Estación de Conteo el kilómetro 152+300, debido a que este es el inicio de nuestro tramo carretero y en él se centra el volumen principal de tráfico desde Estelí hacia Condega y Condega hacia Estelí.

**Imagen No. 6. Estación de conteo La Thompson km 152+300.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

- **Tramo Crítico comprendido entre KM 157 – KM 160.**

Corresponde a la zona media de nuestro tramo en estudio, en este tramo se ubica una intersección de relevancia, debido a que comunica la zona norte de Nicaragua con el municipio de San Juan de Limay y sus comunidades. Es notoria la presencia

de zonas residenciales al ubicarse en él comunidades como El Dorado y La Sirena, zonas de recreación, y agrícolas en toda su longitud. Su diseño geométrico presenta transiciones entre tangentes y curvas (verticales y horizontales) debido a su topografía ondulada, el flujo vehicular transita a velocidades máximas, aunque en ocasiones sea superada por la baja presencia vehicular en horarios no críticos tomando ventaja de esto los usuarios. Al corresponder la mitad de nuestro tramo en estudio y poseer en él intersecciones de relevancia, se estimó variaciones en el flujo vehicular y disipación de éste.

Por lo cual hemos designado como Estación de Conteo el kilómetro 158+640, ubicado en el inicio del Corredor Las Gordas, San Juan de Limay.

**Imagen No. 7. Estación de conteo Empalme Estelí-Sn Juan de Limay Km 158+640.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

- **Tramo Crítico comprendido entre el KM 165 – KM 167.**

Corresponde el final de nuestro tramo en estudio, y es el preámbulo a la cuesta La Kukamonga de alto riesgo de accidentalidad. En ella se sitúa la intersección que comunica hacia la Reserva Mirafior, también se encuentran las instalaciones de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y poca presencia de viviendas sobre su longitud. Su diseño geométrico se compone en gran medida de tangentes prolongadas y poca presencia de curvas (verticales y horizontales), las velocidades de operación en estos kilómetros son superados por las condiciones

de la carretera y poca presencia de zonas pobladas en él. En este tramo crítico hemos designado como Estación de Conteo el kilómetro 166+300, ubicado en frente de las instalaciones de UCATSE, debido a que representa el punto de disipación más relevante al final del tramo en estudio.

**Imagen No. 8. Estación de conteo UCATSE Km 166+300.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

A continuación, mostraremos la localización de las estaciones de conteo sobre el tramo carretero La Thompson km 152 – UCATSE KM 167.

**Imagen No. 9. Estaciones de Aforo Vehicular.**



Fuente: Google Earth, Elaboración Propia.

### 3.2. VOLÚMENES DE TRÁNSITO

La medición de volumen de tránsito es la que define el flujo de vehículos que transitan en una sección transversal de una carretera, y su composición; para determinar si su capacidad está de acuerdo a las demandas actuales, producto de una proyección vehicular menor a la que ahora circula.

Los conteos se realizaron por medio del método manual empleando formatos de aforo vehicular, en los cuales se registró los volúmenes horarios comprendidos entre las 6:00 am y 6:00 pm. Cada estación de conteo fue aforada un día en específico a fin de obtener el valor del Tránsito Diurno correspondiente a éstas, la estación 152+300 se aforó el día viernes 23 de agosto del año 2019, la estación 158+640 el día jueves 22 de agosto del 2019 y en la estación 166+300 se realizó el conteo vehicular el día lunes 26 de agosto del mismo año. **(Ver Anexo B, Tabla No. 68, 69 y 70. Registro de Aforo Vehicular, pág. IX – X)**

Posteriormente fue procesado el aforo de las estaciones con el fin de realizar:

- Análisis de la capacidad y niveles de servicio.
- Investigación de Accidentes y mejoras en la Seguridad Vial.
- Aplicación de Normas de Tránsito por medio de la Vigilancia.
- Planes de Mantenimiento.

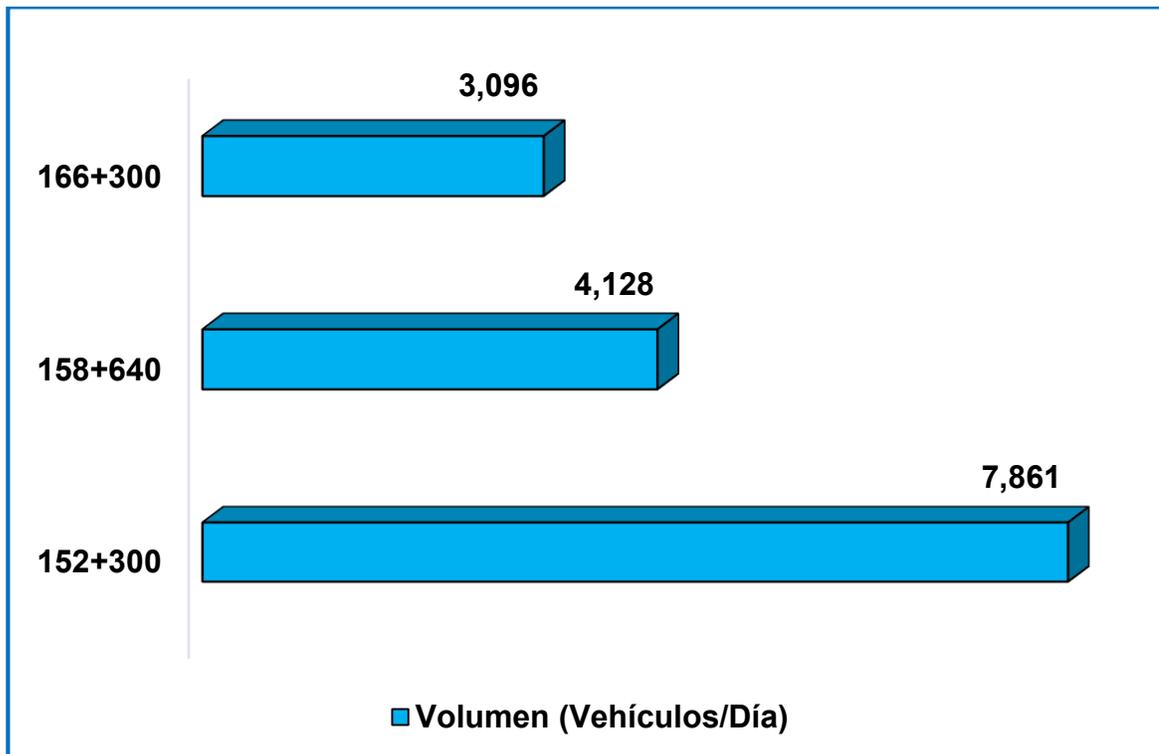
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla No. 5. Resumen de Volúmenes, Tramo carretero La Thompson-UCATSE.**

ESTACIÓN	VOLUMEN (VEH/12Hrs)	PORCENTAJE
152+300	7861	100%
158+640	4128	53%
166+300	3096	39%

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Gráfico No. 28. Tránsito Diurno 06:00 am - 06:00 pm.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

El flujo vehicular en los puntos de aforo permitió apreciar el comportamiento del tránsito, observando una reducción a medida que las mediciones fueron alejándose de la zona de inicio del tramo carretero. Primeramente, se registró una cantidad de 7861 veh/12hr, reduciéndose hasta un 53% en el Empalme Estelí – Sn Juan de Limay y hasta un 39% en las instalaciones de UCATSE. Esto hizo notar que aproximadamente un 47% del volumen total está centralizado en los primeros 6 km del tramo en estudio.

La composición vehicular presente, muestra la diversidad de vehículos livianos, de pasajeros y de carga que toman un papel relevante, destacándose entre estos: Bicicletas, Motos, Autos, Camionetas, Buses, C2 y T3S2 que durante el transcurso de la carretera mantienen un porcentaje uniforme, y representan la mayor cantidad de vehículos que circulan sobre ésta. A continuación, observaremos el Resumen Total de los aforos realizados.

**Tabla No. 6. Resumen Total de las Estaciones de estudio La Thompson-UCATSE.**

COMPOSICIÓN VEHICULAR	EST. 152+300		EST. 158+640		EST. 166+300	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
<b>BICICLETAS</b>	367	4.67%	90	2.18%	28	0.90%
<b>MOTO</b>	2411	30.67%	851	20.62%	714	23.06%
<b>AUTO</b>	944	12.01%	560	13.57%	470	15.18%
<b>JEEP</b>	403	5.13%	194	4.70%	170	5.49%
<b>CAMIONETA</b>	2191	27.87%	1314	31.83%	885	28.59%
<b>MICRO BUS</b>	91	1.16%	54	1.31%	51	1.65%
<b>MINI BUS</b>	66	0.84%	41	0.99%	27	0.87%
<b>BUS</b>	245	3.12%	205	4.97%	165	5.33%
<b>C2 Liv.</b>	571	7.26%	332	8.04%	271	8.75%
<b>C2</b>	250	3.18%	154	3.73%	121	3.91%
<b>C3</b>	94	1.20%	67	1.62%	30	0.97%
<b>C4</b>	3	0.04%	2	0.05%	2	0.06%
<b>T3S2</b>	191	2.43%	225	5.45%	155	5.01%
<b>T3S3</b>	29	0.37%	39	0.94%	6	0.19%
<b>VEH. CONSTRUCCIÓN</b>	2	0.03%	0	0.00%	1	0.03%
<b>VEH. AGRICOLA</b>	3	0.04%	0	0.00%	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>7,861</b>	<b>100%</b>	<b>4,128</b>	<b>100%</b>	<b>3,096</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

### 3.2.1. Entrada Norte La Thompson Km 152+300.

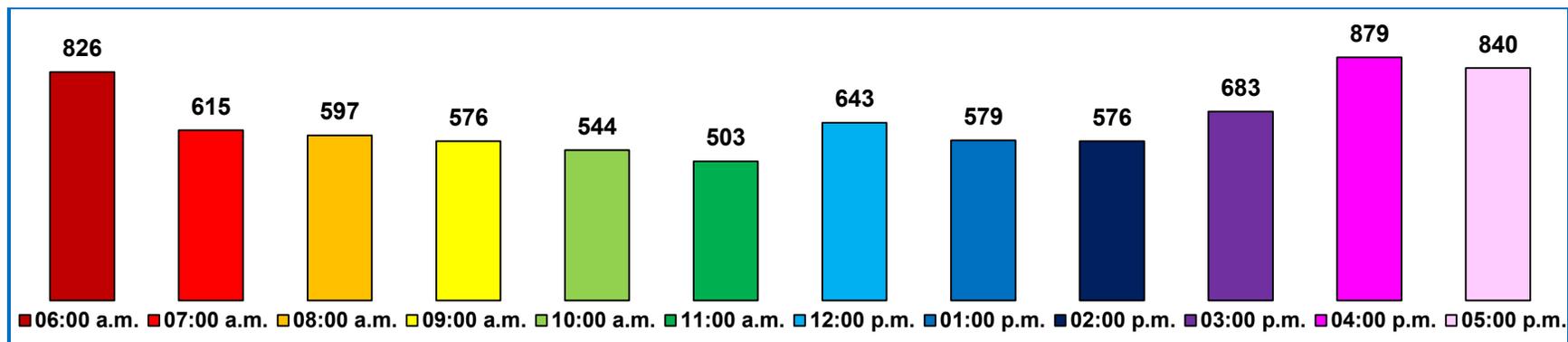
Tabla No. 7. Volumen del Tránsito Diurno, Estación Km 152+300.

COMPOSICIÓN VEHICULAR	VIERNES 23/08/2019	
	Veh/12h	%
BICICLETAS	367	4.67%
MOTO	2,411	30.67%
AUTO	944	12.01%
JEEP	403	5.13%
CAMIONETA	2,191	27.87%
MICRO BUS	91	1.16%
MINI BUS	66	0.84%
BUS	245	3.12%
C2 LIVIANO	571	7.26%
C2	250	3.18%
C3	94	1.20%
C4	3	0.04%
T3S2	191	2.43%
T3S3	29	0.37%
VEH. CONSTRUCCIÓN	2	0.03%
VEH. AGRICOLA	3	0.04%
<b>TOTAL</b>	<b>7,861</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

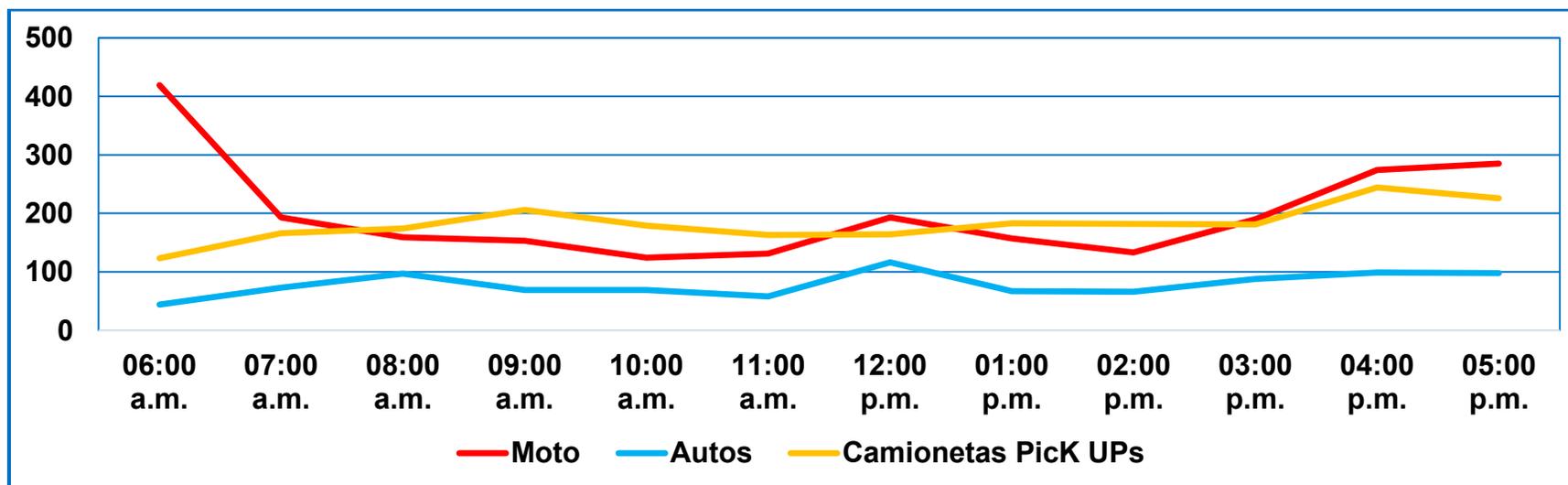
La estación reflejó un volumen de tránsito de 7861 veh/12hr en horario de 6:00 am a 6:00 pm, siendo el principal acceso hacia destinos de trabajo, tales como: fábricas de tabaco, zonas francas, empresas procesadoras de alimento, entre otras. Actualmente la carretera está compuesta por dos carriles, en los cuales durante las horas de máxima demanda se observó cómo se generaba congestión (embotellamiento) en el tráfico, por la ausencia de más carriles que permitan desahogar el flujo de vehículos. La composición vehicular corresponde a un 80.35% de vehículos livianos, 7.34% de pasajeros y 12.25% de carga; siendo las horas de máxima transportación entre las 6:00 am – 7:00 am, manteniendo un volumen constante hasta que se dio un incremento entre las 4:00 pm – 5:00pm, tiempo en el que la población vuelve hacia sus hogares después de su día laboral.

**Gráfico No. 29. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 152+300.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Gráfico No. 30. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 152+300.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

### 3.2.2. Empalme Estelí – San Juan de Limay Km 158+640.

Tabla No. 8. Volumen de Tránsito Diurno, Estación Km 158+640.

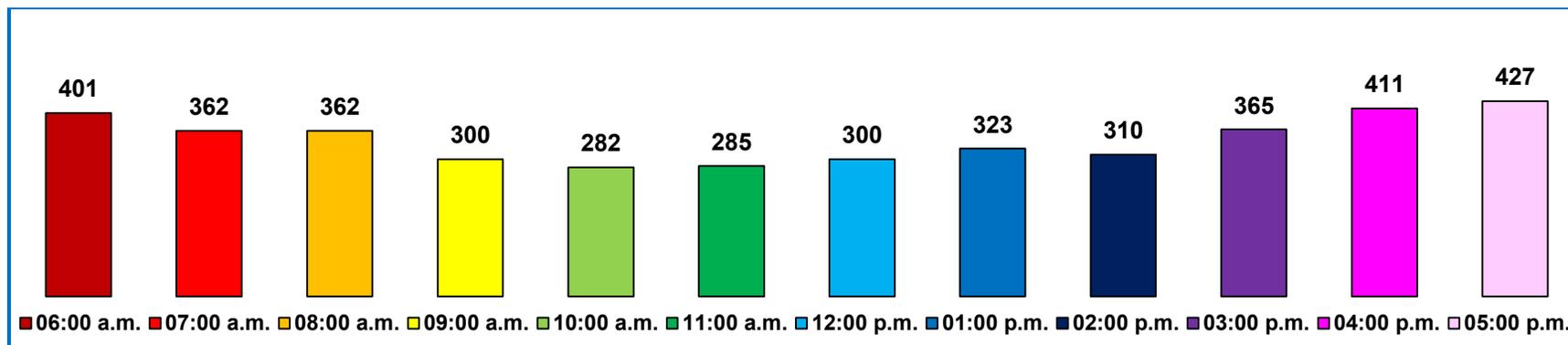
COMPOSICIÓN VEHICULAR	JUEVES 22/08/2019	
	Veh/12h	%
BICICLETAS	90	2.18%
MOTO	851	20.62%
AUTO	560	13.57%
JEEP	194	4.70%
CAMIONETA	1,314	31.83%
MICRO BUS	54	1.31%
MINI BUS	41	0.99%
BUS	205	4.97%
C2 LIVIANO	332	5.31%
C2	154	3.73%
C3	67	1.62%
C4	2	0.05%
T3S2	225	5.45%
T3S3	39	0.94%
<b>TOTAL</b>	<b>4,128</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

Entre la primera estación de conteo y las cercanías del km 158, se sitúa gran porcentaje de zonas comerciales, industriales, escolares y de recreación; que producen una disipación en el flujo de vehículos reduciéndolo hasta un 53% (4128 veh/12hr) en relación al tramo anterior.

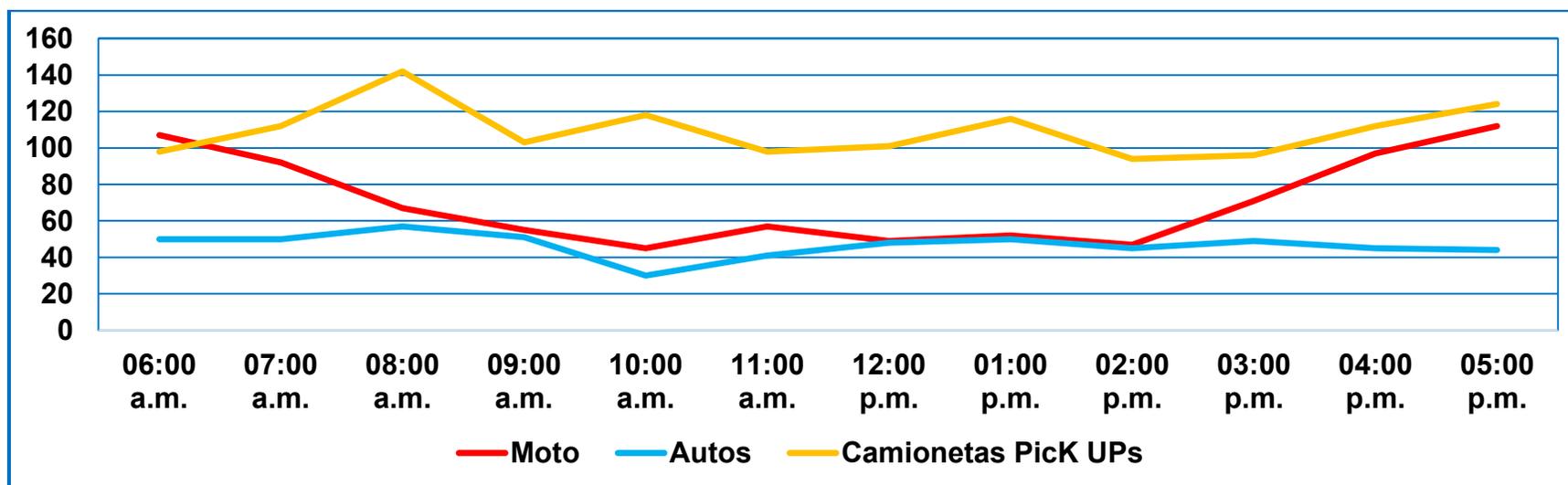
Por lo cual, se aprecia una variación del porcentaje de composición vehicular, definiéndose como un 72.89% de vehículos livianos, 10.00% pasajeros y 17.10% de carga. Las horas críticas en esta estación corresponden entre las 6:00 am – 7:00 am con 401 veh/hr y las 5:00 pm – 6:00 pm obteniéndose 427 veh/hr. En promedio el tramo presenta una tasa de 344 veh/h, comportamiento que puede apreciarse a continuación.

**Gráfico No. 31. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 158+640.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Gráfico No. 32. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 158+640.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**3.2.3. Universidad Católica Autónoma del Trópico Seco (UCATSE) Km 166+300.**

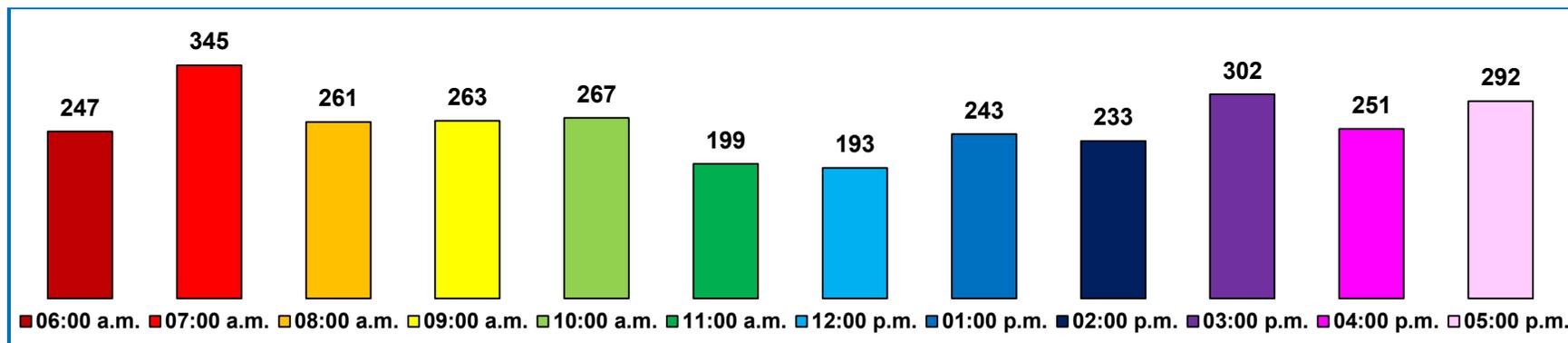
**Tabla No. 9. Volúmenes de Tránsito Diurno, Estación Km 166+300.**

COMPOSICIÓN VEHICULAR	LUNES 26/08/2019	
	Veh/12h	%
BICICLETAS	28	0.90%
MOTO	714	23.06%
AUTO	470	15.18%
JEEP	170	5.49%
CAMIONETA	885	28.59%
MICRO BUS	51	1.65%
MINI BUS	27	0.87%
BUS	165	5.33%
C2 LIVIANO	271	6.33%
C2	121	3.91%
C3	30	0.97%
C4	2	0.06%
T3S2	155	5.01%
T3S3	6	0.19%
VEH. CONSTRUCCIÓN	1	0.03%
<b>TOTAL</b>	<b>3,096</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

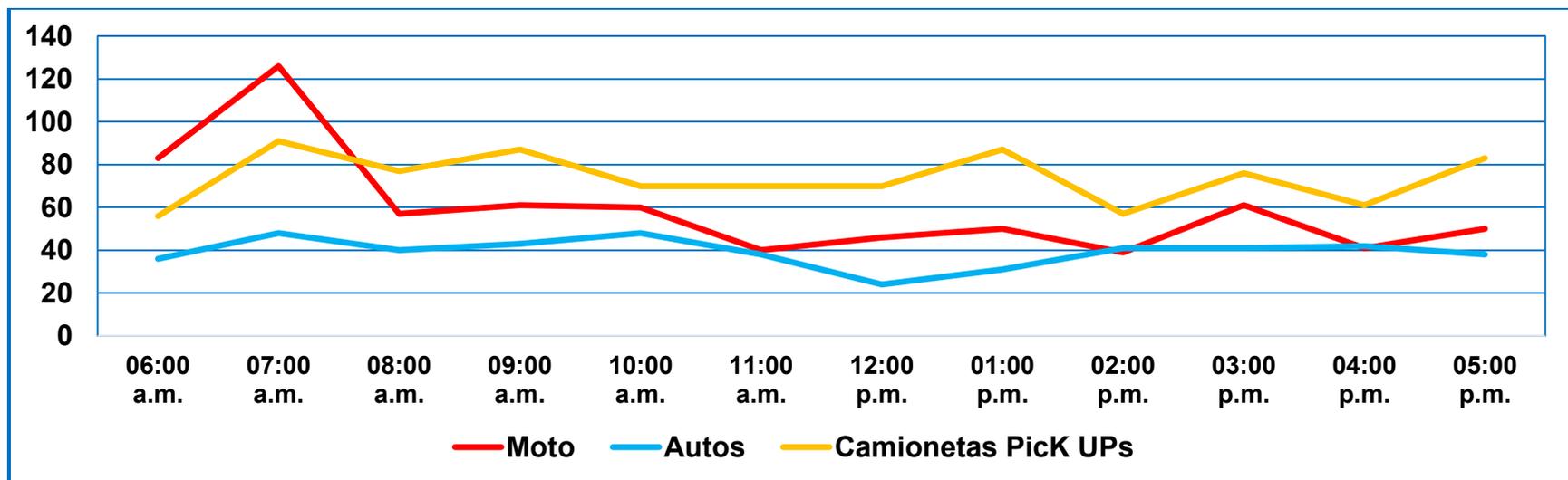
La estación en estudio representa el último tramo carretero de análisis, y corresponde al último punto crítico de accidentalidad entre La Thompson y las instalaciones de UCATSE. El comportamiento vehicular fue reducido en un 39%, de 7861 veh/12hr en principio hasta 3096 veh/12hr, a causa de la reducción de zonas pobladas a su alrededor. Esta reducción se hace notoria al analizar la composición vehicular en este tramo, que promedió una cantidad de 258 veh/h, distribuidos en un 73.22% de vehículos livianos, 10.27% pasajeros y 16.47% de carga, porcentaje que se mantiene constante y sin variación respecto al tramo anterior. La zona escolar en este punto crítico ejerce gran influencia en el comportamiento horario de los vehículos, diferenciándose de las estaciones anteriores, siendo las horas críticas entre las 7:00 am – 8:00 am y las 3:00 pm – 4: 00 pm.

**Gráfico No. 33. Volúmenes de Tránsito Diurno por Hora, Estación km 166+300.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Gráfico No. 34. Variación Horaria de flujo vehicular de Autos, Camionetas y Motos. Estación km 166+300.**



Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

### 3.3. CAPACIDAD VIAL

Se define como el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. El flujo máximo del tránsito en una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. Esto regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, su período más crítico. (SIECA, 2011)

La norma SIECA estipula que bajo condiciones ideales del tránsito y de la vía, en carreteras de dos carriles se alcanzan capacidades de 3200 veh/hr en ambos sentidos de la circulación, siendo la capacidad por sentido de circulación de 1700 veh/hr. La metodología para evaluar la capacidad y el nivel de Servicio de los diferentes puntos críticos en el tramo de estudio, es el presentado por el Manual de Capacidad 2010.

Por su importancia al pertenecer al Corredor Centroamericano la clasificamos para efectos de cálculo de capacidad en *Carretera Tipo I*. Las condiciones actuales de la vía resultan ser inferiores a las condiciones ideales establecidas por la norma SIECA, lo que indica una posible reducción del nivel de servicio de diseño con la actual capacidad de la vía.

**Cuadro No. 1. Comparación de condiciones Ideales y Actuales, Carretera La Thompson-UCATSE.**

CONDICIONES IDEALES	CONDICIONES DE VÍA
Flujo Ininterrumpido	Flujo con interrupción en horas críticas
3.60 m de Ancho de Carril	3.35 m de Ancho de Carril
1.80 m de Ancho de Hombro	0 m - 0.60 m de Ancho de Hombro
Sin Vehículos Pesados	Presencia de Vehículos de Carga
Velocidad de Diseño $\geq$ 90 km/h	Velocidad Máxima $\geq$ 80 km/h
Sin interferencia de paso de peatones	Presencia de Zonas de Peatones
Distribución de Tránsito 50% - 50%	Distribución de Tránsito 50% - 48%

Fuente: Elaboración Propia, Norma SIECA 2011, página 58.

El manual de Capacidades de Carreteras establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la **A** hasta la **F**, donde el nivel de servicio **A** establece un flujo vehicular totalmente libre, con una relación *volumen/capacidad* del orden de 0.35 para las autopistas, mientras que el nivel de servicio **F** manifiesta un comportamiento de flujo forzado. Las condiciones de Operación de cada LOS respectivo son:

**Cuadro No. 2. Condiciones Generales de Operación para los Niveles de Servicio.**

NS - LOS	DESCRIPCIÓN
<b>A</b>	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/h o más). La demora de los conductores no es mayor del 35% del total de tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/hr.
<b>B</b>	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito (80 km/h). La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/hr.
<b>C</b>	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km/h). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/hr.
<b>D</b>	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de 60 km/h. La demora de los conductores es cercana al 80% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/hr.
<b>E</b>	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos. La velocidad cae hasta 40 km/hr. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje.
<b>F</b>	Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito.

Fuente: Elaboración Propia, Norma SIECA 2011, página 60.

La guía recomendada de la AASHTO para seleccionar el nivel de servicio de una carretera, en función de su tipología y las características del terreno nos permitió establecer el LOS de diseño para nuestro Tramo carretero, siendo establecido en el **Nivel B**.

**Cuadro No. 3. Guía para Seleccionar el Nivel de Servicio para Diseño.**

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ÁREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO			
	RURAL PLANO	RURAL ONDULADO	RURAL MONTAÑOSO	URBANO Y SUBURBANO
AUTOPISTA	B	B	C	C
TRONCALES	B	B	C	C
COLECTORA	C	C	D	D
LOCALES	D	D	D	D

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, p. 85.

El tramo carretero La Thompson – UCATSE pertenece al tipo de carretera **Troncal Principal** y se le clasifica como carretera **Tipo I**, la cual toma como parámetro principal, la **Velocidad de Circulación del Tráfico en Km/h (ATS)**, a continuación, detallaremos los máximos valores de velocidad promedio propuestos por el Manual HCM 2010.

**Tabla No. 10. Máximos Valores de Porcentaje de Tiempo utilizado en seguir un vehículo y la Velocidad Promedio de Viaje en Carreteras de dos carriles.**

N.S.	% de Tiempo utilizado en seguir un vehículo	Velocidad Promedio de Viaje (km/h)
A	$\leq 35$	$> 90$
B	$>35 - 50$	$>80 - 90$
C	$>50 - 65$	$>70 - 80$
D	$>65-80$	$>60 - 70$
E	$> 80$	$\leq 60$
F	Aplicar cuando la razón de Flujo excede la capacidad del segmento.	

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010, página 13.

### 3.3.1. Nivel de Servicio, Estación Entrada Norte La Thompson Km 152+300.

La estación de Conteo en la comunidad La Thompson es la primera de nuestro estudio, consta de un Ancho de Carril entre 3.00 m – 3.50 m, con Ancho de Hombro de 0.00 m – 0.60 m. Con una tasa vehicular entre 800 – 900 veh/hrs. Considerada por su relieve como terreno Plano y con Velocidad máxima de 80 Kph; y horario pico de 5:00 pm – 6:00 pm. A continuación, los resultados de esta estación:

**Cuadro No. 4. Información General de Estación Km 152+300.**

VELOCIDAD BASE DE FLUJO LIBRE (BFFS) =	80 kph
AJUSTE DE ANCHO DE CARRIL Y ANCHO DE HOMBRO (F <sub>ls</sub> ) =	7.5
AJUSTE PARA PUNTOS DE ACCESOS O INTERSECCIONES (F <sub>A</sub> ) =	0
AJUSTE DE VEHICULOS PESADOS (F <sub>hv</sub> ) =	0.97
DEMANDA DE VOLUMEN DE HORA PICO (V <sub>i</sub> ) =	879 Veh/h
FACTOR DE HORA PICO (PHF) =	0.93
AJUSTE DE PENDIENTE (f <sub>G</sub> ) =	1.00
AJUSTE DE PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASAR (f <sub>np</sub> ) =	1.85

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Cuadro No. 5. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 152+300.**

VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJES - ESTACIÓN 152+300		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
1) Factor de Ajuste debido a la Pendiente.	$f_G$	1.00
2) Factor de Ajuste por Vehículos pesados.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.972
3) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	973 Veh/h
4) Tasa en la dirección del análisis.	$V_P * 0.5$	487 Veh/h
5) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	487 Veh/h < 1,700 pc/h 973 Veh/h < 3,200 pc/h	
6) Velocidad de Flujo Libre.	$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A$	73 Kph
7) Velocidad Promedio de Viaje.	$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$	59 Kph

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

**Cuadro No. 6. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 152+300.**

PORCENTAJE DE TIEMPO EN SEGUIR UN VEHICULO - ESTACIÓN 152+300		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
8) Factor de Ajuste debido a la Pendiente para Velocidad Promedio de Viaje.	$f_G$	1.00
9) Factor de Ajuste por Veh. pesados para Velocidad promedio de Viaje.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.986
10) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	959 Veh/h
11) Tasa en la dirección del análisis.	$V_P * 0.5$	480 Veh/h
12) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	480 Veh/h < 1,700 pc/h 959 Veh/h < 3,200 pc/h	
13) Determinar el Porcentaje Base de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(V_P)})$	56.96 %
14) Porcentaje de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$PTSF = BPTSF + f_{np}$	64.53 %

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

La determinación del Nivel de Servicio actual sobre la estación de estudio se efectúa mediante el análisis de dos variables fundamentales, la Velocidad Promedio de Viaje (ATS) y el Porcentaje de tiempo en seguir un Vehículo (PTSF).

Por su Funcionalidad y Clasificación la estación demanda un N.S. Clase B, con valores máximos en horarios críticos de ATS entre 80 km/h – 90 km/h y PTSF entre 35% - 50%; los cuadros No. 5 y 6 reflejan los resultados en los que opera la estación respecto a estas dos variables, valores menores a los demandados por el HCM 2010. El principal parámetro por medio del cual estableceremos la condición actual de N.S. será a través de la Velocidad Promedio de Viaje, que al tomar un valor de **59 km/h**, establece capacidad vial actual **Clase E**.

**Imagen No. 10. Nivel de Servicio Actual, Estación km 152+300.**



Fuente: Elaboración Propia, Levantamiento por Sustentantes.

**3.3.2 Nivel de Servicio, Estación Empalme Estelí - San Juan de Limay Km 158+640.**

La estación de Conteo en el Empalme Estelí – Sn Juan de Limay es el segundo de nuestro estudio, el cual consta de un Ancho de Carril entre 3.00 m – 3.50 m, con Ancho de Hombro de 0.00 m – 0.60 m. Con una tasa vehicular entre 400 – 500 veh/hrs. Considerada por su relieve como terreno Plano con poca presencia de curvas (horizontales y verticales) y Velocidad máxima de 80 Kph. El horario pico en esta estación es entre las 5:00 – 6:00 pm.

La determinación del Nivel de Servicio actual sobre la estación de estudio se efectúa mediante el análisis de dos variables fundamentales, la Velocidad Promedio de Viaje (ATS) y el Porcentaje de tiempo en seguir un Vehículo (PTSF). Por su Funcionalidad y Clasificación la estación demanda un N.S. Clase B, con

valores máximos en horarios críticos de ATS entre 80 km/h – 90 km/h y PTSF entre 35% - 50%.

La determinación del nivel de servicio se realizará a partir de estas características, y a continuación, se mostrarán los resultados de esta estación:

**Cuadro No. 7. Información General de Estación Km 158+640.**

VELOCIDAD BASE DE FLUJO LIBRE (BFFS) =	80 kph
AJUSTE DE ANCHO DE CARRIL Y ANCHO DE HOMBRO (F <sub>ls</sub> ) =	7.5
AJUSTE PARA PUNTOS DE ACCESOS O INTERSECCIONES (F <sub>A</sub> ) =	4
AJUSTE DE VEHICULOS PESADOS (F <sub>hv</sub> ) =	0.88
DEMANDA DE VOLUMEN DE HORA PICO (V <sub>I</sub> ) =	427 Veh/h
FACTOR DE HORA PICO (PHF) =	0.91
AJUSTE DE PENDIENTE (f <sub>G</sub> ) =	1.00
AJUSTE DE PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASAR (f <sub>np</sub> ) =	2.24

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Cuadro No. 8. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 158+640.**

VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJES - ESTACIÓN 158+640		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
1) Factor de Ajuste debido a la Pendiente.	$f_G$	1.00
2) Factor de Ajuste por Vehiculos pesados.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.878
3) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	535 Veh/h
4) Tasa en la dirección del análisis.	$V_P * 0.5$	268 Veh/h
5) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	268 Veh/h < 1,700 pc/h 535 Veh/h < 3,200 pc/h	
6) Velocidad de Flujo Libre.	$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A$	69 Kph
7) Velocidad Promedio de Viaje.	$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$	60 Kph

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

**Cuadro No. 9. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 158+640.**

PORCENTAJE DE TIEMPO EN SEGUIR UN VEHICULO - ESTACION 158+640		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
8) Factor de Ajuste debido a la Pendiente para Velocidad Promedio de Viaje.	$f_G$	1.00
9) Factor de Ajuste por Veh. pesados para Velocidad promedio de Viaje.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.981
10) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	479 Veh/h
11) Tasa en la dirección del análisis.	$V_P * 0.5$	240 Veh/h
12) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	240 Veh/h < 1,700 pc/h 479 Veh/h < 3,200 pc/h	
13) Porcentaje Base de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(V_P)})$	34.36 %
14) Porcentaje de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$PTSF = BPTSF + f_{np}$	46.29 %

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

Los cuadros No. 8 y 9 reflejan los resultados en los que opera la estación respecto a estas dos variables, valores menores a los demandados por el HCM 2010. El principal parámetro por medio del cual estableceremos la condición actual de N.S. será a través de la Velocidad Promedio de Viaje, que al tomar un valor de **60 km/h**, establece capacidad vial actual **Clase E**.

**Imagen No. 11. Nivel de Servicio Actual, Estación km 158+640.**



Fuente: Elaboración Propia, Levantamiento por Sustentantes.

### 3.3.3. Nivel de Servicio, Estación UCATSE Km 166+300.

La estación de Conteo ubicada en las instalaciones de UCATSE es la tercera de nuestro estudio, la cual consta de un Ancho de Carril entre 3.00 m – 3.50 m, con Ancho de Hombro de 0.00 m – 0.60 m. Con una tasa vehicular entre 300 – 400 veh/hrs. Considerada por su relieve con terreno Plano y Velocidad máxima de 80 Kph. El horario pico en esta estación es entre las 3:00 – 4:00 pm, la determinación del nivel de servicio se realizará a partir de estas características.

**Cuadro No. 10. Información General de Estación Km 166+300.**

VELOCIDAD BASE DE FLUJO LIBRE (BFFS) =	80 kph
AJUSTE DE ANCHO DE CARRIL Y ANCHO DE HOMBRO (F <sub>ls</sub> ) =	7.5
AJUSTE PARA PUNTOS DE ACCESOS O INTERSECCIONES (F <sub>A</sub> ) =	0
AJUSTE DE VEHICULOS PESADOS (F <sub>hv</sub> ) =	0.88
DEMANDA DE VOLUMEN DE HORA PICO (V <sub>I</sub> ) =	381 Veh/h
FACTOR DE HORA PICO (PHF) =	0.91
AJUSTE DE PENDIENTE (f <sub>G</sub> ) =	1.00
AJUSTE DE PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASAR (f <sub>np</sub> ) =	2.00

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo.

**Cuadro No. 11. Determinación de Velocidad Promedio de Viaje, Estación 166+300.**

VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJES - ESTACIÓN 166+300		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
1) Factor de Ajuste debido a la Pendiente.	$f_G$	1.00
2) Factor de Ajuste por Vehiculos pesados.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.883
3) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	475 Veh/h
4) Tasa en la dirección del análisis.		238 Veh/h
5) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	238 Veh/h < 1,700 pc/h 475 Veh/h < 3,200 pc/h	
6) Velocidad de Flujo Libre.	$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A$	73 Kph
7) Velocidad Promedio de Viaje.	$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$	65 Kph

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

**Cuadro No. 12. Porcentaje de Tiempo en seguir un Vehículo, Estación 166+300.**

PORCENTAJE DE TIEMPO EN SEGUIR UN VEHICULO - ESTACION 166+300		
PROCEDIMIENTO	FÓRMULA Y CALCULO	RESULTADO
8) Factor de Ajuste debido a la Pendiente para Velocidad Promedio de Viaje.	$f_G$	1.00
9) Factor de Ajuste por Veh. pesados para Velocidad promedio de Viaje.	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$	0.981
10) Demanda de Razón de Flujo.	$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$	427 Veh/h
11) Tasa en la dirección del análisis.	$V_P * 0.5$	214 Veh/h
12) Tasa en la dirección del análisis y la tasa en ambas direcciones.	214 Veh/h < 1,700 pc/h 427 Veh/h < 3,200 pc/h	
13) Porcentaje Base de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(V_P)})$	31.29 %
14) Porcentaje de Tiempo utilizado en Seguir un Vehículo.	$PTSF = BPTSF + f_{np}$	43.53 %

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con Datos de Levantamiento de Campo, Excel 2016.

El Nivel de Servicio actual de la estación de estudio está restringida a su Funcionalidad y Clasificación como Clase B, con valores máximos en horarios críticos de ATS entre 80 km/h – 90 km/h y PTSF entre 35% - 50%; los cuadros No. 11 y 12 reflejan los resultados en los que opera la estación respecto a estas dos variables, valores menores a los demandados por el HCM 2010. El principal parámetro por medio del cual estableceremos la condición actual de N.S. será a través de la Velocidad Promedio de Viaje, que al tomar un valor de **65 km/h**, establece capacidad vial actual **Clase D**.

**Imagen No. 12. Nivel de Servicio Actual, Estación km 166+300.**



Fuente: Elaboración Propia, Levantamiento por Sustentantes.

Los cálculos y procedimientos efectuados para la determinación del Nivel de Servicio de cada una de las estaciones están presentes en el **Anexo B, Inciso i, ii y iii, pág. XII – XXIX.**

# CAPÍTULO IV

## INVENTARIO VIAL

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El inventario vial se puede definir como el proceso metodológico que permite conocer la condición de cada tramo que conforma la vía, los dispositivos de señalización vertical y horizontal, lo mismo que el deterioro de la superficie de rodamiento, se verifica que las estructuras de drenaje mayor y menor, transversal y longitudinal desempeñen su función, lo que se refleja en la seguridad y buen estado de la infraestructura vial.

Los resultados obtenidos constituyen el insumo que permitirá la identificación de necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la red vial, particularmente de los dispositivos de control de tránsito. Es indispensable realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos de planificación vial en nuestro país o ciudad, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito. El tramo estudiado corresponde a la salida norte de la ciudad de Estelí, comprendido desde la comunidad La Thompson hasta las instalaciones de la universidad UCATSE. Los elementos de proyecto de carretera estarán sujetos a una amplia variedad de controles y criterios que tienen que ser tomados en cuenta.

#### **4.2. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL**

El tramo pertenece al corredor Centroamericano o carretera Panamericana en la ciudad de Estelí, con pavimento de tipo Asfalto. Por su función es clasificada como una carretera *TRONCAL PRINCIPAL*, la cual presenta las siguientes características:

1. Sirve de desplazamiento de grandes longitudes de viajes como el tránsito Interdepartamental o interregional cuyos índices de viajes son elevados.
2. Forman parte de la Red Vial Centroamericana.
3. Conecta cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50,000 habitantes.

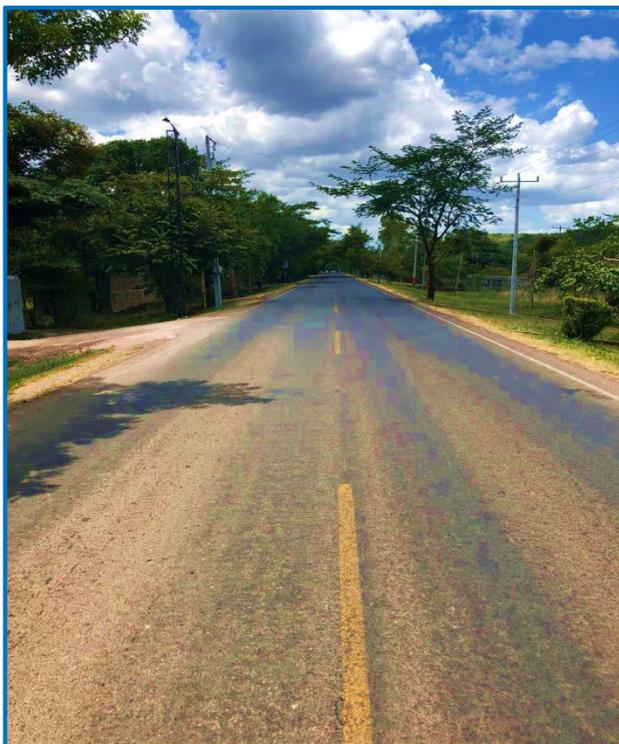
### 4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS

El tramo carretero, por su funcionalidad e importancia presenta las siguientes características concernientes:

- Pendiente Máxima de 3.00% - 8.00%
- Ancho de Calzada de 6.00 m - 7.30 m
- Ancho de Corona de 6.00 m - 10.00 m
- Ancho de Carril de 3.00 m - 3.35 m
- Ancho de Hombro de 0.00 m – 0.60 m
- Velocidad de Diseño de 60Kph – 80Kph

### 4.4. TIPO DE PAVIMENTO

**Imagen No. 13. Estructura de Pavimento Tipo Flexible Carretera La Thompson - UCATSE.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

El pavimento es una estructura integral que en conjunto con las capas de sub-rasante, sub-base, base y carpeta colocada encima de la rasante forman un sistema estructural de cargas, capaz de sostener los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular.

La estructura del pavimento en nuestro tramo en estudio, es en su totalidad *Pavimento Flexible*, de manera que sufre deformaciones y mayores tensiones en la subrasante de la estructura, degradándola rápidamente. Esto con el fin de generar elasticidad en la carpeta de rodamiento a causa de las cargas de vehículos críticos como camiones tipo C2 y más.

**Tabla No. 11. Condición de Carpeta de Rodamiento.**

TRAMO		TIPO	ESTADO	LONG.	OBSERVACIÓN
DESDE	HASTA				
152+000	155+000	Asfalto	Regular	3,000 ml	Presencia de Parcheos en la carpeta de Rodamiento, leves fisuras en la superficie y ancho de hombros inferior al ancho óptimo ( <b>0.30 m &lt; 1.20 m</b> ).
155+000	160+900	Asfalto	Regular	5,900 ml	Leves fisuras en la superficie y ancho de hombros inferior al ancho óptimo ( <b>0.30 m &lt; 1.20 m</b> ).
160+900	167+000	Asfalto	Bueno	6,100 ml	Ancho de hombros inferior al ancho óptimo ( <b>0.30 m &lt; 1.20 m</b> ).

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

La condición de los primeros 9.00 Km estudiados, hacen notar el deterioro de la capa de rodamiento, a causa de lo mencionado anteriormente, los últimos 6.00 Km restantes presentan actualmente una capa de asfalto que ha sido renovada (Recarpeteo). **(Ver Anexo C, Inciso vi. PAVIMENTO, pág. XLII)**

#### **4.5. USO DE SUELO**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), define este término como aquel que comprende las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla. Estos factores ejercen gran influencia, debido a que el flujo vehicular, es directamente proporcional a éstos, que a lo largo de la vida de una carretera puede generar que este rebose su capacidad de funcionalidad en comparación a su diseño. Incremento que eleva el flujo vehicular y éstos a su vez modifican los patrones del tránsito que varían con la hora del día, de la semana y las temporadas del año; afectando así el recorrido de casa al trabajo, a la zona comercial y a las áreas industriales; tornándose pesados durante las horas picos de la mañana y de la tarde. El tramo La Thompson – UCATSE, cuenta con una longitud de 15,000 m por carril que en totalidad corresponde a 30,000 m. De donde 14,684 m de su longitud corresponde a zonas pobladas

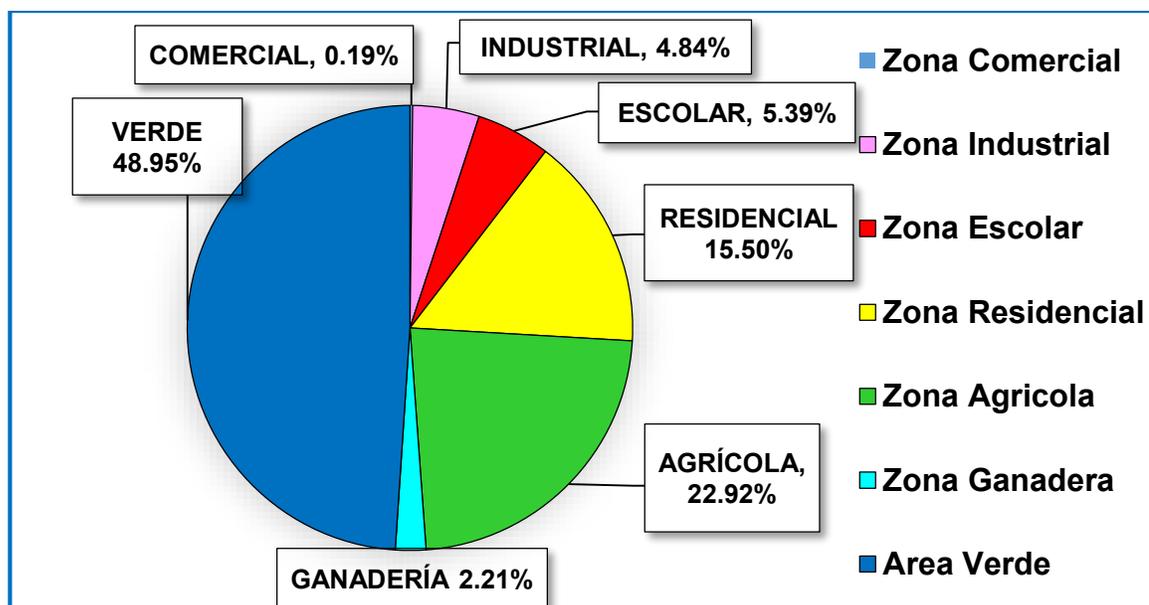
distribuidas por áreas comerciales, industriales, escolares, residenciales, agrícola y ganadera; que representan un 51% de ocupación en el tramo, porcentaje de alta invasión sobre la carretera que genera conflictos por zonas de peatones, de paradas de buses, desvíos, importación de productos y transporte de ciclistas.

**Tabla No. 12. Descripción del Uso de Suelo, La Thompson-UCATSE.**

ZONA	USO SUELO	
	TOTAL	%
COMERCIAL	58 m	0.00%
INDUSTRIAL	1451 m	5.00%
ESCOLAR	1618 m	5.00%
RESIDENCIAL	4651 m	16.00%
AGRÍCOLA	6875 m	23.00%
GANADERA	663 m	2.00%
ÁREA VERDE	14684 m	49.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30000 m</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Gráfico No. 35. Composición Porcentual de Uso de Suelo.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Ver Anexo C, Inciso ix. USO DE SUELO, pág. XLVII – XLVIII.**

#### 4.6. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO

El propósito del señalamiento vial y los dispositivos de control de tránsito, es facilitar y garantizar el movimiento **ordenado, seguro y predecible** de todos los usuarios en toda la red vial, sean estos flujos automotores, peatonales o de otra índole. Asimismo, los dispositivos de control tienen por objeto **guiar y advertir** a los usuarios para garantizar la operación segura y uniforme de los elementos individuales de la corriente de tránsito.

Para que sea efectivo, cualquier dispositivo para el control de tránsito deberá cumplir a cabalidad los cinco requisitos fundamentales que se enumeran a continuación (Ortiz, 2000).

- Satisfacer una necesidad para el adecuado desenvolvimiento del tránsito, de manera que, al colocarse algún dispositivo inadecuado por su ubicación, produce que se generen reiteradas veces violaciones y fomente desobediencia generalizada al señalamiento.
- Atraer la atención del usuario. Todo dispositivo debe ser advertido por el público, cuando esto no se cumple, el dispositivo resulta completamente inútil.
- Transmitir un mensaje claro y sencillo, para ser interpretada rápidamente.
- Infundir respeto a los usuarios de la vía. Los usuarios deben ser compelidos, por la sensación que brinde el dispositivo, a respetar la indicación que este transmite.
- Permitir suficiente tiempo y espacio para una respuesta adecuada, con el propósito de permitir al usuario efectuar maniobras o realizar acciones requeridas conforme lo disponga los mensajes.

Dentro del inventario vial, estos dispositivos son clasificados en Señales Verticales, Señales Horizontales y dispositivos diversos.

## **Señales Verticales**

Tableros fijados para transmitir un mensaje, descrito por medio de símbolos, números o letras con propiedades reflejantes, colores, forma y tamaños definidos en convenios internacionales. Clasificadas en:

- **Restrictivas (SR):** Identifican las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.
- **Preventivas (SP):** Previenen la existencia de algún peligro en la carretera y su naturaleza.
- **Informativas (SI):** Guían al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

## **Señales Horizontales**

Son conocidas como marcas sobre el pavimento o la superficie de rodamiento que contribuyen a mantener el orden de la circulación. Podemos diferenciarlas en:

- Líneas centrales, paralelas y canalizadoras de carriles.
- Símbolos: Leyendas, números, franjas u otras figuras geométricas.

## **Dispositivos diversos**

- Defensas metálicas.
- Indicadores de Alineamiento o postes guías.
- Capta luces u Ojos de gato.
- Postes de Kilómetro.

#### **4.7. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS SEÑALES**

A continuación, detallaremos los resultados del inventario vial realizado, donde se levantaron los dispositivos existentes, con su respectivo código, ubicación en el tramo y calidad de información.

Las líneas de demarcación centrales (Color Amarillo), sean continuas o discontinuas, junto con las líneas de borde o paralelas (Color Blanco), determinan el ancho de los carriles y el hombro de la carretera para la circulación de peatones y ciclistas. Siendo la principal guía de tránsito durante el día y más aún en la noche por su reflectividad ante las luces de los vehículos, y cuya ausencia hace difuso los límites de una carretera creando alto riesgo de accidentalidad en ésta.

Fueron levantados 8,900 ml de líneas horizontales entre centrales y paralelas presentes en un 59.33% de la longitud total del tramo estudiado, con variación en su calidad de estructura presentando desgastes en trazo a tal grado de dar apariencia de ser ausente. En tanto que pudo observarse objetivamente la ausencia de éstas a lo largo de los 6,100 ml de carretera (siendo un 40.67% de la longitud total), siendo notoria esta ausencia al ser el tramo conector con una de las zonas carreteras más críticas (Cuesta La Kukamonga) del norte de Estelí.

**Imagen No. 14. Señalización Horizontal Ausente Km 160+900 – 167+000.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Tabla No. 13. Situación Actual de Líneas Horizontales: Central, Banda Derecha y Banda Izquierda, La Thompson-UCATSE.**

TRAMO		L. CENTRAL (ML)		L. DE LADO (ML)		OBSERVACIÓN
DESDE	HASTA	CONT.	DISCONT.	B.D.	B.I.	
152+000	152+035				35	Regular Estado
152+035	152+422	387				Regular Estado
152+422	152+521			99		Regular Estado
152+521	153+602	1081				Regular Estado
153+602	153+700		98			Regular Estado
153+700	154+080	380				Regular Estado
154+080	154+156			76		Regular Estado
154+156	155+421		1265			Mal Estado
155+421	155+647				226	Mal Estado
155+647	156+282	635				Regular Estado
156+282	156+383		101			Mal Estado
156+383	156+578		195			Regular Estado
156+578	156+723	145				Regular Estado
156+723	157+000		277			Regular Estado
157+000	157+233	233				Regular Estado
157+233	157+338		105			Regular Estado
157+338	157+541				203	Regular Estado
157+541	159+709	2168				Regular Estado
159+709	160+033			324		Regular Estado
160+033	160+314		281			Regular Estado
160+314	160+560				246	Regular Estado
160+560	160+900	340				Regular Estado
160+900	167+000	<b>(6,100)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>AUSENTES</b>
<b>TOTAL (ml)</b>		<b>5,369</b>	<b>2,322</b>	<b>499</b>	<b>710</b>	
		<b>35.79%</b>	<b>15.48%</b>	<b>3.33%</b>	<b>4.73%</b>	
<b>PORCIENTO (%)</b>		<b>EXISTENTE = 59.33%</b>				
		<b>AUSENTE = 40.67%</b>				

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Ver Anexo C, Inciso v. LINEAS HORIZONTALES, pág. XL.**

Imagen No. 15. Longitud Total de Demarcación Horizontal Ausente.



Fuente: Google Earth, Elaboración Propia

**Tabla No. 14. Situación Actual de Simbología Horizontal, La Thompson-UCATSE.**

ESTACIÓN	FLECHA		CRUCE PEATONAL	RETENIDA	PALABRA		OBSERVACIÓN
	F1	F2			ALTO	ESCUELA	
152+035						1	Buen Estado - BD
152+226				1			Buen Estado - BD
152+239			1				Regular Estado
152+259				1			Buen Estado - BI
152+422						1	Buen Estado - BI
153+700						1	Regular Estado - BI
153+850				1			Regular Estado - BD
153+865			1				Mal Estado
153+877				1			Mal Estado - BI
154+070						1	Mal Estado - BI
158+678	1	1			1		Regular Estado
158+693			1				Buen Estado
158+812						1	Buen Estado - BD
158+966				1			Buen Estado - BD
158+987			1				Buen Estado
159+000				1			Buen Estado - BI
159+196						1	Buen Estado - BI
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	
<b>EXISTENTE = 19</b>							

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

La simbología presente en el tramo en estudio, complementa el propósito de las líneas horizontales (Centrales y Paralelas), ordenando el movimiento de flujos de vehículos. Entre estas apreciamos Flechas (Sencillas y Dobles), Cruces Peatonales y Retenida presentes desde el Km 152+000 hasta Km 154+000 y nuevamente desde Km 158+000 hasta Km 159+000, y pese a la presencia de zonas escolares y peatonales abundantes, éstas son ausentes en al menos 8.00 Km, no advirtiendo al usuario a fin de prevenir Colisiones.

En total 19 símbolos en todo un tramo de 15.00 Km, porcentaje débil de presencia para un tramo de alta importancia e índice de accidentalidad; entre éstas se aprecia que un 53% se encuentra en buen estado, 32% en estado regular y un 16% en condiciones desfavorables. **(Ver Anexo C, Inciso viii, SIMBOLOGÍA, pág. XLV – XLVI)**

**Tabla No. 15. Diseño Geométrico de Tramo Carretero La Thompson-UCATSE.**

TRAMO		TANGENTE (ML)	CURVAS (ML)	
DESDE	HASTA		IZQ.	DER.
152+000	155+536	3,536		
155+536	155+977			441
155+977	157+541	1,564		
157+541	158+000		459	
158+000	158+055	55		
158+055	158+156		101	
158+156	158+320	164		
158+320	158+565			245
158+565	158+952	387		
158+952	159+000		48	
159+000	159+123	123		
159+123	159+436		313	
159+436	159+483	47		
159+483	159+709			226
159+709	162+134	2,425		
162+134	162+302		168	
162+302	162+338	36		
162+338	162+590			252
162+590	163+314	724		
163+314	163+420			106
163+420	164+881	1,461		
164+881	165+200			319
165+200	165+258	58		
165+258	165+331			73
165+331	165+372	41		
165+372	165+567			195
165+567	166+320	753		
166+320	166+652			332
166+652	167+000	348		
<b>TOTAL</b>		<b>11,722</b>	<b>3,278</b>	
<b>PORCIENTO(%)</b>		<b>78%</b>	<b>22%</b>	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Las condiciones de topografía dentro del tramo La Thompson – UCATSE, presenta un relieve poco accidentado y menor medida ondulado, un 78% de su estructura pertenecen a **Tangentes** y un 22% a **Curvas Horizontales**. Estas características geométricas permiten un flujo con menor grado de maniobras de conducción, y baja presencia de riscos y acantilados.

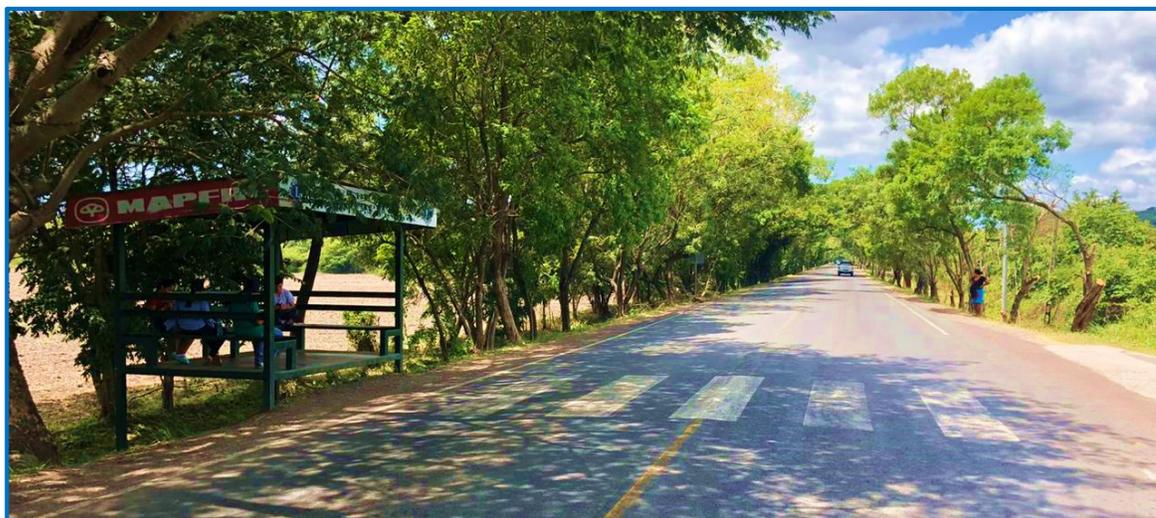
**Tabla No. 16. Inventario de Bahías y Casetas de Buses en tramo Km 152+000 - Km 167+000.**

ESTACIÓN	BAHÍAS		CASETAS		OBSERVACIÓN
	BI	BD	BI	BD	
153+865			1		Buen Estado
155+990			1		Mal Estado
156+635			1		Mal Estado
157+104			1		Regular Estado
158+720		1			Buen Estado
				1	Regular Estado
166+274		1			Buen Estado
				1	Buen Estado
TOTAL	0	2	4	2	
	2		6		

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Se hace notorio una incongruencia entre la cantidad de Casetas de Parada de buses, en relación con la existencia de Bahías de Buses, siendo en total dos bahías (2) las construidas frente a seis Casetas (6). En conjunto un 50% se encuentra en óptimas condiciones de operación y 25% en condiciones tanto regulares como malas.

**Imagen No. 16. Caseta sin su respectiva Bahía de Buses frente a Campus Médico, Estación 153+865.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Ver Anexo C, Inciso i, BAHÍAS Y CASETAS, pág. XXXIII.**

**Tabla No. 17. Longitud entre Intersecciones en Km 152+000 - Km 167+000.**

TRAMO			LONG. (KM)	ACUMULADA	OBSERVACIÓN
Nº.	DESDE	HASTA			
1	152+000	152+246	0.246	0.246	Arribo ESTE
2	152+246	152+374	0.128	0.374	Arribo OESTE
3	152+374	152+915	0.541	0.915	Arribo OESTE
4	152+915	152+992	0.077	0.992	Arribo ESTE
5	152+992	153+865	0.873	1.865	Arribo ESTE
6	153+865	154+080	0.215	2.080	Arribo ESTE
7	154+080	155+048	0.968	3.048	Arribo OESTE
8	155+048	157+116	2.068	5.116	Arribo OESTE
9	157+116	158+678	1.562	6.678	Arribo OESTE
10	158+678	162+734	4.056	10.734	Arribo OESTE
11	162+734	165+895	3.161	13.895	Arribo ESTE
12	165+895	166+047	0.152	14.047	Arribo OESTE
13	166+047	167+000	0.953	15.000	<b>FIN DE TRAMO</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

El crecimiento poblacional hasta el año en curso 2019 ha alcanzado un 51% de ocupación de áreas aledañas, conectadas por la vía a través de **intersecciones** abiertas en su mayoría por actividades diarias de la población, sin mejoramiento de calzadas para estas. En total trece intersecciones (13) en gran parte con una calzada de terreno natural, sin demarcación anteriores que señalen su existencia. **(Ver Anexo C, Inciso iv. INTERSECCIONES, pág. XXXVII)**

Tabla No. 18. Inventario de Obras de Drenaje (Puentes, Caja Puentes y Alcantarillas) entre Km 152+000 - Km161+145.

EST.	PUENTE	CAJA PUENTE	ALCANTARILLA			OBSERVACIÓN
			SENCILLA	DOBLE	TRIPLE	
152+591			1			Regular Estado - Hacia el Sur
152+955		1				Buen Estado
153+170			1			Regular Estado
153+283			1			Regular Estado - Hacia el Sur
153+421			1			Regular Estado
153+547		1				Buen Estado
153+652			1			Regular Estado
153+728			1			Regular Estado
154+002			1			Regular Estado
154+107			1			Regular Estado - Hacia el Norte
155+134			1			Regular Estado
156+270			1			Regular Estado
156+564			1			Regular Estado
157+205			1			Regular Estado
157+363			1			Regular Estado
157+549			1			Regular Estado
158+113			1			Regular Estado
158+266	1					Buen Estado
159+060	1					Buen Estado
159+196			1			Regular Estado
159+560			1			Regular Estado
160+065				1		Buen Estado
161+064			1			Regular Estado
161+145			1			Regular Estado
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Tabla No. 19. Inventario de Obras de Drenaje (Puentes, Caja Puentes y Alcantarillas) entre Km 161+204 - Km166+658.

EST.	PUENTE	CAJA PUENTE	ALCANTARILLA			OBSERVACIÓN
			SENCILLA	DOBLE	TRIPLE	
161+204				1		Buen Estado
161+275				1		Buen Estado
161+403			1			Regular Estado
161+652			1			Regular Estado
161+836			1			Regular Estado
161+975			1			Regular Estado
162+134		1				Buen Estado
162+227			1			Regular Estado
162+331			1			Regular Estado
163+418			1			Regular Estado
163+623			1			Regular Estado
163+733			1			Regular Estado
164+127				1		Buen Estado
164+408		1				Buen Estado
164+678			1			Regular Estado
164+810				1		Buen Estado
165+331			1			Regular Estado
165+686			1			Regular Estado
165+955		1				Buen Estado
166+154			1			Regular Estado
166+320		1				Buen Estado
166+487			1			Regular Estado
166+658					1	Buen Estado
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 20. Inventario de Obras de Drenaje Total.**

OBRAS DE DRENAJE	PUENTE	CAJA PUENTE	ALCANTARILLA		
			SENCILLA	DOBLE	TRIPLE
	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

El Drenaje es el principal medio de conducción del agua en la vía, restituyendo la continuidad de la red de drenaje natural del terreno. Reduciendo así obstáculos y deterioros a causa de corrientes de agua sobre la calzada, superficie de ésta y sus alrededores. Importancia reflejada en el levantamiento de campo, al apreciarse un promedio de tres Obras de Drenaje (3) por kilómetro recorrido con un 30 de éstas en buen estado y el resto un 70% estado regular por las condiciones de sus obras de protección.

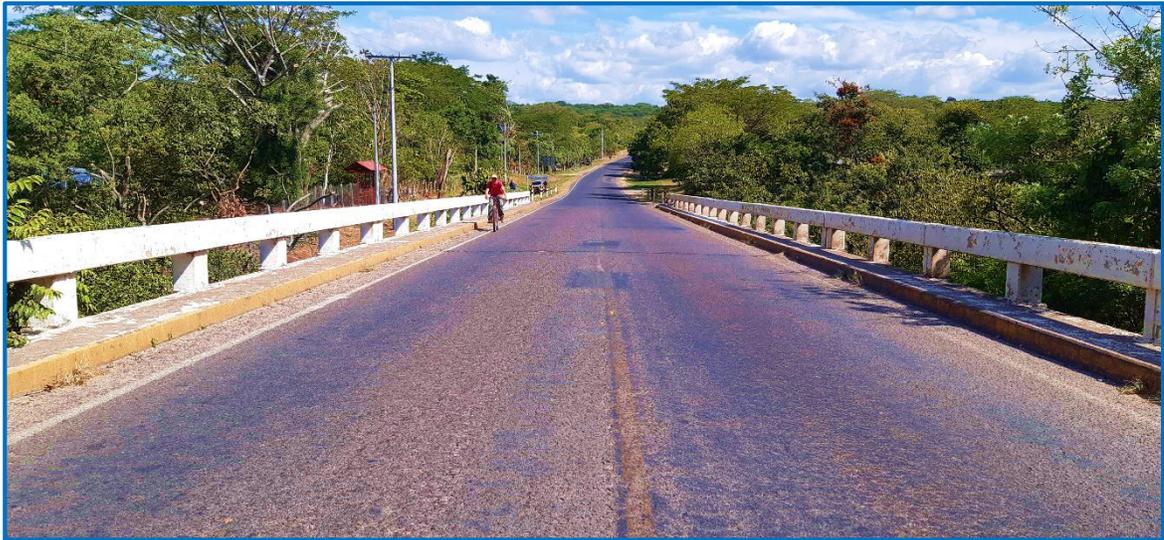
**Imagen No. 17. Condición Actual del Estado de Alcantarillas.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

El estado del alcantarillado de la vía ha sido designado por las condiciones de las obras de protección de éstas, debido a que se exponen directamente a las condiciones del medio ambiente donde se encuentran y reciben sus efectos adversos, poniendo en riesgo la integridad de la obra, perjudicando con el paso del tiempo su función, que es el conducir los volúmenes de agua conforme al drenaje natural del terreno.

**Imagen No. 18. Condición Actual de Estado, Puente “La Sirena”, estación 158+266.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 19. Condición Actual de Estado, Puente “El Tular”, estación 159+060.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 20. Condición Actual de Estado en Caja Punte, estación 162+134.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 21. Condición Actual de Estado en Caja Punte, estación 164+408.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 22. Condición Actual de Estado en Caja Punte, estación 165+955.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Tabla No. 21. Inventario de Obras de Drenaje: Cunetas. Desde Km 152+000 - Km 167+000.**

TRAMO		CUNETAS (ML)	
DESDE	HASTA	BD	BI
152+000	152+093	93	
152+243	152+355		112
152+266	152+379	113	
155+398	155+769		371
155+398	155+815	417	
155+962	156+224	262	
156+020	156+210		190
156+664	156+990	326	
156+664	156+990		326
157+572	157+971	399	
157+572	158+110		538
158+308	158+660	352	
158+308	158+660		352
159+310	159+503		193
159+335	159+830	495	
159+609	159+823		214
160+171	160+530		359
160+316	160+538	222	
162+331	162+590	259	
162+734	162+872		138
162+780	162+872	92	
164+140	164+299	159	
164+168	164+299		131
164+444	164+575		131
164+825	165+219		394
164+881	165+205	324	
165+375	165+567		192
165+379	165+567	188	
165+727	165+820		93
<b>TOTAL</b>		<b>3701</b>	<b>3734</b>
<b>PORCIENTO (%)</b>		<b>24.67%</b>	<b>24.89%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentante.

Dentro del drenaje de una vía, un componente relevante son las **Cunetas**, por su finalidad y transporte de aguas hacia los puntos bajos de recaptación en un cuerpo hídrico. Se levantó aprox. 6,400 ml de cunetas elaboradas de mampostería (Piedra

Bruta) y concreto de 2100 psi, en estado regular con características de deterioro en su superficie, como grietas, desgastes y fracturas.

**Tabla No. 22. Señales Verticales Existentes, Km 152+000 - Km 154+231.**

EST.	CÓDIGO	MENSAJE	BD	BI	OBSERVACIÓN
152+035	E-1-1	Zona Escolar	1		B/E
152+093	E-3-1	Escuela	1		B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
152+226	E-1-1	Zona Escolar	1		B/E
152+263	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
152+346	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
152+422	R-2-1	60Kph Velocidad Máxima	1		B/E
152+487	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima	1		B/E
152+515	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
152+521	P-9-10	Presencia de Bicicletas	1	1	B/E
152+586	R-7-12	Peatones a la Izquierda		1	M/E
152+601	R-7-12	Peatones a la Izquierda	1		R/E
152+829	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima		1	M/E
153+499	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima	1		B/E
153+602	E-1-1	Zona Escolar	1		B/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
153+701	E-1-1	Zona Escolar	1		R/E
153+786	E-3-1	Escuela	1		B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
153+848	E-1-3	Cruce Escolar	1		B/E
153+852	P-9-10	Presencia de Bicicletas	1		B/E
153+889	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
154+019	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
154+070	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
154+101	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima	1		B/E
154+156	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
154+231	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima		1	B/E

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 23. Señales Verticales Existentes (Continuación), Km 154+734 – Km 158+621.**

EST.	CÓDIGO	MENSAJE	BD	BI	OBSERVACIÓN
154+734	Sin Cód.	M		1	R/E
	Sin Cód.	RC-NI 1-02			
154+822	Sin Cód.	M	1		R/E
	Sin Cód.	RC-NI 1-02			
154+995	II-1-2a	Nicaragua NIC-1		1	B/E
155+004	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima		1	B/E
155+425	P-1-2	Curva a la Derecha	1		B/E
155+442	R-13-1	No Adelantar	1		B/E
155+587	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
155+751	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
155+861	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	M/E
155+908	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	M/E
155+963	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	M/E
155+943	P-1-2	Curva a la Izquierda		1	R/E
155+985	R-2-1	60Kph Velocidad Máxima	1		B/E
156+251	Sin Cód.	Cambio de Luces		1	M/E
156+528	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima		1	B/E
156+723	R-13-1	No Adelantar		1	B/E
157+001	R-13-1	No Adelantar		1	B/E
157+304	R-13-1	No Adelantar		1	B/E
158+116	P-5-6	Puente	1		B/E
158+208	IG-1-4	Puente La Sirena	1		B/E
158+212	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
158+220	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
158+232	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
158+308	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
158+317	P-12-4a	Demarcación	1		R/E
158+320	P-12-4a	Demarcación		1	B/E
158+325	R-6-1	Mantenga su Derecha		1	M/E
158+329	P-12-4a	Demarcación	1	1	B/E
158+409	ID-3-7	<- Comedor Las Gordas 7	1		B/E
		<- Salto Colocondo 20			
158+534	P-9-4	Cruce de Peatones	1		R/E
158+621		<- Nueva Segovia	1		M/E
	ID-2-2	San Juan de Limay			

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 24. Señales Verticales (Continuación), Km 158+651 – Km 163+341.**

EST.	CÓDIGO	MENSAJE	BD	BI	OBSERVACIÓN
158+651	IG-1-4	Puente La Sirena		1	B/E
158+663	ID-3-7	NIC -1 ^ Condega 26km NN <- San Juan de Limay 37km	1		B/E
158+688	E-1-1	Zona Escolar	1		M/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
158+809	P-2-3	Intersección T		1	B/E
158+839	P-9-4	Cruce de Peatones		1	B/E
158+883	ID-2-4	Corredor Las Gordas 7 ->		1	B/E
		Salto Colocondo 20 ->			
158+906	E-3-1	Escuela	1		B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
158+966	P-5-6	Puente	1		B/E
158+961	E-1-3	Cruce Escolar	1		B/E
	IG-1-4	Puente El Tular	1		B/E
159+009	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+016	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+025	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+025	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
159+104	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
159+106	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+114	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+123	P-12-4a	Demarcación	1	1	R/E
159+123	IG-1-4	Puente El Tular		1	B/E
159+196	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
159+360	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
160+000	II-1-2a	Nicaragua NIC-1	1		R/E
160+314	R-13-1	No Adelantar		1	B/E
161+249	R-13-1	No Adelantar		1	M/E
161+260	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima	1		B/E
162+117	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima		1	B/E
163+341	P-1-9	Delineador Direccional T. Chevron		1	M/E - Desprendido

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 25. Señales Verticales (Continuación), Km 163+357 – Km 166+396.**

EST.	CÓDIGO	MENSAJE	BD	BI	OBSERVACIÓN
163+357	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
163+374	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
163+394	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
164+241	R-13-1	No Adelantar		1	B/E
164+583	R-13-1	No Adelantar		1	M/E
164+583	R-2-1	80Kph Velocidad Máxima	1		M/E
164+591	R-13-1	No Adelantar	1		B/E
164+611	Sin Cód.	M	1		M/E
165+000	II-1-2a	Nicaragua NIC-1		1	B/E
165+757	E-1-3	Cruce Escolar	1		R/E
	E-1-2	Zona Escolar a 100 m			
165+818	P-1-2	Curva a la Izquierda		1	M/E - No Visible
165+838	R-13-1	No Adelantar		1	M/E
165+855	E-1-1	Zona Escolar	1		B/E
165+934	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
166+035	E-1-3	Cruce Escolar	1		B/E
166+058	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
166+152	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
166+237	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
166+298	E-1-3	Cruce Escolar	1		B/E
166+335	E-1-3	Cruce Escolar		1	B/E
166+385	E-3-1	Escuela		1	B/E
	R-2-1	25 Kph Velocidad Máxima			
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
166+344	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
166+369	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
166+396	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 26. Señales Verticales (Continuación), Km 166+422 – Km 166+650.**

EST.	CÓDIGO	MENSAJE	BD	BI	OBSERVACIÓN
166+422	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
166+445	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
166+460	E-1-1	Zona Escolar		1	B/E
166+493	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
166+518	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
166+544	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
166+547	E-1-3	Cruce Escolar		1	R/E
	E-3-2	Con Escolares Presentes			
166+572	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
166+597	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
166+625	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	R/E
166+650	P-1-9	D. Direccional T. Chevron		1	B/E
<b>TOTAL</b>			<b>50</b>	<b>79</b>	<b>129</b>
<b>PROMEDIO (%)</b>			<b>39%</b>	<b>61%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

El levantamiento realizado en el mes de septiembre del año 2019, registró 129 señales verticales en toda la longitud del tramo La Thompson – UCATSE, de las cuales 15 de éstas se encuentran en estados desfavorables (Mal Estado) representando un 12% del total, 72 señales en óptimas condiciones representando el 56% de señalización y 41 en estado regular que son el 32% de la composición. Es notable también la desigualdad en la composición del 39% en la banda derecha contra un 61% en la banda izquierda, indicando una ausencia en magnitud de 29 estructuras de señalización vertical sobre la banda derecha, corroborado con el levantamiento in situ, en el cual se encontró evidencia de su remoción. **(Ver Anexo C, Inciso x. SEÑALES VERTICALES, pág. XLIX)**

**Imagen No. 25. Deterioro de Pintura de señal vertical km 152.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 24. Falta de Visibilidad de descripción en señal vertical .**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes

**Imagen No. 23. Condición desfavorable de pintura en Delimitador direccional Km**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 26. Buen estado de Simbología Horizontal "ESCUELA" Km 158.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Tabla No. 27. Condición Actual de Postes Guías entre Km 152+000 - Km 167+000.**

TRAMO		ESTADO			TOTAL
DESDE	HASTA	BUENO	REGULAR	MALO	
152+000	156+000	-	-	-	-
156+000	157+000	-	1	-	1
157+000	158+000	1	1	-	2
158+000	159+000	-	11	4	15
159+000	160+000	-	11	2	13
160+000	162+000	-	-	-	-
162+000	163+000	1	7	5	13
163+000	164+000	20	7	2	29
164+000	165+000	11	11	1	23
165+000	166+000	8	15	4	27
166+000	167+000	5	6	3	14
<b>TOTAL</b>		46	70	21	137
<b>PROMEDIO</b>					<b>21</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Los postes guías son elementos verticales de apoyo en la vía, debido a que demarca el seguimiento de los bordes del camino, importancia que resalta en horas nocturnas por su visibilidad y refuerzo visual. En promedio se registraron 17 elementos por kilómetro, estos presentan mayor vulnerabilidad de desgaste por las condiciones de humedad y calor del área y el material del cual están elaborados, esto ha generado que solo un 34% de ellos pueda encontrarse en condiciones óptimas, un 51% de estado regular y solo un 15% de elementos en mal estado. Pudo apreciarse como la mayoría de ellos presentaba desgaste en su pintura y en otros su acero de refuerzo expuesto al ambiente en gran porción de su estructura. La tabla refleja ausencia de este dispositivo de control en los kilómetros 152 hasta el 156 y del kilómetro 160 hasta el kilómetro 162. **(Ver Anexo C, Inciso vii. POSTES GUÍAS, pág. XLIII)**

**Tabla No. 28. Situación y Condición Actual de Defensas Metálicas entre Km 152+000 - Km 167+000.**

TRAMO		LONGITUD (ML)	Secciones B/E	Secciones M/E	BANDA		OBSERVACIONES
DESDE	HASTA				BD	BI	
155+872	155+962	90	41	4		90	M/E
156+282	156+366	84	41	1		84	R/E
158+720	158+818	98	49	-		98	R/E
159+969	160+007	38	16	3	38		R/E
160+010	160+122	112	53	3		112	R/E
160+023	160+080	57	28	-	57		R/E
162+594	162+715	121	58	2		121	R/E
<b>TOTAL</b>		<b>600</b>			<b>95</b>	<b>505</b>	
<b>PORCIENTO (%)</b>		<b>100%</b>			<b>16%</b>	<b>84%</b>	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Las defensas Metálicas o Barreras Metálicas son instrumentos de protección para la reducción de la salida de vehículos de la carretera, para evitar vuelcos en aquellos tramos donde hay presentes terraplenes muy peligrosos. La carretera Panamericana de la salida norte de Estelí está cimentada en terraplenes de alturas considerables. Pese a esto, solamente un 4% de longitud total presenta este dispositivo de control y el 84% de este sólo corresponde a la banda izquierda, dejando descubierto gran parte de la banda derecha de la vía, y en su mayoría presentan condiciones de estado regular. **(Ver Anexo C, Inciso iii. DEFENSAS METÁLICAS, pág. XXXVI)**

# CAPÍTULO

## V

### ESTUDIO DE VELOCIDAD

## 5.1. INTRODUCCIÓN

En física, *velocidad* es la magnitud física que expresa la variación de posición de un objeto en función del tiempo, o distancia recorrida por un objeto en la unidad de tiempo. Este representa un factor decisivo en el transporte terrestre y en el comportamiento de flujo de una vía, como pudo apreciarse en el estudio anterior, los niveles de servicio en cada punto crítico de análisis fueron establecidos a partir de la **velocidad de flujo de viaje en la vía por carril**. Esta Velocidad es afectada por diversas condiciones: Viales, volumen vehicular, dispositivos de seguridad y control del uso del suelo. La **Velocidad**, está directamente relacionada a la **Accidentalidad** de un tramo, debido a que esta define la calidad de viaje, el desplazamiento de vehículos y el tiempo de recorrido sobre una vía.

El tramo La Thompson – UCATSE, está compuesto de dos carriles y diseñada geométricamente en su mayoría de secciones de tangentes prolongadas con velocidad de operación máxima de 80Kph, dicho límite es en gran parte superado por los vehículos que la transitan que por sus características y capacidad mecánica alcanzan valores máximos a los estipulados. Así también presenta aproximadamente más de la mitad de uso de suelo poblado, por lo que puede apreciarse variaciones repentinas de velocidad de 60 Kph, 45 Kph y 25Kph.

La **ley 431** para el Régimen de Circulación e Infracciones de Tránsito establece en el **art. 159** los límites de velocidad máxima expresada de esta manera:

- Velocidad Máxima para las pistas = 60 Kph.
- Velocidad Máxima para el perímetro urbano = 45Kph.
- Velocidad Máxima en Carreteras = 100 Kph.
- Prevalecerán los límites de Velocidad que indiquen las Señales de Tránsito.

A continuación, presentaremos las Señales Restrictivas de Velocidad Máxima a lo largo de los dos tramos críticos de estudio:

Tabla No. 29. Señales Restrictivas Encontradas en el Tramo La Thompson-UCATSE.

25 KPH VEL. MAXIMA			60 KPH VEL. MAXIMA			80 KPH VEL. MAXIMA		
EST.	BANDA		EST.	BANDA		EST.	BANDA	
	BD	BI		BD	BI		BD	BI
152+093	1		152+422	1		152+487	1	
152+346		1	155+985	1		152+829		1
153+786	1		<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	153+499	1	
154+019		1				154+101	1	
158+906	1					154+231		1
159+104		1				155+004		1
165+935		1				156+528		1
166+152		1				161+260	1	
166+385		1				162+117		1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>6</b>				164+583	1	
						<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Puede observarse en total una distribución de señales de:

- 9 Señales Restrictivas R-2-1 de 25 KPH.
- 2 Señales Restrictivas R-2-1 de 60 KPH.
- 10 Señales Restrictivas R-2-1 de 80 KPH.

En total 21 Señales tipo R-2-1, en las cuales 12 de ellas corresponden al tramo Km 152+000 – Km 158+000, caracterizado por presentar mayor porcentaje de uso de suelos y con alta presencia de población, escuelas, industrias, entre otros. En promedio 1.4 señales/Km, destacando la ausencia de señalización en bandas de la vía sobre regiones que las requieren, como se aprecia en la tabla anterior son ausentes señales de restricción R-2-1 de 45 Kph en la estación 164+750 BD, y también señales R-2-1 de 80 Kph en las estaciones 155+647 BI, 159+709 BD, 160+560 BI, 162+330 BI, 163+100 BD y 163+950 BI.

Fueron realizadas mediciones de Velocidad sobre cada punto crítico del tramo carretero estudiado, en las cuales se registraron los tiempos de desplazamiento de aproximadamente 270 veh – 340 veh por estación, cuando estos recorrían una distancia de 100 metros (De punto inicial A hasta punto final B) establecida previamente in situ, y realizados el día viernes 13 de septiembre del año 2019. A continuación, expondremos los resultados obtenidos y nuestras conclusiones al respecto.

Las estaciones de Medición de Velocidad fueron escogidas de manera que presentaran un diseño vial capaz de permitir el desarrollo de velocidades de los vehículos sin interrupción, que pertenecieran y que su ubicación fuese aproximada a los puntos críticos de mayor accidentalidad.

Por lo cual hemos decidido juntamente con nuestro tutor establecer las siguientes estaciones, mostradas a continuación. (Los aforos y registros del Estudio de Velocidad de cada estación están presentes en el **Anexo D, Tabla No. 72-77, pág. LI – LVI**)

Imagen No. 27. Estaciones de Medición de Velocidades La Thompson - UCATSE.



Fuente: Google Earth, Elaboración Propia.

## 5.2. ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 153+720

La estación de estudio y conteo presenta un límite de restricción de velocidad máxima de 80 Kph, debido a sus características geométricas que permiten una circulación de tránsito fluida por ser una tangente, sin la presencia de intersecciones en su alrededor y de zonas pobladas. El comportamiento vehicular en esta estación, estableció una velocidad mínima (VMIN) de 37 Kph obtenida por un C2>5 Ton, una velocidad máxima (VMAX) de 145 Kph alcanzada por Camionetas Pick-Ups; al determinar la velocidad media (VMED) propuesta por el Libro de Ingeniería de Tránsito de Rafael Cal y Mayor Spindola:

$$v = \frac{\sum vi}{n} \quad (\text{Ecuación N}^\circ. 1)$$

Donde:

V: Velocidad Media.

$\sum vi$ : Sumatoria de Velocidades de Vehículos.

n: Número total de Vehículos Observados.

De donde la VMED es de 74 Kph. Con un 72% aproximado de vehículos que permanecen en el límite de velocidad, y un 28% que supera este límite, por parte de **Vehículos Livianos**, siendo un 45% de estos correspondientes a Camionetas Pick-Ups, 19% Motos y 15% Autos.

Imagen No. 28. Estación de Aforo Km 153+720, Estudio de Velocidad.



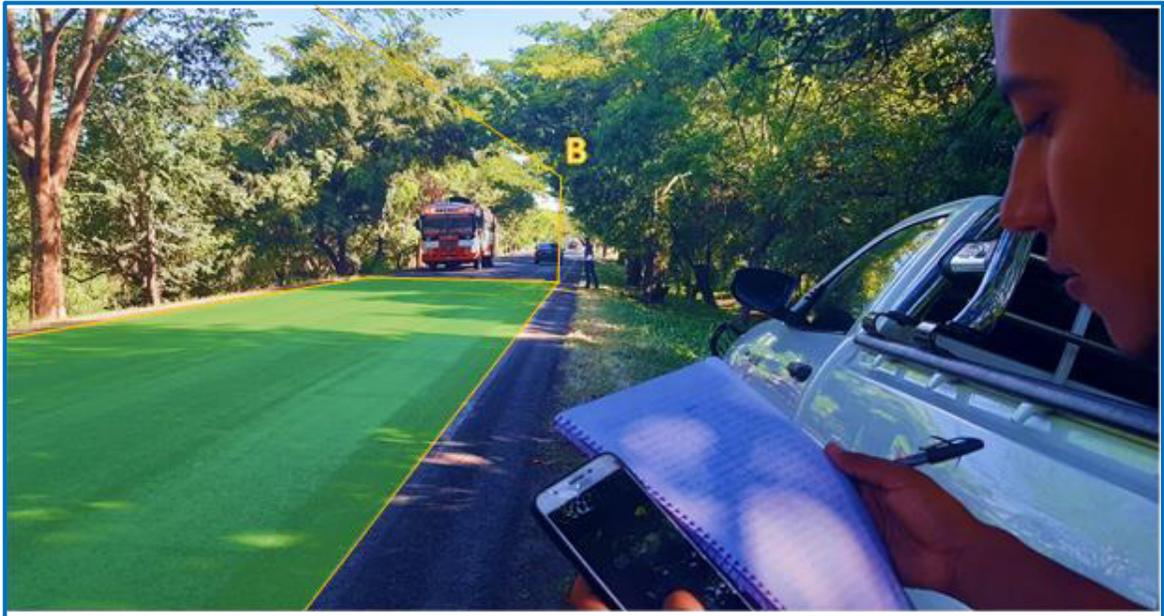
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 30. Resumen de las Velocidades Km 153+720.

RESUMEN DE VELOCIDADES - KM 153+720														
RANGO	MOTO	AUTO	JEEP	CAMIONETA	Mbus	MBUS	BUS	C2 Liv	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	TOTAL
30 - 39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
40 - 49	5	4	0	2	0	0.	2	2	0.	1	0.	0.	0	16
50 - 59	12	6	2	5	1	1	3	3	4	1	0	5	0	43
60 - 69	18	9	3	17	0	0	1	5	8	1	1	4	2	69
70 - 79	15	10	1	17	1	0	1	2	6	1	0	4	1	59
80 - 89	9	5	2	15	0	0	6	0	0	0	0	2	0	39
90 - 99	7	6	4	9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	28
100 - 109	3	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
110 - 119	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
120 - 129	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
130 - 139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140 - 149	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>41</b>	<b>12</b>	<b>78</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>274</b>
<b>%</b>	<b>25%</b>	<b>15%</b>	<b>4%</b>	<b>28%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>	<b>100%</b>

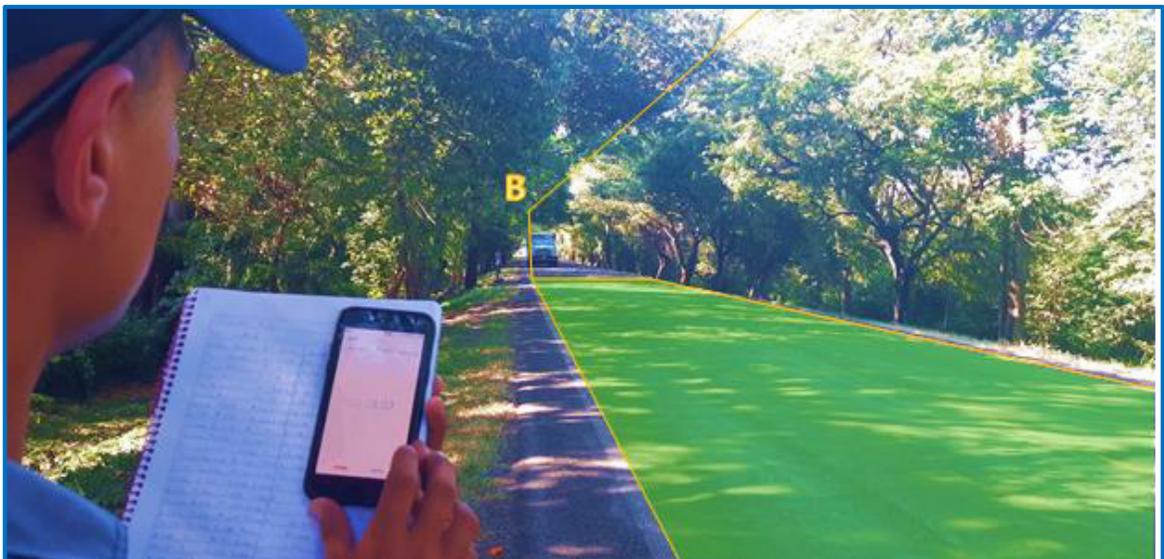
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Imagen No. 29. Registro de Velocidades KM 153+720 (SUR-NORTE).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 30. Registro de Velocidades KM 153+720 (NORTE-SUR).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 31. Rango de Velocidades Km 153+720.

RANGO	CANT.	%	OBSERVACIÓN
30 - 39	1	0.36%	El 71.53 % de los vehículos mantienen en su recorrido los límites de Velocidad establecidos.
40 - 49	16	5.84%	
50 - 59	43	15.69%	
60 - 69	69	25.18%	
70 - 79	59	21.53%	
80 - 89	39	14.23%	El 28.47% de los vehículos superan el límite de Velocidad Máxima de 80 Kph.
90 - 99	28	10.22%	
100 - 109	11	4.01%	
110 - 119	4	1.46%	
120 - 129	3	1.09%	
130 - 139	0	0.00%	
140 - 149	1	0.36%	
<b>TOTAL</b>	<b>274</b>	<b>100%</b>	

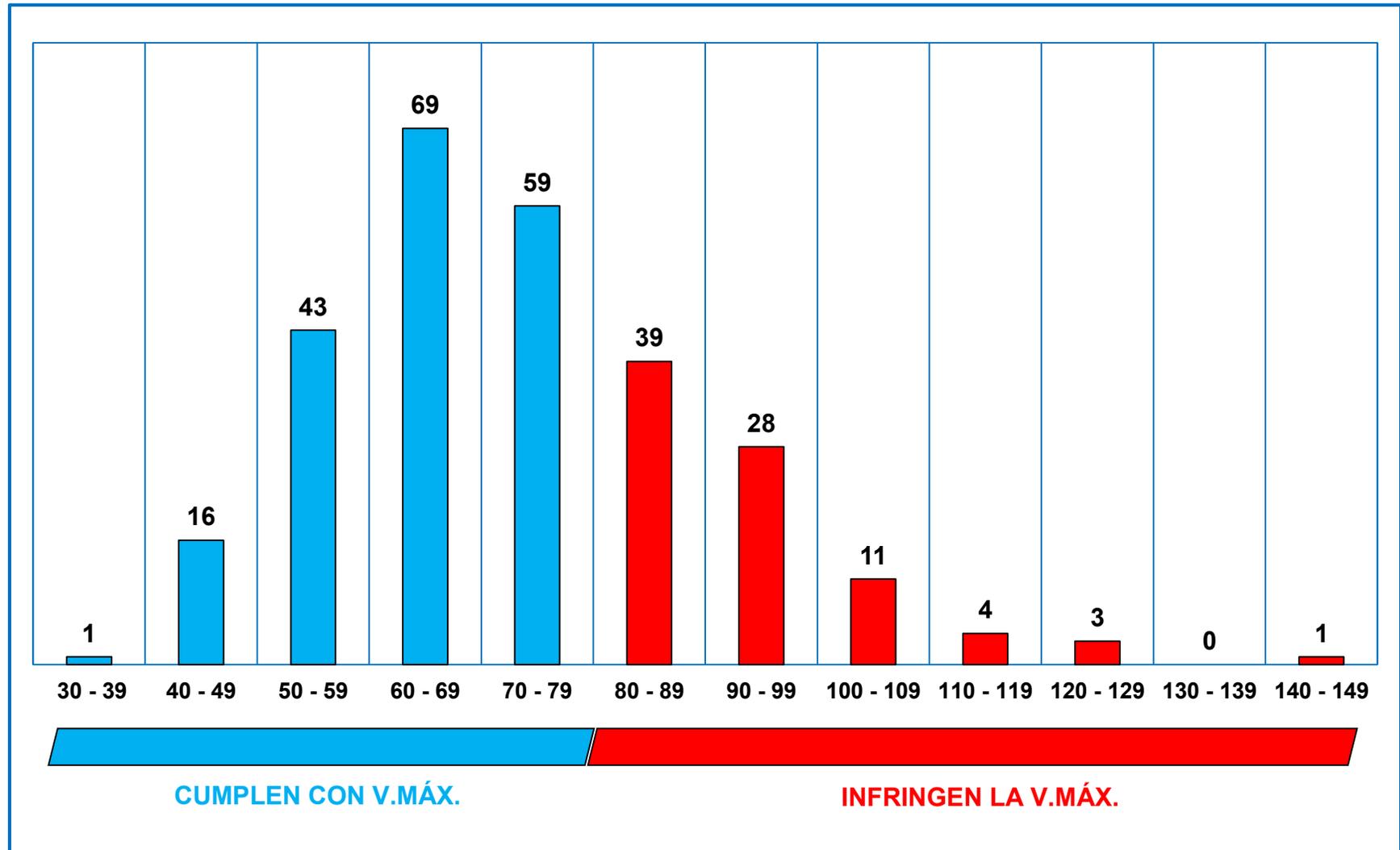
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Tabla No. 32. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 153+720.

VEHÍCULO	VMAX	VMED	VMIN
MOTO	108 Kph	71 Kph	41 Kph
AUTO	104 Kph	72 Kph	41 Kph
JEEP	98 Kph	78 Kph	58 Kph
CAMIONETA	145 Kph	81 Kph	44 Kph
MICRO BUS	113 Kph	84 Kph	58 Kph
MINI BUS	53 Kph	53 Kph	53 Kph
BUS	117 Kph	73 Kph	44 Kph
C2 LIVIANO	95 Kph	65 Kph	45 Kph
C2	96 Kph	67 Kph	37 Kph
C3	75 Kph	59 Kph	48 Kph
C4	60 Kph	60 Kph	60 Kph
T3S2	84 Kph	68 Kph	52 Kph
T3S3	71 Kph	69 Kph	66 Kph

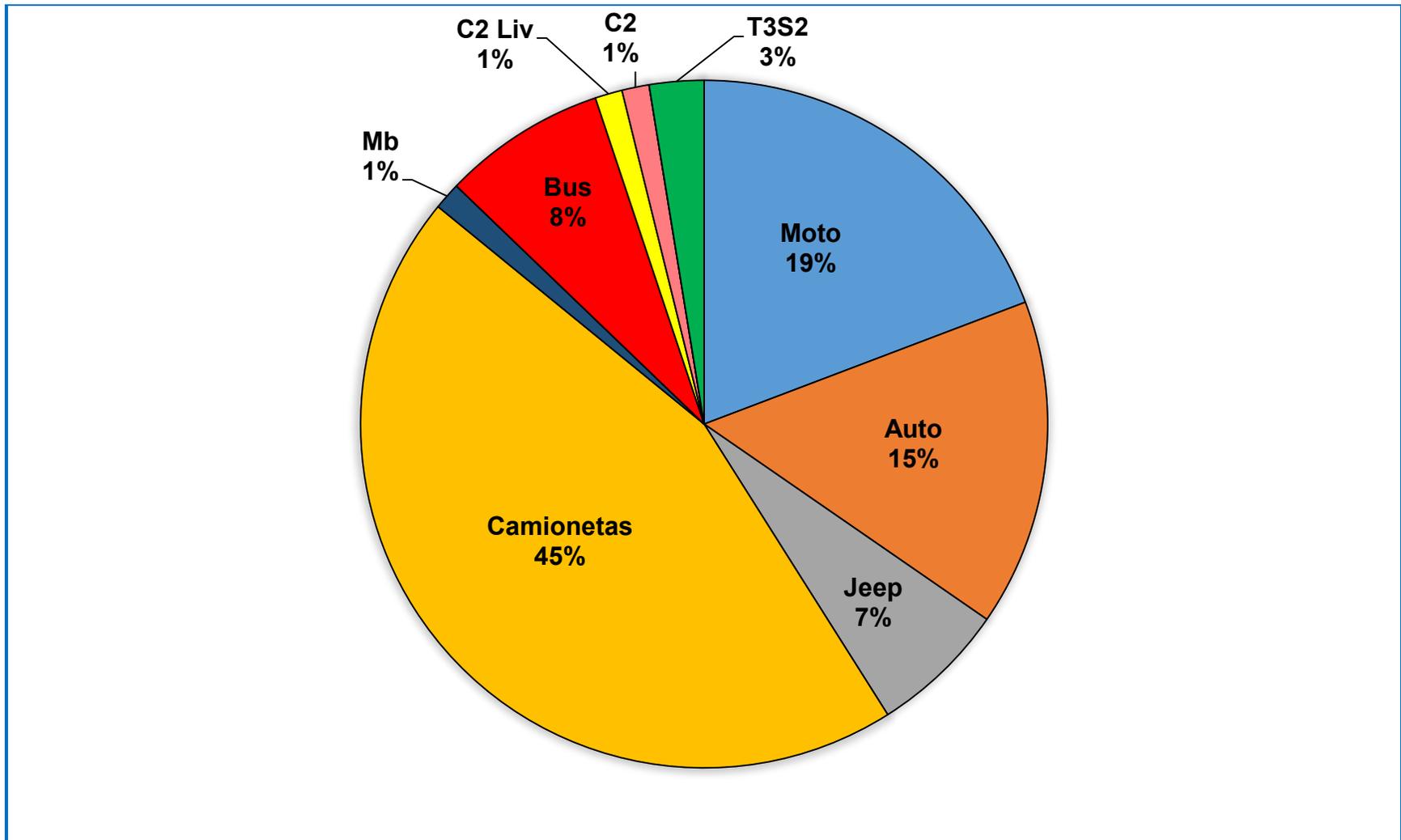
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Gráfico No. 36. Comportamiento de Velocidades Km 153+720.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Gráfico No. 37. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 153+720.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

### 5.3. ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 157+060

La estación de estudio y conteo presenta un límite de restricción de velocidad máxima de 80 Kph (Señalización ausente en la actualidad), con presencia de zonas residenciales y recreativas, que demarcan una reducción de la velocidad de recorrido, sin embargo, por ser una tangente produce alzas en el límite de velocidad notorias.

El comportamiento vehicular en esta estación, estableció una velocidad mínima (VMIN) de 16 Kph obtenida por un vehículo tipo Bus, una velocidad máxima (VMAX) de 113 Kph alcanzada por Camionetas Pick-Ups, seguido de una velocidad 106 Kph generada por Motos.

La Ecuación de Velocidad Media sobre el tramo calculada por el Libro de Ingeniería de Tránsito Rafael Cal y Mayor Spindola, da como resultado una VMED de 67 Kph. Con un 82% aproximado de vehículos que permanecen en el límite de velocidad, y un 18% que supera este límite, siendo el principal tipo de vehículo Liviano el que generó estas velocidades, siendo un 37% de estos correspondientes a Camionetas Pick-Ups, 23% Motos y 20% Autos.

**Imagen No. 31. Estación de Aforo Km 157+060, Estudio de Velocidad.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 33. Resumen de Velocidades Km 157+060.

RESUMEN DE VELOCIDADES - KM 157+060													
RANGO	MOTO	AUTO	JEEP	CAMIONETA	Mbus	MBUS	BUS	C2 LIV	C2	C3	C4	T3S2	TOTAL
10 - 19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20 - 29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
30 - 39	3	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	10
40 - 49	8	4	2	7	1	0	3	1	1	2	0	2	31
50 - 59	10	5	2	11	0	1	3	4	7	1	0	4	48
60 - 69	18	9	2	16	0	1	0	2	6	2	1	4	61
70 - 79	9	9	5	20	0	2	1	2	9	2	0	6	65
80 - 89	7	5	0	8	0	1	2	0	5	0	0	0	28
90 - 99	5	3	3	6	0	0	0	1	0	0	0	0	18
100 - 109	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
110 - 119	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>39</b>	<b>15</b>	<b>74</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>272</b>
<b>%</b>	<b>22%</b>	<b>14%</b>	<b>6%</b>	<b>27%</b>	<b>0%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>11%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>	<b>7%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Imagen No. 32. Registro de Velocidades KM 157+060 (SUR-NORTE).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 33. Registro de Velocidades KM 157+060 (NORTE-SUR).**



Fuente: Levantado por Sustentantes.

Tabla No. 34. Rango de Velocidades Km 157+060.

RANGO	CANT.	%	OBSERVACIÓN
10 - 19	1	0.37%	El 81.99 % de los vehículos mantienen en su recorrido los límites de Velocidad establecidos.
20 - 29	1	0.37%	
30 - 39	10	3.68%	
40 - 49	31	11.40%	
50 - 59	48	17.65%	
60 - 69	61	22.43%	
70 - 79	65	23.90%	
80 - 89	28	10.29%	El 18.01 % de los vehículos superan el límite de Velocidad Máxima de 80 Kph.
90 - 99	18	6.62%	
100 - 109	7	2.57%	
110 - 119	2	0.74%	
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>	<b>100%</b>	

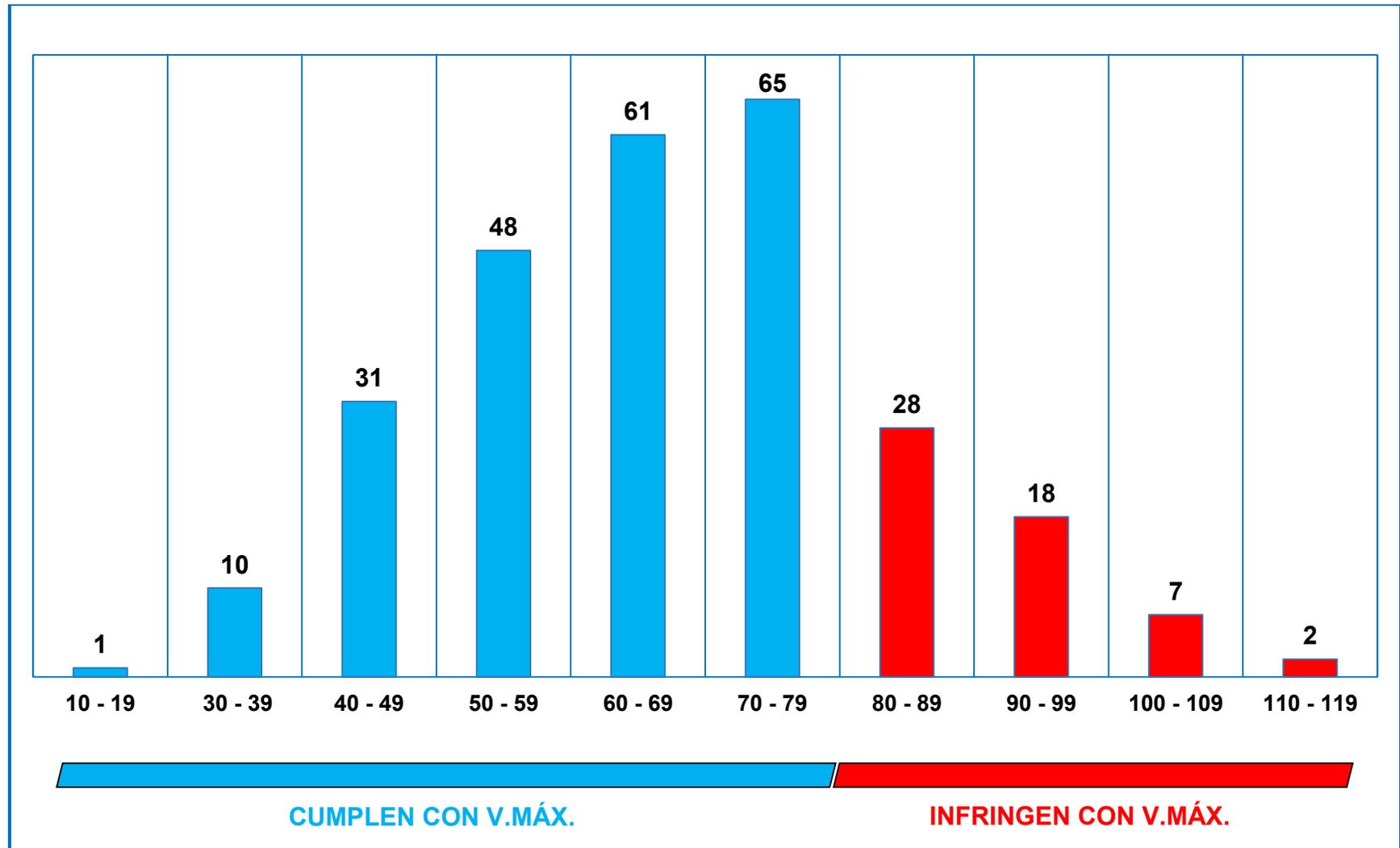
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Tabla No. 35. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 157+060.

VEHÍCULO	VMAX	VMED	VMIN
MOTO	106 Kph	66 Kph	33 Kph
AUTO	108 Kph	70 Kph	35 Kph
JEEP	108 Kph	73 Kph	46 Kph
CAMIONETA	113 Kph	71 Kph	37 Kph
MICRO BUS	48 Kph	48 Kph	48 Kph
MINI BUS	82 Kph	66 Kph	38 Kph
BUS	88 Kph	57 Kph	16 Kph
C2 LIVIANO	99 Kph	66 Kph	48 Kph
C2	85 Kph	67 Kph	29 Kph
C3	74 Kph	57 Kph	34 Kph
C4	60 Kph	60 Kph	60 Kph
T3S2	78 Kph	61 Kph	37 Kph
T3S3	-	-	-

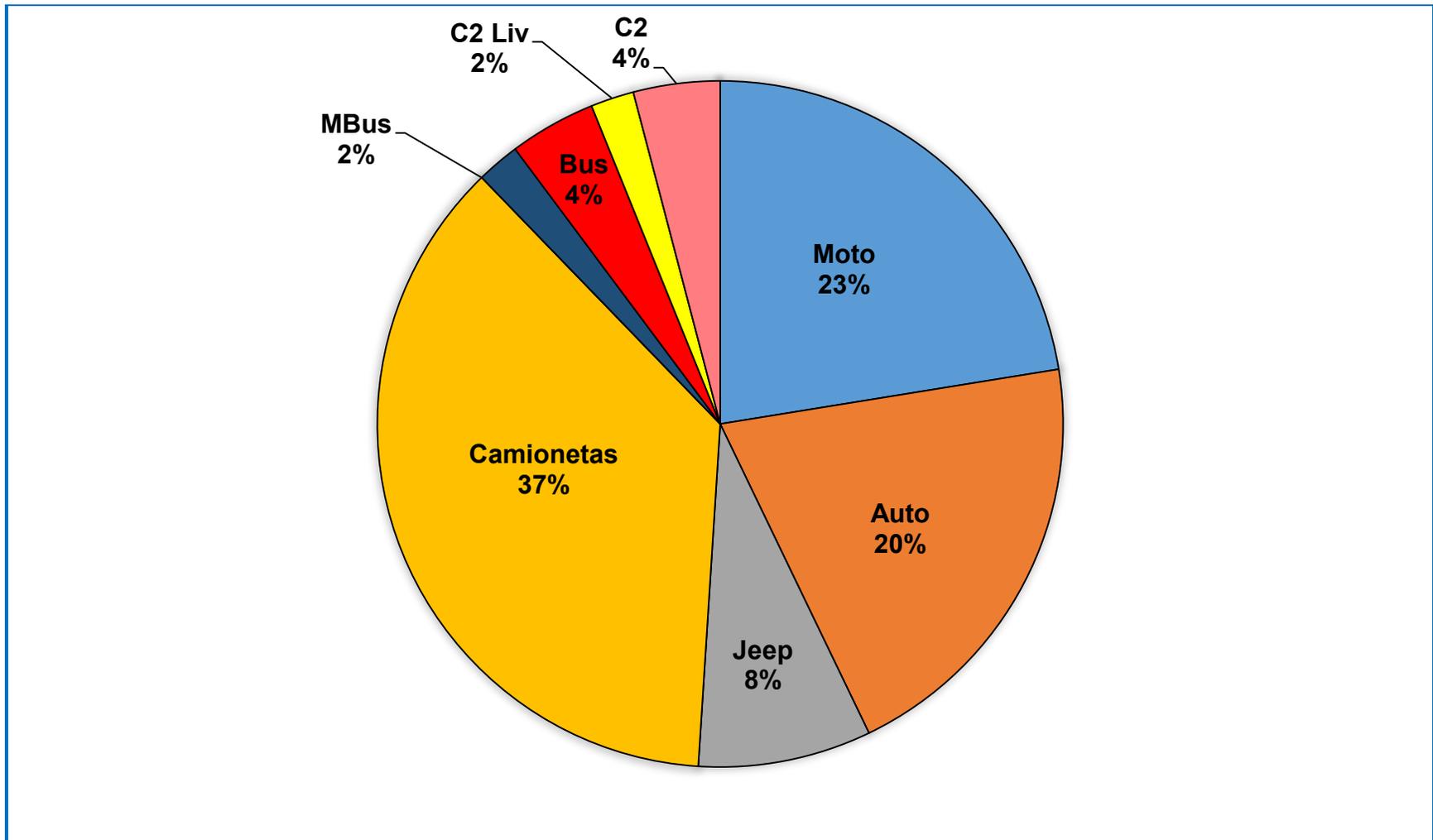
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Gráfico No. 38. Comportamiento de Velocidades Km 157+060.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentante.

Gráfico No. 39. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 157+060.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

#### 5.4. ESTUDIO DE VELOCIDAD KM 166+950

La estación de conteo pertenece al último kilómetro de nuestro tramo La Thompson – UCATSE con alto índice de incremento de accidentalidad a causa de ser el tramo precedente a la cuesta La Kukamonga. Con un límite de restricción de velocidad máxima de 80 Kph (Señalización ausente en la actualidad), sin zonas pobladas a su alrededor, sin embargo, es el área que corresponde a una de las instituciones universitarias más reconocidas en la ciudad de Estelí, UCATSE.

El flujo vehicular en esta zona es la menor de todo el kilometraje en estudio por lo que el tiempo de demora es el menor y permite un flujo sin congestionamiento, generándose una velocidad mínima (VMIN) de 34 Kph obtenida por un vehículo tipo C2>5Ton, una velocidad máxima (VMAX) de 130 Kph alcanzada por Camionetas Pick-Ups, seguido de una velocidad 112 Kph generada por C2>5Ton.

La Velocidad Media sobre el tramo dio como resultado una VMED de 70 Kph. Con un 78% aproximado de vehículos que permanecen en el límite de velocidad, y un 22% que supera este límite, siendo el principal tipo de vehículo Liviano el que generó estas velocidades, siendo un 43% de estos correspondientes a Camionetas Pick-Ups, 24% Motos y 14% Autos.

**Imagen No. 34. Estación de Aforo Km 166+950, Estudio de Velocidad.**



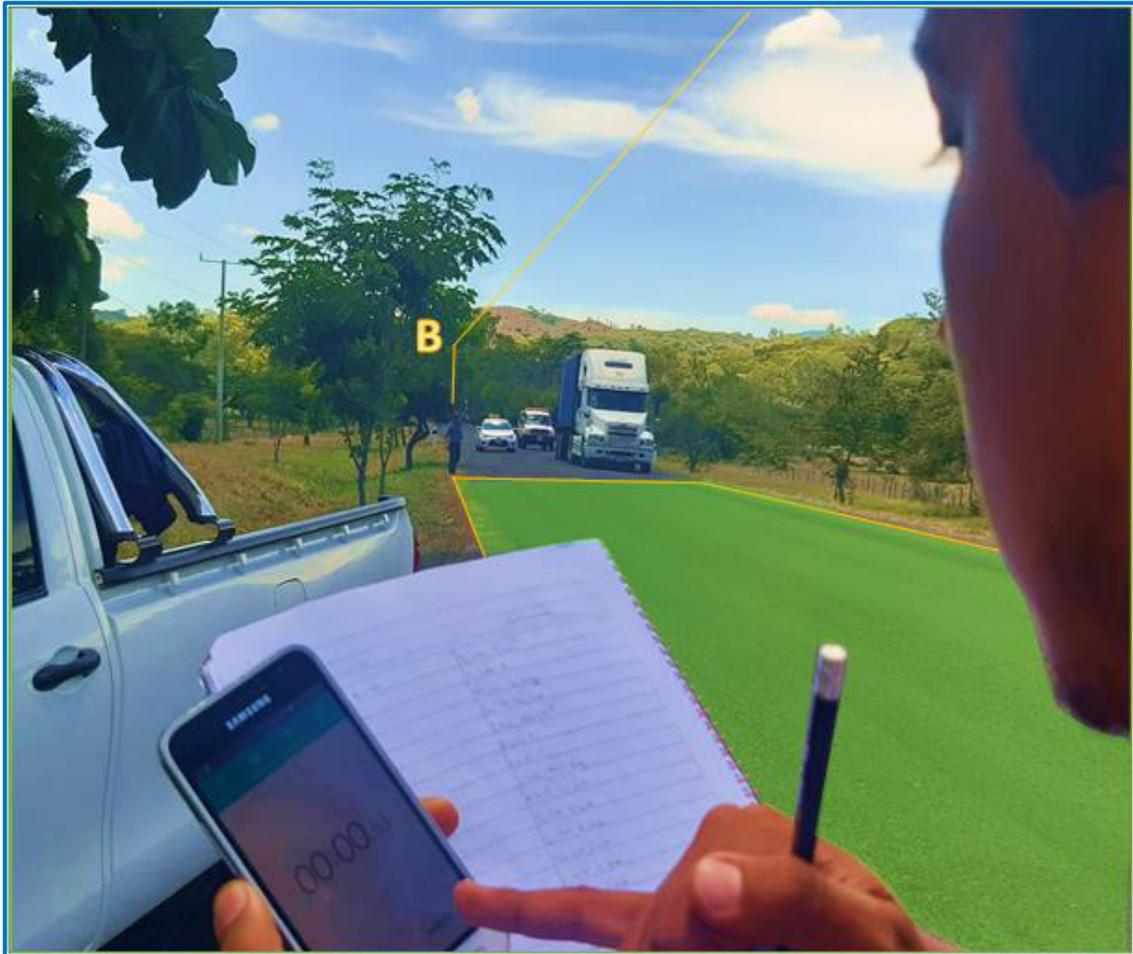
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 36. Resumen de Velocidades Km 166+950.

RESUMEN DE VELOCIDADES - KM 166+950													
RANGO	MOTO	AUTO	JEEP	CAMIONETA	Mbus	MBUS	BUS	C2 LIV	C2	C3	C4	T3S2	TOTAL
30 - 39	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
40 - 49	2	2	2	8	0	0	2	2	9	3	0	4	34
50 - 59	5	4	2	14	1	0	2	2	7	4	0	5	46
60 - 69	19	8	3	25	5	1	7	8	8	2	0	7	93
70 - 79	12	16	1	17	1	0	5	5	12	0	0	5	74
80 - 89	14	6	3	24	0	0	2	3	3	0	0	1	56
90 - 99	3	5	1	5	1	0	0	0	1	1	0	0	17
100 - 109	2	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	7
110 - 119	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	5
120 - 129	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
130 - 139	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>46</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>340</b>
<b>%</b>	<b>18%</b>	<b>12%</b>	<b>4%</b>	<b>29%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>14%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentante.

**Imagen No. 35. Registro de Velocidades KM 166+950 (SUR-NORTE).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 36. Registro de Velocidades KM 166+950 (NORTE-SUR).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 37. Rango de Velocidades Km 166+950.

RANGO	CANT.	%	OBSERVACIÓN
30 - 39	6	1.75%	El 77.49 % de los vehículos mantienen en su recorrido los límites de Velocidad establecidos.
40 - 49	34	9.94%	
50 - 59	47	13.74%	
60 - 69	93	27.19%	
70 - 79	75	21.93%	
80 - 89	56	16.37%	El 22.51% de los vehículos superan el límite de Velocidad Máxima de 80 Kph.
90 - 99	17	4.97%	
100 - 109	7	2.05%	
110 - 119	5	1.46%	
120 - 129	1	0.29%	
130 - 139	1	0.29%	
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>	<b>99%</b>	

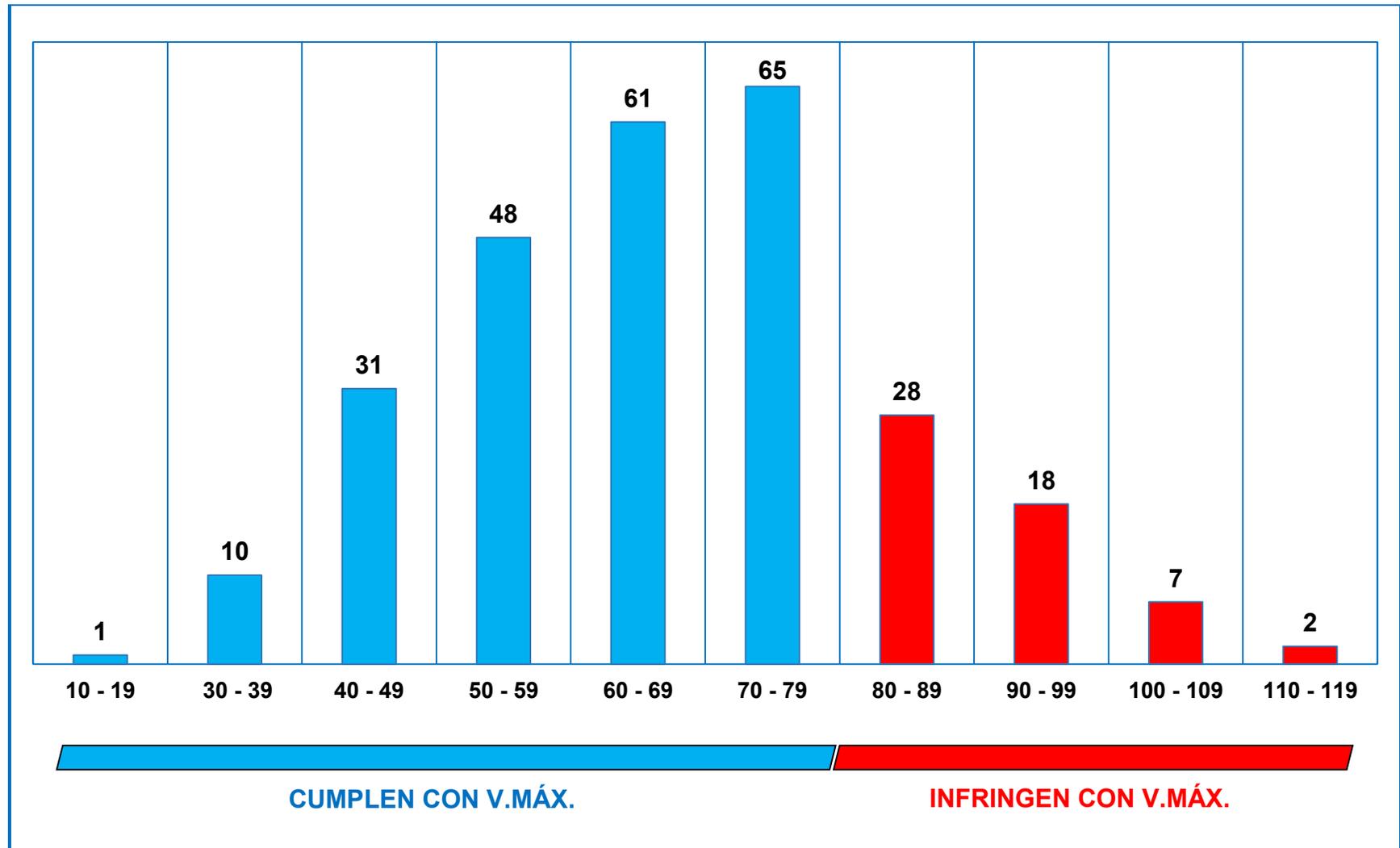
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Tabla No. 38. Velocidades Máximas, Medias y Mínimas Km 166+950.

VEHÍCULO	VMAX	VMED	VMIN
MOTO	110 Kph	73 Kph	38 Kph
AUTO	100 Kph	74 Kph	44 Kph
JEEP	92 Kph	69 Kph	44 Kph
CAMIONETA	130 Kph	73 Kph	40 Kph
MICRO BUS	95 Kph	69 Kph	57 Kph
MINI BUS	63 Kph	63 Kph	63 Kph
BUS	88 Kph	66 Kph	45 Kph
C2 LIVIANO	105 Kph	69 Kph	40 Kph
C2	112 Kph	63 Kph	34 Kph
C3	90 Kph	57 Kph	40 Kph
C4	-	-	-
T3S2	85 Kph	62 Kph	42 Kph
T3S3	73 Kph	63 Kph	53 Kph

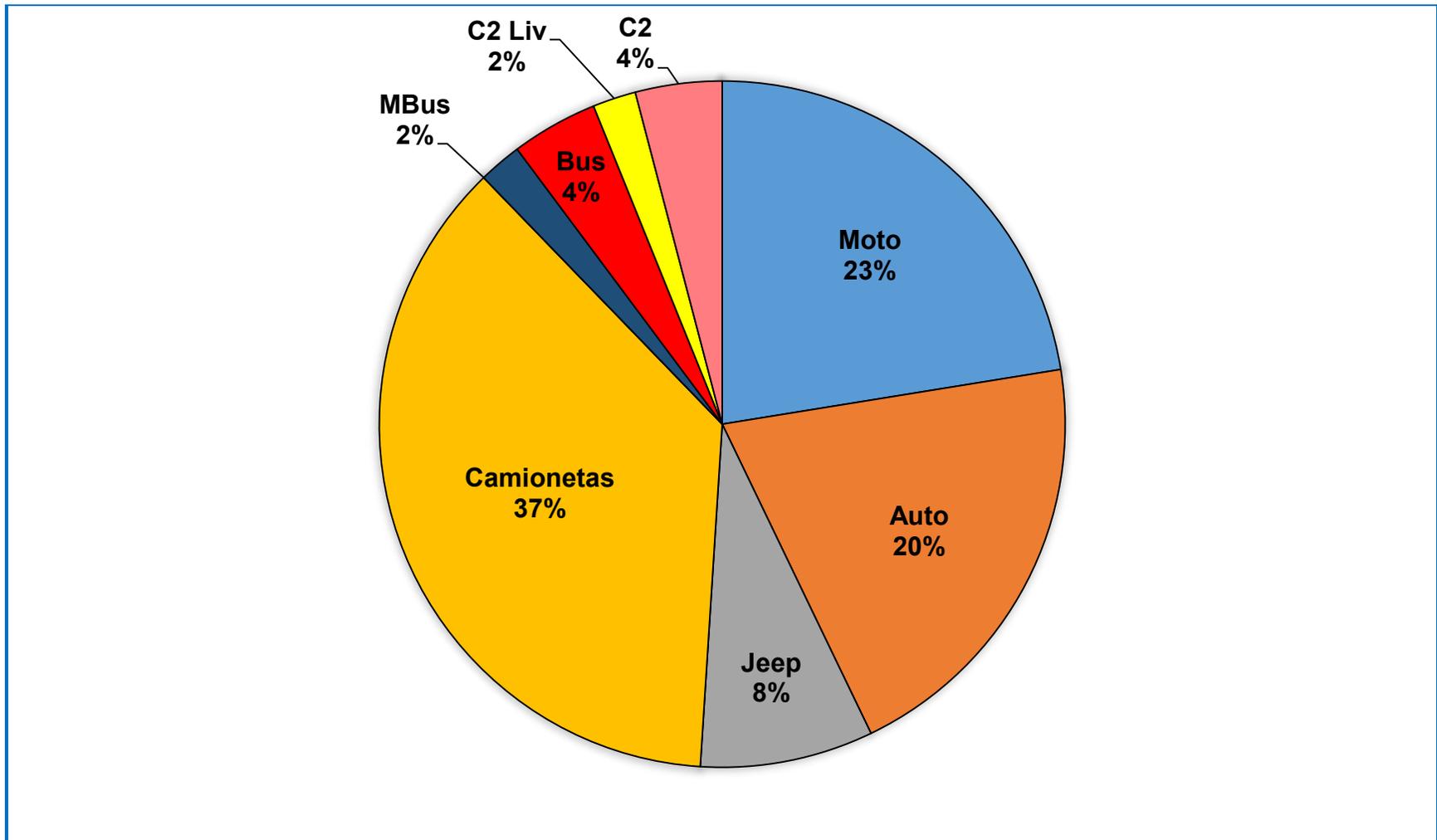
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Gráfico No. 40. Comportamiento de Velocidades Km 166+950.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

Gráfico No. 41. Porcentaje de Vehículos que rebasan Límite de Velocidad Km 166+950.



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Suspendientes.

# CAPÍTULO VI

## PROPUESTAS DE SOLUCIONES

## 6.1. INTRODUCCIÓN.

Ante el crecimiento notorio de la Accidentalidad en la Carretera Panamericana Norte NIC-1, Salida Norte de la Ciudad de Estelí desde el Km 152 hasta Km 167, se estableció el presente análisis de accidentalidad con el fin de presentar propuestas a las demandas y problemáticas que genera el tránsito actual en crecimiento que circula sobre esta vía.

Para alcanzar este objetivo se realizaron cuatro estudios de importancia respecto al conocimiento de las características e interacción de la vía con los distintos dispositivos de control existentes (Verticales y Horizontales) y con el flujo vehicular que la transita.

A partir de los resultados de estos estudios se recopiló la información necesaria sobre la cual fueron planteadas nuestras propuestas, siendo nuestras bases los siguientes criterios:

1. Los datos históricos de Accidentalidad establecieron como tramo de máxima tasa de accidentes el Km 152 hasta el Km 158 en el período del año 2013 hasta el año 2018. Sobre la cual la mayoría de éstos correspondieron a Autos, Camionetas y Motos como vehículos responsables.
2. El estudio de tránsito reflejó que la mayor tasa de flujo vehicular corresponde de igual manera al tramo entre Km 152 y Km 158, sobre el cual transitan vehículos de carga, transporte, recreacional y liviano. Así también la presencia de ciclistas fue notoria por representar aproximadamente el 4% del tráfico diario aforado. Se obtuvo a la vez que este tramo está operando no conforme al nivel de servicio de diseño por su función, sino en un **N.S. Clase E**, inferior al requerido para permitir flujos libre razonables en la vía.

3. El inventario vial de los dispositivos existentes de control de tránsito resaltó deterioro de la señalización horizontal entre el Km 152 y el Km 155 y la ausencia de ésta desde la estación 160+900 hasta la 167+000. Se observó un estado regular de su pavimento con presencia de pequeñas fisuras y parcheos en este mismo tramo, así como anchos de hombros menores al mínimo permitido para una carretera Troncal Principal. El 56% de la señalización vertical de la vía poseen óptimas condiciones, el resto posee condiciones de menor calidad. El porcentaje de zonas pobladas aledañas a la vía corresponde al 51%, con mayor presencia en los primeros seis kilómetros.
  
4. El estudio de velocidad correlacionó aquellos vehículos responsables de accidentes de mayor índice, con aquellos que superan los límites de velocidad establecida por la ley, coincidiendo en que Autos, Camionetas y Motos son el mayor porcentaje de vehículos que rebasan ésta velocidad producto a tangentes que predominan en el diseño de la vía y la ausencia de señales verticales de restricción de velocidad dichas tangentes.

A continuación, desglosaremos nuestras propuestas dirigidas a la reducción de la accidentalidad de nuestro tramo en estudio, las cuales se detallarán específicamente justificándose su elección y su beneficio dentro de la vía y el tráfico que la circula, éstas son:

- a) Circunvalación.
- b) Ampliación Vial.
- c) Ciclo vía.
- d) Bahías de Buses.
- e) Señalización Horizontal.
- f) Señalización Vertical.

## 6.2. CIRCUNVALACIÓN.

Conforme al Artículo virtual “Tipos de Carreteras”, cuyo autor es Gilbert Mauricio García Orozco, una Carretera es toda vía pública pavimentada, situada fuera de la población, en la cual se desarrolla el tráfico de una determinada población. Y ésta puede clasificarse en: autopistas, autovías, vía para automóviles, convencionales, calzada de servicio, variante y vías para **circunvalar**.

Esta última corresponde a nuestra primera propuesta de solución, ante un volumen considerable de aproximadamente 8000 veh/12hr aforados en la primera estación de conteo vehicular (Est. 152+300) dentro del tramo más crítico de nuestra vía (Km 152 – Km 158), la cual en horarios picos se ve transitada por Bicicletas, Motos, Vehículos Livianos, de Pasajeros y Pesados que producen un estado de flujo forzado por el incremento del porcentaje de seguimiento vehicular verificado en el Capítulo II y una disminución de la velocidad promedio de Viaje correspondiente a 80 Kph.

Ante esto concluimos necesario una vía alterna de transporte dispuesta esencialmente para vehículos livianos que circulen ya sea de Norte a Sur o Sur a Norte, que evite la incursión de éstos en la Carretera Panamericana NIC-1, y liberar el flujo de tránsito en los horarios picos de esta estación permitiendo elevar el nivel de servicio de una Clase E a un **N.S. Clase B** requerido.

Dicha carretera de circunvalación deberá cumplir parámetros de Diseño Geométrico Vial que generen las condiciones óptimas de viaje, de manera tal que la variación del tiempo de llegada al destino de los usuarios en ésta, sea despreciable en comparación al tiempo de recorrido sobre la NIC-1. A continuación, expondremos las características ideales del diseño geométrico vial de nuestra propuesta, su sección típica y la posible ruta alterna de esta circunvalación, conforme a las especificaciones y parámetros de diseño permitidos por la norma SIECA, Capítulo IV: Elementos de la Sección Transversal.

- **Bombeo Normal de Calzada.**

Es la pendiente que se le da a la plataforma o corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Los rangos recomendables se presentan a continuación.

**Tabla No. 39. Rangos recomendables de Pendiente Transversal según el Tipo de Terreno.**

TIPO DE SUPERFICIE	RANGO DE PENDIENTE TRANSVERSAL
Alto	1.5 % - 2.0%
<b>Bajo</b>	<b>2.0 % - 6.0 %</b>

Fuente: AASHTO-2004, p. 310.

La pendiente seleccionada, para la circunvalación es del **3.0%** debido a las condiciones bajas de relieve.

- **Ancho de Calzada y Ancho de Carril.**

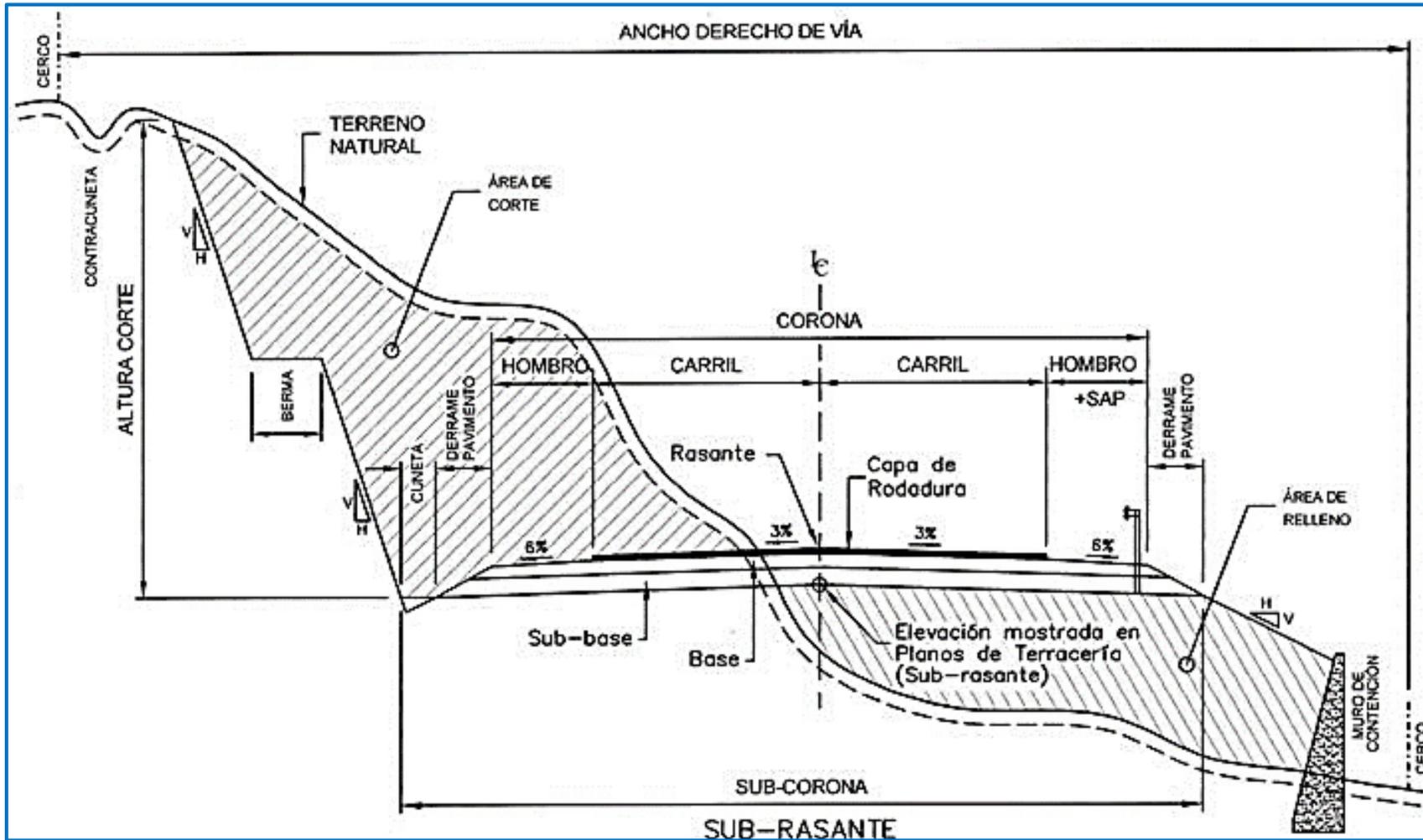
Es el ancho de la Superficie sobre el cual circula el tránsito vehicular, permitiendo el desplazamiento cómodo y seguro del mismo. Corresponde a la sumatoria del ancho de los carriles en su sección transversal. El ancho de carril predominante en la mayoría de las carreteras principales es de **3.60 m**. Este ancho es el preferible, ya que una carretera de dos carriles en su sección típica con **7.20 m** de ancho de calzada ofrece las condiciones óptimas para la circulación, proveyendo la separación entre vehículos que viajan en direcciones opuestas.

- **Ancho de Hombros.**

Los hombros son áreas de la carretera contigua a los carriles de circulación, cuyo fin es proveer espacios para acomodar los vehículos que ocasionalmente sufren desperfectos durante su recorrido, o bien en circunstancias de emergencias requieran estacionarse el tiempo necesario. Por el tipo de carretera y la función que desempeñara, la norma SIECA establece un ancho mínimo de **1.20 m**.

- Sección Transversal Típica.

Imagen No. 37. Sección Transversal Típica en Tangente en Carreteras en Dos Direcciones.



Fuente: Norma de Diseño Geométrico Vial en Carreteras Regionales (SIECA), 2011, p. 138.

La ruta de circunvalación elegida, corresponde a un camino suburbano existente en la zona norte de la ciudad, con una calzada de revestimiento natural en estado deteriorado, que se conecta con la Carretera Panamericana Norte NIC-1 a partir del Km 150+204 conocido como Entrada al B° El Rosario zona de gran circulación peatonal y vehicular por su accesibilidad a las vías principales de la ciudad y hacia otros municipios (El Sauce, Carretera vieja a León). Esta ruta cuenta con una longitud de 7,221 metros hasta volver a conectarse con el tramo de estudio en la estación 155+044, a partir de la cual se puede desarrollar un flujo vehicular menos forzado que el inicio de nuestro tramo donde poseemos las condiciones más críticas de nivel de servicio.

**Imagen No. 38. Ruta de Circunvalación desde estación Km 150+204 – Km 155+044.**



Fuente: Google Earth, elaborado por Sustentantes.

### **6.3. AMPLIACIÓN VIAL.**

La siguiente propuesta de solución, es complementaria a la anterior. Su propósito es permitir el flujo de vehículos generados en horarios máximos sin que se reduzcan las condiciones de velocidad promedio de viaje de 80 Kph, obteniendo así un flujo libre razonable sin presencia de embotellamientos y saturación de la vía en las zonas críticas:

- La Thompson, Km 152 – Km 155.
- Empalme Estelí – San Juan de Limay, Km 157 – Km 160.
- UCATSE, Km 165 – Km 167.

Esta ampliación es propuesta sobre toda la longitud de nuestro tramo en estudio desde el Km 152 hasta el Km 167 (para un total de 15,000 metros de ampliación), que consista en el anexo de un carril en cada banda de la carretera, divididas a través de una mediana de concreto que separe el sentido de circulación vehicular y que respete las condiciones y especificaciones propuestas por la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras Regionales SIECA 2011.

### **6.4. CICLOVÍA.**

Durante el ejercicio de los aforos vehiculares realizados en el mes de agosto de año 2019, se observó el flujo constante de ciclistas en cada estación de conteo, en cantidades notorias durante las horas pico tanto de la mañana como en la tarde. Principalmente en los primeros seis kilómetros (6 Km) desde la estación 152+000 hasta la 158+000, el volumen de ciclistas se incrementó hasta alcanzar un valor de aproximadamente 100 bicicletas por hora, y representar un porcentaje vehicular por día del 4.67% que supera el porciento de vehículos, tales como: Camión C2 (3.18%), Buses (3.12%), Micro Buses (1.16%), Mini Buses (0.84%) así como los vehículos pesados de carga.

Este comportamiento se justifica ya que muchos de los pobladores que habitan en comunidades (La Thompson, El Dorado, La Sirena, El Tular, La Virgen, entre otras) circundantes a la vía, se dirigen en este medio de transporte hacia sus lugares de trabajo en la zona urbana de Estelí y retornan a sus hogares al atardecer. En nuestras propuestas ha sido de gran importancia considerar la elaboración de una Ciclovía que permita el desplazamiento de los usuarios fuera de la calzada y del ancho de hombros de la vía, para preservar la seguridad de éstos en su recorrido hasta su destino.

Las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA 2011), página 157, establece que la construcción de ciclovías tiene como objetivo único proporcionar una franja dentro del ancho del derecho de la vía de una carretera, destinada exclusivamente para el movimiento de ciclistas, alejándolos del tránsito de vehículos de mayor peso y velocidad de la corriente principal y ofreciéndoles dentro de lo posible, resguardos suficientes para su seguridad.

Ante las condiciones de transitabilidad en la vía, con un tránsito diurno de 93 ciclistas en la hora pico de 06:00 am a 07:00 am (**Ver Anexo B, Tabla No. 68, pág. IX**) proponemos una **Ciclovía Segregada de la Calzada**, conforme a lo establecido por el Manual Técnico-Práctico Sobre Diseño y Construcción de Ciclovías 2013, Primera Revisión, p. 67; el cual estipula que ante una velocidad de diseño entre los 70 Kph - 90 Kph para vehículos, en zonas suburbanas o rurales, es recomendable que la infraestructura para ciclistas esté situada fuera de la calzada de la carretera.

A continuación, definiremos el ancho de nuestra ciclovía propuesta.

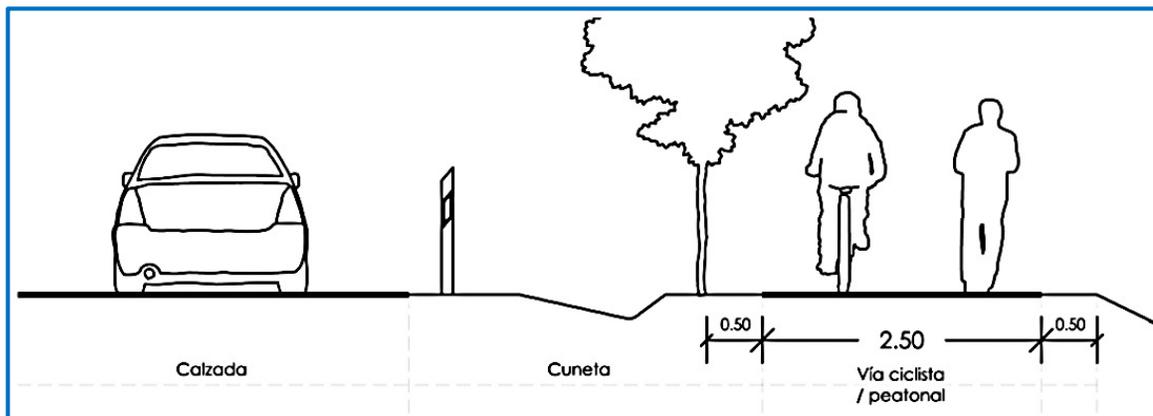
**Tabla No. 40. Parámetros de referencia de vías segregadas para ciclistas en carreteras.**

TRÁNSITO DIURNO	VÍA CICLISTA	
	No. Ciclistas en Hora Pico	Anchura Mínima
< 2500	> 90	2.50 m
2,500 - 5,000	> 30	2.50 m
5,000 - 10,000	> 15	2.20 m
> 10000	> 10	2.20 m

Fuente: Manual Técnico-Práctico sobre diseño de construcción de Ciclovías, 2013, p. 68.

Conforme a los parámetros establecidos anteriormente por la tabla No. 40, el ancho mínimo de diseño de nuestra ciclovía corresponde a 2.50 metros. Esta vía debe funcionar de forma bidireccional, compartida con el peatón y ubicada a cada borde de la carretera, en cada una de sus bandas (derecha e izquierda).

**Imagen No. 39. Vía Ciclistas Segregados detrás de la Cuneta, a partir de la estación Km 152+000 – Km 158+000.**



Fuente: Manual Técnico-Práctico sobre diseño de construcción de Ciclovías, 2013, p. 70.

## 6.5. BAHÍAS DE BUSES Y CASETA.

El transporte interdepartamental de la región norte de Nicaragua, transita principalmente a partir de Estelí hacia la Carretera Panamericana NIC-1, la cual corresponde la Troncal Principal que comunica con los departamentos de Madriz y Nueva Segovia y sus respectivos municipios. Los vehículos de Pasajeros que predominan sobre la vía son la clase de **Buses**, que sobre todo el tramo de estudio

que en total corresponden a quince kilómetros (15 Km), realiza estaciones en su recorrido para recoger y bajar pasajeros, este servicio público requiere de la infraestructura adecuada para evitar conflictos en la corriente de tránsito principal, conocidas como **Bahías**.

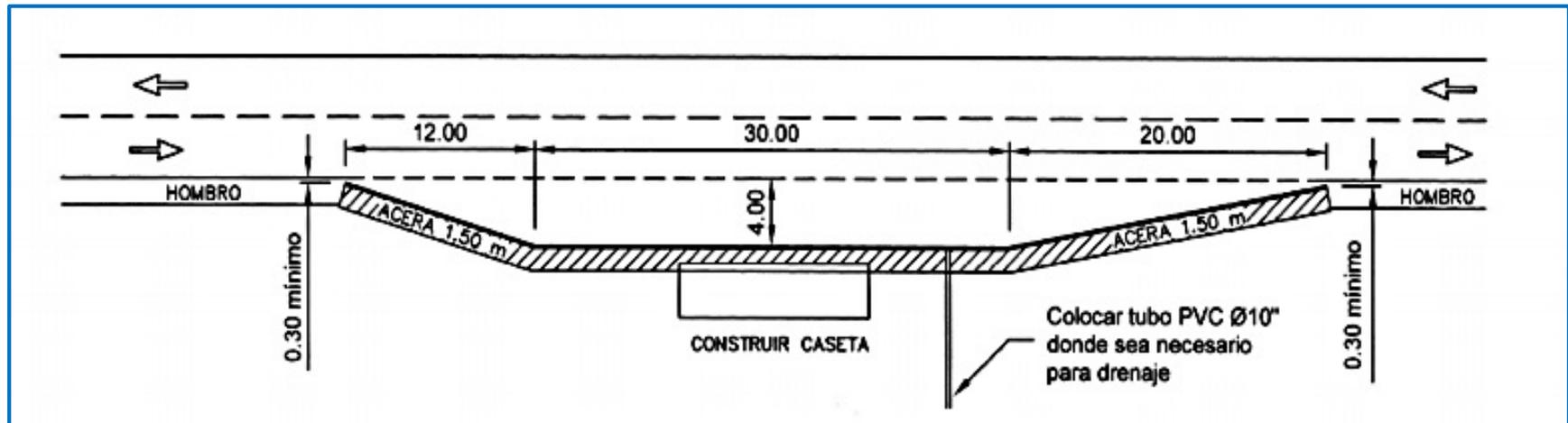
Durante el desarrollo del estudio de Inventario Vial (Capítulo IV), se conoció la localización de las paradas de buses más concurrentes, se estacionó cada una de éstas registrándose en la Tabla No. 16, pág. 71, en la que se aprecian seis estaciones más relevantes empleadas por el transporte colectivo, de las cuales dos de ellas poseen bahías en condiciones óptimas solamente en el carril derecho y los cuatro restantes no la poseen. Por lo cual proponemos la construcción y acondicionamiento de Bahías para Autobuses en las estaciones:

- **Estación 153+825, 153+905:** Entrada Principal a Campus Medico (UCATSE). Construcción de Bahías en ambas bandas de la Carretera, y sus respectivas Casetas.
- **Estación 156+022, 156+102:** Comunidad El Dorado. Construcción de Bahías en ambas bandas de la Carretera, y sus respectivas Casetas.
- **Estación 156+595, 156+675:** Frente a Instalación de Cigars Box Factory CBF. Construcción de Bahías en ambas bandas de la Carretera, y sus respectivas Casetas.
- **Estación 157+064, 157+144:** Contiguo a Comedor El Quesito No. 2. Construcción de Bahías en ambas bandas de la Carretera, y sus respectivas Casetas.

- **Estación 158+850:** Corredor Las Gordas, empalme Estelí – San Juan de Limay. Construcción de Bahía en el carril Izquierdo de la Carretera, y su respectiva Caseta en BI.
- **Estación 166+194:** Frente a Instalaciones de UCATSE. Construcción de Bahía en el carril Izquierdo de la Carretera, y su respectiva Caseta en BI.

En pro de disminuir el índice de accidentalidad de la vía, esta propuesta pretende mantener un flujo de vehicular libre sin gran presencia de obstrucción de viaje por estacionamientos de los buses sean su dirección de Norte a Sur o viceversa, de manera que el nivel de servicio permanezca óptimo. La bahía típica de parada para dos buses propuesta en cada estación es:

Imagen No. 40. Bahía Típica de Parada de Buses.



Fuente: Norma De Diseño Geométrico Vial de Carreteras Regionales (SIECA), 2011, p. 150

## **6.6. DEMARCACIÓN HORIZONTAL.**

La Carretera Panamericana Norte NIC-1, presentó en el inventario vial de nuestro estudio una demarcación horizontal en deterioro desde sus líneas centrales y laterales, su simbología y dispositivos de reflectividad, estas condiciones de demarcación se ubican desde la estación de inicio en estudio Km 152+000 hasta la estación Km 160+900, pero a partir de esta última hasta el final de nuestro tramo de estudio en el Km 167+000 todos estos dispositivos son ausentes en la vía, incrementando la probabilidad de ocurrencia de accidentes más precisamente en horas de la noche. Nuestra propuesta no solamente ha abarcado aquellos dispositivos que no solo están ausentes, sino también aquellas en regular y mal estado.

Es de vital importancia el restablecer las condiciones de demarcación sobre la vía, para establecer un esquema adecuado de control de tránsito. A continuación, expondremos nuestras propuestas con sus respectivas estaciones y según su tipología.

### **6.6.1. Captaluces.**

Este dispositivo fue encontrado a partir de la estación Km 161+000, más no fue levantada en el inventario vial, debido a que en su condición presentaba deterioro total en todas ellas. Por lo tanto, proponemos que estas sean ubicadas entre las líneas laterales de vía entre las estaciones Km 152+000 – Km 167+000. El espaciado de éstas estará dispuesto en un valor de  $2N$ , más sin embargo en los lugares de mayor precaución se dispondrán a una distancia de  $N$ , conforme a lo establecido por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control de Tránsito, año 2000, p. 3.21. La constante  $N$  es igual a la suma de la longitud de un segmento de línea discontinua (de longitud de 5 m) y la distancia de brecha entre segmentos de la línea discontinua (de longitud de 10 m), por lo tanto,  $N$  tiene un valor de 15 metros.

**Tabla No. 41. Espaciamiento de Captaluces por estaciones de la Carretera La Thompson - UCATSE.**

TRAMO		CRITERIO	ESPACIAMIENTO (ML)
DESDE	HASTA		
152+000	155+536	2N	30
155+536	155+977	N	15
155+977	157+541	2N	30
157+541	158+000	N	15
158+000	159+483	2N	30
159+483	159+709	N	15
159+709	162+134	2N	30
162+134	162+302	N	15
162+302	164+881	2N	30
164+881	165+200	N	15
165+200	166+320	2N	30
166+320	166+652	N	15
166+652	167+000	2N	30

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

Las imágenes y evidencias del estado de Captaluces en la vía están presentes en el **Anexo C, Inciso ii. CAPTALUCES, pág. XXXIV – XXXV.**

### **6.6.2. Líneas Horizontales centrales y laterales.**

Este dispositivo de demarcación es de gran importancia, por cuanto su función es delimitar la vía demarcando sus carriles, su ancho, borde, zonas de rebase, de no adelantar y de dirigir al usuario sobre el sentido de la vía.

En un tramo carretero como la Thompson – UCATSE, sobre la cual circula un alto volumen de tránsito en horarios diurnos como nocturnos, es en estos últimos donde la presencia de esta señalización cobra fuerza porque gracias a su visibilidad orienta y delimita la vía para su recorrido hasta alcanzar el destino de cada usuario.

Nuestra propuesta presentará el restablecimiento a partir de la estación Km 152+000 hasta el Km 160+900 donde el deterioro de ésta es considerable, y a

partir de la estación Km 160+900 hasta el final del tramo en el Km 167+000 proponemos una disposición de línea central y lateral, que fue analizada en conjunto con nuestro tutor el Teniente Ing. Freddy Vega y el Comisionado Mayor Ing. Gilberto Solís.

**Tabla No. 42. Propuesta de Señalización Horizontal, Marcas a restablecer por estaciones.**

TRAMO		L. CENTRAL (ML)		L. LATERAL (ML)	
DESDE	HASTA	CONT.	DISCONT.	B.D.	B.I.
152+000	152+035				35
152+035	152+422	387			
152+422	152+521			99	
152+521	153+602	1081			
153+602	153+700		98		
153+700	154+080	380			
154+080	154+156			76	
154+156	155+421		1265		
155+421	155+647				226
155+647	156+282	635			
156+282	156+383		101		
156+383	156+578		195		
156+578	156+723	145			
156+723	157+000		277		
157+000	157+233	233			
157+233	157+338		105		
157+338	157+541				203
157+541	159+709	2168			
159+709	160+033			324	
160+033	160+314		281		
160+314	160+560				246
<b>SUBTOTAL (ml)</b>		<b>5,029</b>	<b>2,322</b>	<b>499</b>	<b>710</b>
<b>TOTAL (ml)</b>		<b>7,351</b>		<b>1,209</b>	
<b>GRAN TOTAL (ml)</b>		<b>8,560</b>			

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 43. Propuesta de Señalización Horizontal, Marcas a pintar por estaciones, actualmente ausentes.**

TRAMO		L. CENTRAL (ML)		L. LATERAL (ML)	
DESDE	HASTA	CONT.	DISCONT.	B.D.	B.I.
160+560	162+180		1620		
162+180	162+330				150
162+330	163+100	770			
163+100	163+300			200	
163+300	163+750		450		
163+750	163+950				200
163+950	164+750	800			
164+750	164+900		150		
164+900	167+000	2100			
<b>SUBTOTAL (ml)</b>		<b>3,670</b>	<b>2,220</b>	<b>200</b>	<b>350</b>
<b>TOTAL (ml)</b>		<b>5,890</b>		<b>550</b>	
<b>GRAN TOTAL (ml)</b>		<b>6,440</b>			

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

### 6.6.3. Reductores de Velocidad.

Los reductores de velocidad son dispositivos de control de tránsito cuyo objetivo es proteger a la población que transita sobre la vía, provocando la disminución de velocidad de los automotores, mediante la modificación de una sección transversal de la carretera que rompe la continuidad de ésta y exige al conductor reducir su velocidad durante el paso sobre él.

Nuestro tramo carretero en estudio es caracterizado por presentar una composición de Tangentes del 78% de toda su longitud, sin la presencia de este dispositivo, pese a que las zonas circundantes de la vía se encuentran en un 50% pobladas y posee una circulación peatonal constante durante la semana.

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control de Tránsito, año 2000 en su página 3.35 establece los efectos de la reducción de tránsito durante la marcha de un vehículo, como:

- Aumento de visibilidad lateral de los conductores.
- Reducción de la probabilidad de fallecer en caso de atropello.
- Aumento de la probabilidad de frenar a tiempo ante una circunstancia de gravedad.

Para carreteras que trabajen bajo una velocidad de diseño mayor a 60 Kph e inferior a 80 Kph, se recomienda el uso de Reductores Aislados tipo Boyas en estaciones que sean el comienzo de zonas de mayor concentración poblacional a lo largo de la vía, precedidas de sus correspondientes señales preventivas P-9-4.

**Tabla No. 44. Estaciones de propuesta para la colocación de Reductores Tipo Boya.**

EST. CENTRO	ANCHO	No. FILAS	FILAS TIPO	SEPARACIÓN
<b>152+050</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>152+450</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>153+715</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>154+055</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>159+180</b>	7.20 m	7	Doble	0.40 m
<b>165+870</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>165+975</b>	7.20 m	5	Doble	0.40 m
<b>166+410</b>	7.20 m	6	Doble	0.40 m

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

#### **6.6.4. Simbología Horizontal.**

La demarcación de Palabras y de Símbolos sobre el pavimento permiten guiar o advertir al tránsito respecto a condiciones de ciertas zonas de la vía, sea que exista la presencia de un centro educativo, de intersecciones próximas, de cruce peatonales, retenidas, y paradas reglamentarias. A partir de la elaboración del inventario vial y de su procesamiento se hizo notoria la ausencia de estas demarcaciones y el restablecimiento de otras. Existe un alto índice de población cerca de la vía y los usuarios que la circulan deben ser advertidos de la presencia de peatones sobre ésta, sean adultos o menores, que a diario circulan desarrollando sus actividades cotidianas. Por esto, a continuación, detallamos nuestra propuesta en las estaciones que demandan esta señalización.

**Tabla No. 45. Estaciones de propuesta de Demarcación de palabra “ESCUELA”.**

<b>DEMARCACIÓN DE PALABRA: "ESCUELA"</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
153+700	Restablecer demarcación, BD (EXISTENTE).
154+070	Restaurar demarcación, BI (EXISTENTE).
165+857	Establecer Marca en BD.
165+990	Establecer Marca en BI.
166+025	Establecer Marca en BD.
166+425	Establecer Marca en BI.

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 46. Estaciones de propuesta de Demarcación de Paso Peatonal.**

<b>DEMARCACIÓN DE PASO PEATONAL TIPO CEBRA</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
152+239	Restablecer Paso Peatonal (EXISTENTE).
153+865	Restablecer Paso Peatonal (EXISTENTE).
156+062	Establecer Paso Peatonal.
156+635	Establecer Paso Peatonal.
158+810	Establecer Paso Peatonal.
166+242	Establecer Paso Peatonal.

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 47. Estaciones de propuesta de Demarcación de Retenida.**

<b>DEMARCACIÓN DE RETENIDA</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
153+850	Restablecer demarcación, BD (EXISTENTE).
153+877	Restablecer demarcación, BI (EXISTENTE).
155+975	Establecer Marca en BD.
156+005	Establecer Marca en BI.
156+620	Establecer Marca en BD.
156+650	Establecer Marca en BD.
157+090	Establecer Marca en BI.
157+120	Establecer Marca en BI.
166+260	Establecer Marca en BD.
166+290	Establecer Marca en BI.

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 48. Estaciones de propuesta de Demarcación de Flecha Doble para Intersecciones.**

<b>DEMARCACIÓN DE FLECHA DOBLE (INEXISTENTES).</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
152+244	Establecer Marca de Intersección en BD.
152+248	Establecer Marca de Intersección en BI.
152+372	Establecer Marca de Intersección en BD.
152+376	Establecer Marca de Intersección en BI.
152+913	Establecer Marca de Intersección en BD.
152+917	Establecer Marca de Intersección en BI.
152+990	Establecer Marca de Intersección en BD.
152+994	Establecer Marca de Intersección en BI.
153+863	Establecer Marca de Intersección en BD.
153+867	Establecer Marca de Intersección en BI.
154+078	Establecer Marca de Intersección en BD.
154+082	Establecer Marca de Intersección en BI.
157+114	Establecer Marca de Intersección en BD.
157+118	Establecer Marca de Intersección en BI.
158+676	Establecer Marca de Intersección en BD.
158+680	Establecer Marca de Intersección en BI.
162+722	Establecer Marca de Intersección en BD.
162+726	Establecer Marca de Intersección en BI.
165+893	Establecer Marca de Intersección en BD.
165+897	Establecer Marca de Intersección en BI.
166+045	Establecer Marca de Intersección en BD.
166+049	Establecer Marca de Intersección en BI.

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

## **6.7. DEMARCACIÓN VERTICAL.**

El complemento de toda demarcación horizontal, es la demarcación vertical a lo largo de toda la longitud de la vía. Estos son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

Una ciudad en expansión como Estelí, donde su población ha optado por migrar hacia regiones anteriormente despobladas, como la salida norte de ésta, en donde se han establecido muchas comunidades que se encuentran en pleno desarrollo y que por sus actividades transforman las condiciones de la vía. Por lo tanto, cada año su señalización presenta variación y demanda que éstas sean analizadas para determinar así cuales deberán ser restauradas, repuestas o que han de ser instaladas.

Dentro de nuestro análisis de dispositivos verticales existentes, hemos designado nuestra propuesta en dos dispositivos específicos: Señales Verticales y Postes de Concreto Guía y de Kilómetro.

### **6.7.1. Señales Verticales.**

Las señales verticales deben satisfacer una necesidad importante, la cual es llamar la atención, transmitir un mensaje claro, imponer respeto a los usuarios, guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante, estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción. A continuación, expondremos nuestras propuestas y sus estaciones pertinentes.

**Tabla No. 49. Propuesta de Restauración y reposición de Señales Verticales Existentes.**

EST.	CÓD.	MENSAJE	BANDA	PROPUESTA
152+586	R-7-12	Peatones a la Izquierda	BI	REPONER
152+829	R-2-1	80 Kph Velocidad Máxima	BI	REPONER
155+861	P-1-9	Delineador Direccional T. Chevron	BI	RESTAURAR
155+908	P-1-9	Delineador Direccional T. Chevron	BI	RESTAURAR
155+963	P-1-9	Delineador Direccional T. Chevron	BI	REPONER
156+251	-	Conceda Cambios de Luces	BI	REPONER
158+325	R-6-1	Mantenga su Derecha	BI	RESTAURAR
158+621	ID-2-2	Nueva Segovia, Sn Juan de Limay	BD	RESTAURAR
158+688	E1-1	Zona Escolar	BD	RESTAURAR
158+688	E-1-2	Zona Escolar a 100 m	BD	RESTAURAR
163+341	P-1-9	Delineador Direccional T. Chevron	BI	FIJAR
164+583	R-13-1	No Adelantar	BI	REPONER
164+583	R-2-1	80 Kph Velocidad Máxima	BD	REPONER
164+611	-	Corredor Mesoamericano "M"	BD	RESTAURAR
165+818	P-1-2	Curva a la Izquierda	BI	REPONER
165+838	R-13-1	No Adelantar	BI	REPONER
<b>16 SEÑALES VERTICALES PROPUESTA A SER RESTAURADAS</b>				

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

La tabla anterior refleja aquellas señales verticales que en el inventario vial presentaron condiciones de deterioro, falta de visibilidad, pérdida de sus funciones reflectivas y daños producto de accidentes pasados; así también presenta nuestra propuesta para cada una de ellas, pero a continuación, expondremos nuevas señales no existentes, que han sido consideradas como complemento de nuestra propuesta de dispositivos de control horizontal, y aquellas que consideramos necesarias dentro de la vía para completar la información tanto preventiva como de restricción.

Nuestra Propuesta será desglosada en cinco partes: Señal Curva P-1-2, Señal de Reductor de Velocidad P-9-4, Señal de Velocidad Máxima R-2-1, Señal Parada de Buses R-10-1, Señal No Adelantar R-13-1.

**Tabla No. 50. Propuesta de Colocación de Señal de Curva, P-1-2 (No existente).**

<b>CURVA, P-1-2.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
166+150	BD
166+800	BI

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 51. Propuesta de Colocación de Señal de Reductores de Velocidad, P-9-4 (No Existente).**

<b>REDUCTORES DE VELOCIDAD, P-9-4.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
152+030	BD
152+070	BI
152+430	BD
152+470	BI
153+695	BD
153+735	BI
154+035	BD
154+075	BI
159+160	BD
159+200	BI
165+850	BD
165+890	BI
166+480	BI

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 52. Propuesta de Colocación de Señal de V. Máx., R-2-1 (No Existente).**

<b>45 KPH VELOCIDAD MÁXIMA, R-2-1.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
164+750	BD
<b>80 KPH VELOCIDAD MÁXIMA, R-2-1.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
155+647	BI
159+709	BD
160+560	BI
162+330	BI
163+100	BD
163+950	BI

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 53. Propuesta de Colocación de Señal Parada de Bus, R-10-1 (No Existente).**

<b>PARADA DE BUS, R-10-1.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
153+825	BD
153+905	BI
156+022	BD
156+102	BI
156+595	BD
156+675	BI
157+064	BD
157+144	BI
158+800	BI
166+194	BI

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

**Tabla No. 54. Propuesta de Colocación de Señal No Adelantar, R-13-1 (No Existente).**

<b>NO ADELANTAR, R-13-1.</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	<b>BANDA</b>
154+206	BI
160+033	BI
160+214	BD
162+180	BD
163+300	BI
163+750	BD
164+900	BD
166+870	BD

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

### **6.7.2. Postes Guías y de Kilómetro.**

Estos dispositivos verticales toman la función de los delineadores de franja P-12-4, que permiten al usuario de la vía discernir la presencia de otros dispositivos y obras de drenaje. Pueden clasificarse como Postes Guías o de Kilometraje, según su ubicación. A lo largo del tramo pudo apreciarse su existencia y sus condiciones actuales. Los postes de kilometraje presentan especificaciones de diseño, que deben ser respetadas y observadas ante la construcción y propuesta de estas.

**Tabla No. 55. Especificaciones de Diseño para Postes de Kilometraje.**

<b>ESPECIFICACIONES DE POSTE KILOMETRAJE</b>	
<b>CONCRETO</b>	140 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>ARMADURA</b>	3 Varillas No. 3 con estribos de Alambre No. 8 a 0.20 metros. Longitud de 1.20 m.
<b>PINTURA</b>	En color Blanco, con bandas negras de acuerdo al diseño. Tres manos de pintura al óleo.
<b>CIMENTACIÓN</b>	0.50 x 0.50 m de concreto ciclópeo.

Fuente: Manual de Dispositivos de Tránsito – Perú.

**Tabla No. 56. Propuesta de Postes Guías y de Kilometraje Tramo La Thompson – UCATSE.**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>BANDA</b>
156+224	Restaurar Pintura	BD
158+220	Restaurar Estructura Física	BI
158+232	Restaurar Estructura Física	BI
158+317	Restaurar Estructura Física	BD
158+320	Restaurar Estructura Física	BD
159+106	Restaurar Estructura Física	BD
159+106	Restaurar Estructura Física	BI
162+075	Restaurar Estructura Física	BD
162+147	Restaurar Estructura Física	BD
162+302	Restaurar Estructura Física	BD
162+338	Restaurar Estructura Física	BD
162+338	Restaurar Estructura Física	BI
163+136	Restaurar Estructura Física	BI
163+765	Restaurar Estructura Física	BI
164+612	Restaurar Estructura Física	BI
165+298	Restaurar Estructura Física	BI
165+808	Restaurar Estructura Física	BD
165+832	Restaurar Estructura Física	BD
165+832	Restaurar Estructura Física	BI
166+020	Restaurar Estructura Física	BD
166+858	Restaurar Estructura Física	BD
166+898	Restaurar Estructura Física	BI
167+000	Reponer Poste de Kilómetro	BD

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

## 6.8. DRENAJE.

El drenaje de una vía corresponde al medio de conducción de aguas sobre ésta de manera que puede ser transportada hacia su flujo y corriente natural, de aguas que provengan por algún cuerpo hídrico o por la escorrentía de aguas de lluvia. Nuestro estudio de inventario vial recopiló las condiciones del drenaje menor y mayor de la carretera, nuestras observaciones nos permitieron determinar cuáles de éstos están en la necesidad de ser restauradas. Nuestra propuesta considera que son los puentes La Sirena y El Tular, y un total de cinco alcantarillas quienes presentan condiciones inferiores a las óptimas de su funcionamiento.

### 6.8.1. Alcantarillas.

**Tabla No. 57. Propuesta de Restauración de Alcantarillas en la vía.**

ESTACIÓN	PROPUESTA
153+728	Restauración de Cabezal.
154+002	Restauración de Cabezal.
155+134	Restauración de Cabezal.
164+678	Restauración de Estructura de Conducción
164+810	Restauración de Estructura de Conducción

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

### 6.8.2. Puentes.

**Tabla No. 58. Propuesta de Restauración de Puentes en la vía.**

ESTACIÓN	PUENTE	PROPUESTA
158+266	La Sirena	Restablecer Pintura de baranda de concreto.
159+060	El Tular	Restablecer Pintura de baranda de concreto.

Fuente: Elaborado por Sustentantes, con datos de Levantamiento en Campo.

# CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

## 7.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al Trabajo Monográfico “Análisis de la accidentalidad en la carretera panamericana Norte Nic-1, Departamento de Estelí en el tramo comprendido entre kilómetro 152 – kilómetro 167”, se concluye lo siguiente:

- Las zonas aledañas al tramo carretero La Thompson - UCATSE son considerados de gran valor por las actividades socioeconómicas y de vivienda que se realizan a diario sobre éste, lo que genera un crecimiento exponencial de usuarios en vía a lo largo de su longitud, éstas condiciones de interacción usuario/vía provoca restricciones en el flujo del tránsito en los horarios críticos como lo son de 6:00 am a 8:00 am, y de 4:00 pm a 6:00 pm. Estos horarios influyen en las actitudes y acciones de los conductores a causa de los tiempos alargados de viaje producidos por una vía congestionada; en muchos casos para acortar estos tiempos se han generado conductas como: No Guarda Distancia, Giros Indebidos e Invasión de Carril que han provocado el mayor índice de accidentalidad y mortalidad específicamente en nuestro tramo de estudio.
- Los volúmenes de tránsito registrados en los tres puntos de aforo, cada uno perteneciente a cada tramo crítico establecidos en el análisis de accidentalidad, obtuvieron un valor de 7,861 veh/12hrs en nuestra primera estación en la cual se observa una mezcla de tránsito urbano y rural que incrementan este volumen, pero se redujo hasta un 39% a medida que el tráfico se alejó de la zona urbana y periurbana de Estelí, obteniendo así que en la en la estación Km 166+300 fuesen aforados 3,096 veh/12hrs.
- En la composición vehicular los vehículos livianos alcanzan los mayores porcentajes por arriba del 70% en todo el tramo, seguidos de los vehículos de carga con 19%, el dato más significativo es la circulación de bicicletas en particular en las dos primeras partes del tramo con el 5%, este dato es importante para determinar el posible diseño y construcción de una ciclo vía.

- En el cálculo del nivel de servicio se determinó que en las dos primeras partes del tramo en estudio los flujos son inestables producto de la mezcla del tráfico recreacional y pesado, que generan una capacidad vial **Clase “E”**, así también que la última parte de éste en donde las restricciones para adelantar y desarrollar velocidades son muy escasas, se generan condiciones de nivel de servicio **Clase “D”**.
- El tramo presenta en la carpeta de rodamiento leves fisuras conocidas como piel de cocodrilo, presencia de parches producto de los baches que se han formado, ausencia de hombros lo que limita a los vehículos realizar maniobras evasivas de seguridad, no se encontraron bahías para buses.
- La variación en el uso de suelo es evidente debido al crecimiento poblacional y económico, estos dos factores han provocado un impacto vial generando nuevas intersecciones de entrada y salida provocando movimientos que algunas veces no están regulados ni restringidos.
- Con la señalización vertical es importante destacar que las señales se encuentran en condiciones aceptables con 72%, en cambio solamente existe un déficit con 28%. La señalización horizontal también tiene condiciones aceptables del 85% y solamente un déficit de 15% apreciado en el tramo comprendido entre el Km 154+156 – Km 156+383.
- Los conteos de velocidades en el tramo fueron realizados en tres puntos, en la cual se tomó en cuenta los límites de velocidad establecidos en la señalización vial de 80 Kph. En la cual fue registrado que el 80% del volumen de tránsito circuló a velocidades menores a las permitidas; en relación al cumplimiento de la norma de tránsito en todo el tramo los conductores respetan el límite con más del 70%, aunque en algunas muestras los vehículos livianos obtuvieron velocidades mayores a los 100 Kph. Obteniéndose velocidades promedio de

74 Kph en la estación 153+720, 67 Kph en la estación 157+060 y 70 Kph en la estación 166+950.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

Para reducir los accidentes de tránsito de mayor peligrosidad en particular con víctimas ya sean fallecidos o lesionados graves, es necesario que las instituciones responsables como la Policía Nacional, Ministerio de Transporte e Infraestructura, FOMAV y los Gobiernos Municipales que son afectados por la carretera, realicen acciones en conjunto sobre las siguientes actividades:

### **Para la Policía Nacional:**

- Establecer mejor control estadístico de los accidentes, para obtener mejores datos o información que permita mejores evaluaciones.
- Aumentar la vigilancia del tránsito y aplicación de la ley 431 con equipos de radares y alcoholímetros, atacando principalmente los excesos de velocidades y estado de ebriedad.
- Ejecutar campaña de educación vial, realizar capacitaciones a los conductores de las diferentes modalidades, en los centros escolares, universitarios.

### **Para el FOMAV:**

- Brindar un mantenimiento vial con mayores inversiones para el buen estado de la superficie de rodamiento ante la presencia de fisuras, grietas y desgaste. Completar y restaurar la señalización vial incluyendo las defensas metálicas.
- Completar y Restaurar la señalización horizontal (Central y Paralelas) en todo el tramo carretero La Thompson – UCATSE.
- Instalar dispositivos de demarcación de vía como los capta luces, en toda la longitud de vía.

- Señalizar correctamente las intersecciones a lo largo de la vía para una correcta interpretación por parte del conductor de las entradas y salidas de la vía.
- Exigir a micro empresas que mantengan en buen estado el derecho de vía.
- Que las Empresas que trabajan sobre el mantenimiento de la carretera instalen las señales preventivas correspondientes.
- Se requiere de mayor implementación de mantenimiento rutinario ya que se puede encontrar:
  - a. Falta de Visibilidad en curvas por abundante maleza.
  - b. Maleza obstruyendo el sistema de Drenaje.
  - c. Basura obstruyendo el área de recuperación.

**Para el Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI:**

- Instalar Iluminación Artificial ejecutada por la empresa de electricidad ENATREL.
- Aumentar el control de los agentes de transporte para evitar los excesos de pasajeros en los vehículos de servicio público.
- Aumentar y definir el control de las estaciones de paradas de buses en puntos críticos, de manera que no interfiera el flujo vehicular.
- Gestionar construcción de bahías de buses en los sitios que corresponden a alta demanda de usuarios de transporte público.

**A los Gobiernos Municipales:**

- Abstenerse de autorizar la ocupación del derecho de vía y las instalaciones de rótulos comerciales.
- Apoyar los planes de capacitaciones en educación vial a centros escolares y transportistas.

- Es necesario que la Alcaldía del municipio en conjunto con Policía Nacional promuevan normas y planes de seguridad vial para la población del tramo La Thompson - UCATSE.
- Se deben utilizar medios de comunicación, como son las **Redes Sociales** aprovechando el auge de estas, para informar a la población de los peligros que se encuentran en el entorno vial y de la responsabilidad en hacer buen uso de calles, andenes, carreteras principalmente en zonas urbanas, industriales, universitarias y agrícolas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Infraestructura, M. d. (2011). Revista de Red Vial de Nicaragua .
- Iturbide, I. J. (s.f.). Manual Centroamericano de Mantenimiento Vial SIECA (2da Edición).
- Policía Nacional. (s.f.). Ley 431. Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito y Normas Administrativas Complementarias.
- Oficina de Diagnóstico, E. d. (2018). Anuario de Aforos de Tráfico Año 2017. Managua.
- Ortiz, I. M. (2000). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control del Tránsito, SIECA. U.S. AID Guatemala.
- Policía Nacional de Tránsito, I. V. (s.f.). Estadísticas de Accidentes de Tránsito. Años 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018. Estelí.
- Programa Mesoamericano de Seguridad Vial. (2012). México.
- Leclair, I. R. (2011). Manual Centroamericano de Diseño Geométrico para carreteras . Secretaria de Integración Económica Centroamericana.
- Spindola, R. C. (s.f.). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. 7ta. Edición.
- TrulsVaa, R. E. (s.f.). Manual de Medidas de Seguridad Vial.

# **ANEXO A**

**Tabla No. 59. Registro de Accidentalidad La Thompson - UCATSE, 2013 - 2018.**

<b>AÑOS</b>	<b>ACCIDENTES</b>	<b>MUERTOS</b>	<b>LESIONADOS</b>
2013	18	0	3
2014	22	9	8
2015	16	3	9
2016	19	4	7
2017	35	10	8
2018	27	7	4
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>33</b>	<b>39</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 60. Registro de Accidentalidad Horaria La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

<b>HORA</b>	<b>ACCIDENTES</b>	<b>MUERTOS</b>	<b>LESIONADOS</b>
01:00 a.m.	2	1	1
02:00 a.m.	0	0	0
03:00 a.m.	2	1	0
04:00 a.m.	5	3	2
05:00 a.m.	8	2	2
06:00 a.m.	1	0	0
07:00 a.m.	10	1	0
08:00 a.m.	9	0	1
09:00 a.m.	4	2	0
10:00 a.m.	4	0	1
11:00 a.m.	8	0	1
12:00 p.m.	10	1	4
01:00 p.m.	10	5	0
02:00 p.m.	4	1	1
03:00 p.m.	8	0	5
04:00 p.m.	14	5	2
05:00 p.m.	10	2	11
06:00 p.m.	6	1	0
07:00 p.m.	5	1	1
08:00 p.m.	7	3	3
09:00 p.m.	3	1	4
10:00 p.m.	4	3	0
11:00 p.m.	2	0	0
12:00 a.m.	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 61. Registro de Accidentalidad Semanal La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

DIAS	ACC	MTOS	LDOS
Lunes	15	2	3
Martes	14	1	1
Miercoles	17	4	2
Jueves	20	6	8
Viernes	16	0	2
Sabado	29	8	10
Domingo	26	12	13
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 62. Registro de Accidentalidad Mensual La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

MESES	ACCIDENTES	MUERTOS	LESIONADOS
Enero	10	3	3
Febrero	9	4	3
Marzo	8	3	4
Abril	9	2	1
Mayo	16	4	4
Junio	9	3	0
Julio	14	4	2
Agosto	14	0	3
Septiembre	16	6	11
Octubre	8	1	2
Noviembre	8	1	3
Diciembre	16	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>33</b>	<b>39</b>
<b>PROMEDIO %</b>	<b>11.42</b>	<b>2.75</b>	<b>3.25</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 63. Accidentalidad por Tipo de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

TIPOS	ACC	FALLECIDOS	LES
Vuelco	10	4	1
Atropello de Peaton	9	3	5
Colision entre Vehiculos	95	17	31
Caida de Objeto	5	0	0
Con Objeto Fijo	7	6	0
Caida de Pasajeros	2	1	0
Acc con Semoviente	7	1	0
Provocacion de Acc y Fuga	2	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 64. Registro de Accidentalidad por Kilómetro La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

ESTACIONES Desde - Hasta	ACCIDENTES							MUERTOS
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL	
0+152 - 0+153	7	5	4	2	6	3	27	2
0+153 - 0+154	2	3	2	4	3	2	16	2
0+154 - 0+155	2	2	0	1	3	6	14	4
0+155 - 0+156	2	3	3	1	3	1	13	3
0+156 - 0+157	0	0	0	1	4	2	7	3
0+157 - 0+158	0	0	1	3	1	1	6	1
0+158 - 0+159	0	0	3	2	2	3	10	3
0+159 - 0+160	2	1	0	0	1	0	4	1
0+160 - 0+161	0	1	0	1	4	0	6	4
0+161 - 0+162	0	1	0	0	2	2	5	0
0+162 - 0+163	0	0	2	1	0	2	5	2
0+163 - 0+164	0	2	0	0	0	1	3	3
0+164 - 0+165	0	0	0	0	3	1	4	2
0+165 - 0+166	0	3	0	2	1	0	6	1
0+166 - 0+167	3	1	1	1	2	3	11	2
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>137</b>	<b>33</b>

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 65. Tipología Vehicular Responsable de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

TIPO VEH	TIPOS DE VEHICULOS RESPONSABLES POR AÑO					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Camionetas	6	7	5	2	8	7
Motocicleta	2	0	4	1	11	5
Autos	4	6	4	2	4	2
Camion	1	3	1	5	5	6
Cabecal	1	3	1	4	4	2
Desconocido	4	0	1	2	3	2
Jeep	1	1	0	0	0	0
Bicicleta	2	2	0	0	0	1
Bus	0	0	0	2	0	2
Furgoneta	0	0	0	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>35</b>	<b>27</b>
	<b>140</b>					

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Tabla No. 66. Tipos de Causas de Accidentes La Thompson - UCATSE, 2013 - 2019.**

CAUSAS	AÑOS					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Falta de Pericia	1	0	0	0	1	0
Invadir Carril	7	4	1	2	4	4
Fortuito (Caida de Objeto)	3	0	0	0	2	1
Salida de la Via	1	0	0	0	0	0
Giro Indebido	5	7	7	7	5	8
Violacion Peatonal	1	0	0	0	1	0
No guardar distancia	0	7	4	6	15	8
Desatender Señales	0	2	0	0	2	4
Fortuito (Colision/Vehiculo)	0	1	0	0	0	0
Exceso de Velocidad	0	1	1	0	0	0
Semoviente en la Via	0	0	1	2	3	0
Imprudencia Peatonal	0	0	1	0	1	1
Falta de Precaucion al Retroceder	0	0	1	0	0	1
No hacer Alto	0	0	0	1	0	0
Interceptar el Paso	0	0	0	1	0	0
Conducir Contra la Via	0	0	0	0	1	0
<b>TOTAL ACCIDENTES</b>	<b>137</b>					

Fuente: Elaboración Propia, con Datos Estadísticos de Policía Nacional, Dpto. de Tránsito.

**Imagen No. 41. Antecedentes de Accidentes Km 162 (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 42. Antecedentes de Accidentes Km 162 (2).**



Fuente: Levantamientos por Sustentantes.

**Imagen No. 43. Antecedentes de Accidentes Km 162 (3).**



Fuente: Levantamientos por Sustentantes.

**Imagen No. 44. Demarcación de Accidente Año 2019 Km 162 (4).**



Fuente: Levantamientos por Sustentantes.

**Imagen No. 45. Antecedente de Accidentes Km 165.**



Fuente: Levantamientos por Sustentantes.

# **ANEXO B**

Imagen No. 46. Tipología y Descripción Vehicular de Conteos de Tráfico de la oficina de Diagnostico, Evaluación de pavimentos y puentes.

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS	
	AUTOMOVILES	
	JEEP	
	CAMIONETA	
	MICROBUS	
	MINIBUS	
	BUS	
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA	
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3	
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4	
	Tx-Sx>=5	
	Cx-Rx<=4	
	Cx-Rx>=5	
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS	
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN	
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS	

Fuente: Anuario Estadístico de Tránsito 2015.



**Tabla No. 68. Registro de Aforo Vehicular Viernes 23/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 152+300.**

HORA	Bicic	Moto	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros					Pesados de Carga							Veh. Pesados		Veh. Trac. Animal	TOTAL		
			Autos	Jeep	Camionetas PickUps	Mbus	MB >15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	C2R2	C2R3	T3S2	T3S3	Otros	Veh. Const			Veh. Agríc	
06:00 a.m.	93	419	44	24	123	3	4	39	12	19	24	9	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	826
07:00 a.m.	26	193	73	35	166	5	8	22	13	35	22	5	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	615
08:00 a.m.	16	159	97	36	174	7	6	17	8	26	26	9	0	0	0	12	3	0	0	1	0	597	
09:00 a.m.	19	153	69	24	206	7	6	14	7	32	21	7	0	0	0	8	2	0	1	0	0	576	
10:00 a.m.	21	124	69	25	179	5	4	17	11	24	39	6	0	0	0	19	1	0	0	0	0	544	
11:00 a.m.	18	131	58	24	163	12	1	15	11	26	20	10	0	0	0	10	3	0	0	1	0	503	
12:00 p.m.	19	193	116	29	164	7	7	17	21	29	6	10	0	0	0	19	6	0	0	0	0	643	
01:00 p.m.	15	157	67	33	183	4	7	13	16	32	20	7	1	0	0	21	3	0	0	0	0	579	
02:00 p.m.	16	133	66	45	182	6	3	14	20	36	23	8	0	0	0	21	2	0	0	1	0	576	
03:00 p.m.	18	190	88	46	181	14	6	24	21	45	13	9	1	0	0	21	5	0	1	0	0	683	
04:00 p.m.	56	274	99	39	244	14	9	24	17	51	20	5	0	0	0	25	2	0	0	0	0	879	
05:00 p.m.	50	285	98	43	226	7	5	29	18	41	16	9	0	0	0	13	0	0	0	0	0	840	
<b>TOTAL</b>	<b>367</b>	<b>2411</b>	<b>944</b>	<b>403</b>	<b>2191</b>	<b>91</b>	<b>66</b>	<b>245</b>	<b>175</b>	<b>396</b>	<b>250</b>	<b>94</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>191</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>7861</b>	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 69. Registro de Aforo Vehicular Jueves 22/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 158+640.**

HORA	Bicic	Moto	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros					Pesados de Carga							Veh. Pesados		Veh. Trac. Animal	TOTAL	
			Autos	Jeep	Camionetas PickUps	Mbus	MB >15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	C2R2	C2R3	T3S2	T3S3	Otros	Veh. Const			Veh. Agríc
06:00 a.m.	30	107	50	10	98	1	2	27	10	14	27	6	0	0	0	16	3	0	0	0	0	401
07:00 a.m.	8	92	50	10	112	4	6	21	12	21	10	8	0	0	0	6	2	0	0	0	0	362
08:00 a.m.	4	67	57	15	142	4	5	15	4	13	14	6	1	0	0	13	2	0	0	0	0	362
09:00 a.m.	3	55	51	8	103	6	4	15	5	17	15	4	0	0	0	9	5	0	0	0	0	300
10:00 a.m.	9	45	30	9	118	3	6	10	6	12	12	4	0	0	0	16	2	0	0	0	0	282
11:00 a.m.	8	57	41	9	98	4	1	12	12	16	11	5	0	0	0	8	3	0	0	0	0	285
12:00 p.m.	10	49	48	12	101	7	1	12	3	22	9	0	0	0	0	20	6	0	0	0	0	300
01:00 p.m.	1	52	50	20	116	1	5	12	10	14	12	12	0	0	0	15	3	0	0	0	0	323
02:00 p.m.	3	47	45	20	94	5	1	16	6	16	11	5	0	0	0	39	2	0	0	0	0	310
03:00 p.m.	7	71	49	35	96	9	4	20	15	25	9	4	0	0	0	19	2	0	0	0	0	365
04:00 p.m.	2	97	45	20	112	8	4	19	18	27	10	8	1	0	0	33	7	0	0	0	0	411
05:00 p.m.	5	112	44	26	124	2	2	26	12	22	14	5	0	0	0	31	2	0	0	0	0	427
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>851</b>	<b>560</b>	<b>194</b>	<b>1314</b>	<b>54</b>	<b>41</b>	<b>205</b>	<b>113</b>	<b>219</b>	<b>154</b>	<b>67</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>

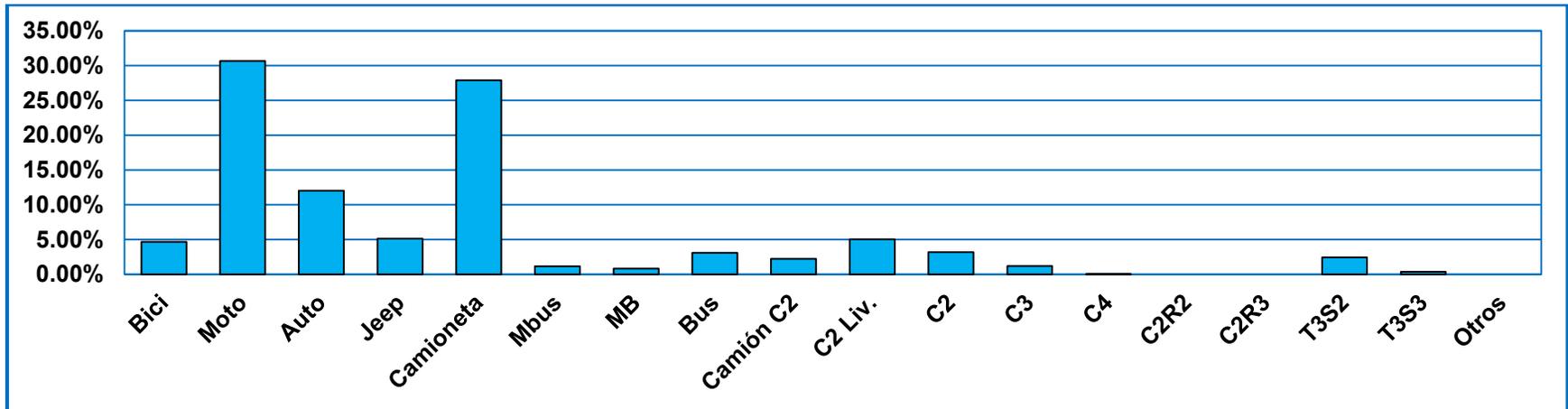
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Tabla No. 70. Registro de Aforo Vehicular Lunes 26/AGO/2019 (6:00 am - 6:00 pm), Est. 166+300.**

HORA	Bicic	Moto	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros				Pesados de Carga							Veh. Pesados		Veh. Trac. Animal	TOTAL			
			Autos	Jeep	Camionetas Pick Ups	Mbus	MB >15 P	Bus	Camión C2	C2 Liv	C2 > 5 ton	C3	C4	C2R2	C2R3	T3S2	T3S3	Otros			Veh. Const	Veh. Agríc	
06:00 a.m.	4	83	36	9	56	3	1	12	5	17	10	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	247
07:00 a.m.	1	126	48	11	91	5	1	18	4	16	15	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	345
08:00 a.m.	0	57	40	19	77	4	1	16	1	17	10	6	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	261
09:00 a.m.	1	61	43	13	87	5	2	12	2	21	8	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	263
10:00 a.m.	1	60	48	13	70	5	2	15	4	18	16	4	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	267
11:00 a.m.	1	40	38	4	70	5	0	13	2	6	5	2	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	199
12:00 p.m.	1	46	24	6	70	3	0	11	3	7	9	6	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	193
01:00 p.m.	0	50	31	18	87	3	2	14	5	11	9	2	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	243
02:00 p.m.	6	39	41	18	57	3	7	13	8	16	7	2	1	0	0	15	0	0	0	0	0	0	233
03:00 p.m.	0	61	41	21	76	3	1	15	13	27	9	1	1	0	0	33	0	0	0	0	0	0	302
04:00 p.m.	7	41	42	18	61	6	2	11	16	16	13	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	251
05:00 p.m.	6	50	38	20	83	6	8	15	12	24	10	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	292
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>714</b>	<b>470</b>	<b>170</b>	<b>885</b>	<b>51</b>	<b>27</b>	<b>165</b>	<b>75</b>	<b>196</b>	<b>121</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>155</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3096</b>	

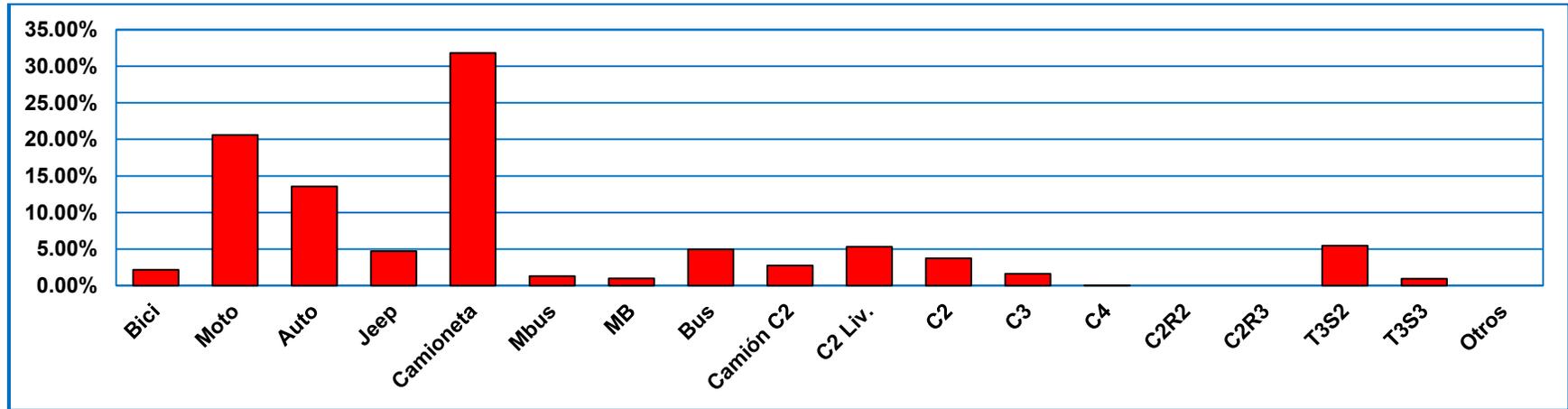
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Gráfico No. 42. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 152+300.**



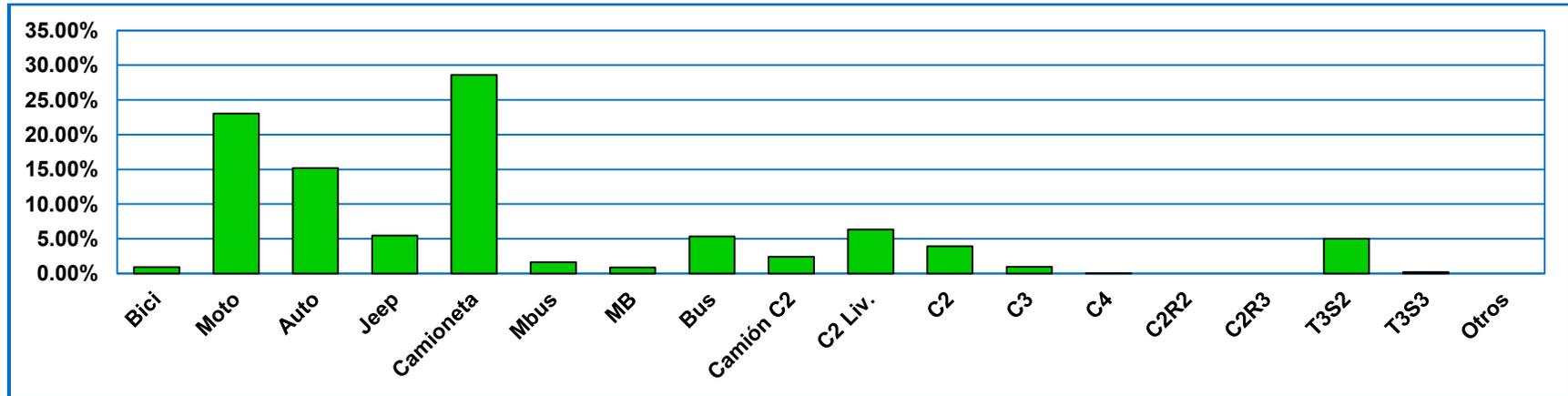
Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Gráfico No. 43. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 158+640.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**Gráfico No. 44. Composición Vehicular de Tránsito (%), Est. 166+300.**



Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**i. Desarrollo del Cálculo de Nivel de Servicio Estación 152+300.**

a) Determinación de Velocidad de Flujo Libre en Km/h (FFS).

$$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A \quad (\text{Ecuación N}^\circ. 2)$$

Donde:

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

BFFS: Velocidad Base de Flujo Libre (Km/h).

**BFFS= 80Kph**

**Cuadro No. 13. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (f<sub>LS</sub>), Km 152+300.**

Ancho de Carril (m)	REDUCCION DE LA FFS (kph)			
	Ancho de Hombro (m)			
	0.00 - 0.60	0.60 - 1.20	1.20 - 1.80	>=1.80
2.70 - 3.00	10.3	7.7	5.6	3.5
3.00 - 3.30	8.5	5.9	3.8	1.7
<b>3.30 - 3.60</b>	<b>7.5</b>	4.9	2.8	0.7
>= 3.60	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

f<sub>LS</sub>: Ajuste de Ancho de Carril y Ancho de Hombro.

**f<sub>LS</sub>= 7.5**

**Cuadro No. 14. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (f<sub>A</sub>), Km 152+300.**

Puntos de Acceso por km	Reducción de la FFS (km/h)
0	<b>0</b>
6	4
12	8
18	12
>=24	16

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

F<sub>A</sub>: Ajuste para Puntos de Acceso.

**F<sub>A</sub>= 0**

$$FFS = 80 \text{ Kph} - 7.5 - 0 = \mathbf{73 \text{ Kph}}$$

b) Factor de Ajuste de Vehículos Pesados ( $f_{HV}$ ).

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)} \quad (\text{Ecuación N}^\circ. 3)$$

Donde:

PT: Proporción de Camiones en el Tránsito.

**PT= 0.14**

PR: Proporción de Vehículos Recreativos en el Tránsito

**PR= 0.76**

**Cuadro No. 15. Equivalente del Número de vehículos por camión y vehículo recreacional, Km 152+300.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.7	2.5
	<b>600 - 1200</b>	<b>300 - 600</b>	<b>1.2</b>	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.1
	<b>600 - 1200</b>	<b>300 - 600</b>	<b>1.0</b>	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

ET: Equivalente del Número de Vehículos por Camión.

**ET= 1.2**

ER: Equivalente del Número de Vehículos Recreacional.

**ER= 1.0**

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.14(1.2) + 0.76(1.0)}$$

$$f_{HV} = \mathbf{0.972}$$

c) Demanda de Razón de Flujo (VP).

$$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}} \quad \text{(Ecuación N°. 4)}$$

Donde:

$V_P$ : Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

$V_I$ : Demanda del Volumen para Hora Pico (Veh/h).

**$V_I = 879 \text{ Veh/h}$**

PHF: Factor de Hora Pico (Veh/h).

**PHF = 0.93**

**Cuadro No. 16. Factor Hora Pico, Km 152+300.**

Vehiculos/Hora	FHP
100	0.83
200	0.87
300	0.90
400	0.91
500	0.91
600	0.92
700	0.92
<b>800-900</b>	<b>0.93</b>
1000-1400	0.94
1500-1800	0.95
1900	0.96

**Fuente:** Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 17. Factor de Ajuste ( $f_G$ ) de Velocidad de dos vías, Km 152+300.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.71
<b>600 - 1200</b>	<b>300 - 600</b>	<b>1.00</b>	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

$f_G$ : Factor de Ajuste de Pendiente.

**$f_G = 1.00$**

$f_{HV}$ : Factor de Ajuste debido a Vehículos Pesados

**$f_{HV} = 0.972$**

$$V_P = \frac{879 \text{ Veh/h}}{0.93 * 1.00 * 0.972} = 973 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 973 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 487 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

d) Velocidad Promedio de Viaje (ATS).

$$ATS = FFS - 0.0125V_p - f_{np} \quad \text{(Ecuación N°. 5)}$$

Donde:

ATS: Velocidad promedio de viaje en ambas direcciones del análisis (Km/h).

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

**FFS= 73 Kph**

V<sub>P</sub>: Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

**V<sub>P</sub>= 973 Veh/h**

f<sub>np</sub>: Ajuste por porcentaje de Zonas de "NO REBASAR".

**f<sub>np</sub>= 1.854**

**Cuadro No. 18. Ajuste (fnp) para la velocidad promedio de viaje, Km 152+300.**

Tasa de demanda dos Vías, V <sub>P</sub> (pc/h)	REDUCCIÓN EN VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (Km/h)					
	% de Zonas de NO REBASAR					
	0	20	40	60	80	100
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	1.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
<b>800</b>	0.0	<b>2.2</b>	3.1	3.9	4.3	4.9
<b>1000</b>	0.0	<b>1.8</b>	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2	2.6	3	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1	1	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
800	2.20
<b>973</b>	<b>1.854</b>
1000	1.80

$$ATS = 73Kph - 0.0125 \left( \frac{973Veh}{h} \right) - 1.854 = 59 Kp$$

e) Demanda de Razón de Flujo para Seguimiento de Vehículo (VP).

**Cuadro No. 19. Factor de Ajuste (fG) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 152+300.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
600 - 1200	300 - 600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 20. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 152+300.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	600 - 1200	300 - 600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	600 - 1200	300 - 600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

Datos:

- $f_G = 1.00$
- $PT = 0.14$
- $PR = 0.76$
- $ET = 1.1$
- $ER = 1.0$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.14(1.1) + 0.76(1.0)} = 0.986$$

$$V_P = \frac{879 \text{ Veh/h}}{0.93 * 1.00 * 0.986} = 959 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 959 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 480 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

f) Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un Vehículo (PTSF).

$$PTSF = BPTSF + f_{np} \quad \text{(Ecuación N°. 6)}$$

Donde:

PTSF: Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección de análisis.

BPTSF: Porcentaje base de tiempo utilizado en la dirección de análisis.

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(\frac{959Veh}{h})}) \quad \text{(Ecuación N°. 7)}$$

$$BPTSF = 56.96\%$$

$f_{np}$ : Ajuste por porcentaje de Zonas de “NO REBASAR”.

$$f_{np} = 7.569$$

**Cuadro No. 21. Ajuste ( $f_{np}$ ) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 152+300.**

Tasa de demanda dos vías vp	Reducción en Velocidad Promedio de Viaje (Km/h)					
	% zonas de no rebasar					
	0	20	40	60	80	100
Reparto por sentidos =50/50						
<= 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21	21.8
400	0.0	12.4	19	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16	18.7	19.7	20.5
<b>800</b>	0.0	<b>9</b>	12.3	14.1	14.5	15.4
<b>1400</b>	0.0	<b>3.6</b>	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2	2.3	2.4
3200	0.0	1.7	0.9	1.1	1.2	1.4

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
800	9.00
<b>959</b>	<b>7.569</b>
1400	3.60

$$PTSF = 56.96\% + 7.569 = 64.53\%$$

ii. **Desarrollo del Cálculo de Nivel de Servicio Estación 158+640.**

a) Determinación de Velocidad de Flujo Libre en Km/h (FFS).

$$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A$$

Donde:

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

BFFS: Velocidad Base de Flujo Libre (Km/h).

**BFFS= 80Kph**

**Cuadro No. 22. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (f<sub>LS</sub>), Km 158+640.**

Ancho de Carril (m)	REDUCCION DE LA FFS (kph)			
	Ancho de Hombro (m)			
	0.00 - 0.60	0.60 - 1.20	1.20 - 1.80	>=1.80
2.70 - 3.00	10.3	7.7	5.6	3.5
3.00 - 3.30	8.5	5.9	3.8	1.7
<b>3.30 - 3.60</b>	<b>7.5</b>	4.9	2.8	0.7
>= 3.60	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

f<sub>LS</sub>: Ajuste de Ancho de Carril y Ancho de Hombro.

**f<sub>LS</sub>= 7.5**

**Cuadro No. 23. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (f<sub>A</sub>), Km 158+640.**

Puntos de Acceso por km	Reducción de la FFS (km/h)
0	0
<b>6</b>	<b>4</b>
12	8
18	12
>=24	16

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

F<sub>A</sub>: Ajuste para Puntos de Acceso.

**F<sub>A</sub>= 0**

$$FFS = 80 \text{ Kph} - 7.5 - 4 = \mathbf{69 \text{ Kph}}$$

b) Factor de Ajuste de Vehículos Pesados (fHV).

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$$

Donde:

PT: Proporción de Camiones en el Tránsito.

**PT= 0.20**

PR: Proporción de Vehículos Recreativos en el Tránsito

**PR= 0.71**

**Cuadro No. 24. Equivalente del Número de vehículos por camión y veh. recreacional, Km 158+640.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	<b>1.7</b>	2.5
	600 - 1200	300 - 600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
ER	0 - 600	0 - 300	<b>1.0</b>	1.1
	600 - 1200	300 - 600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

ET: Equivalente del Número de Vehículos por Camión.

**ET= 1.7**

ER: Equivalente del Número de Vehículos Recreacional.

**ER= 1.0**

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.20(1.7) + 0.71(1.0)}$$

$$f_{HV} = \mathbf{0.878}$$

c) Demanda de Razón de Flujo (VP).

$$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$$

Donde:

$V_P$ : Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

$V_I$ : Demanda del Volumen para Hora Pico (Veh/h).

**$V_I = 427$  Veh/h**

PHF: Factor de Hora Pico (Veh/h).

**PHF = 0.91**

**Cuadro No. 25. Factor Hora Pico, Km 158+640.**

Vehiculos/Hora	FHP
100	0.83
200	0.87
300	0.90
400	0.91
<b>500</b>	<b>0.91</b>
600	0.92
700	0.92
800-900	0.93
1000-1400	0.94
1500-1800	0.95
1900	0.96

**Fuente:** Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 26. Factor de Ajuste (fG) de Velocidad de dos vías, Km 158+640.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	<b>1.00</b>	0.71
600 - 1200	300 - 600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

$f_G$ : Factor de Ajuste de Pendiente.

**$f_G = 1.00$**

$f_{HV}$ : Factor de Ajuste debido a Vehículos Pesados

**$f_{HV} = 0.878$**

$$V_P = \frac{427 \text{ Veh/h}}{0.91 * 1.00 * 0.878} = 535 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 535 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 268 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

d) Velocidad Promedio de Viaje (ATS).

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Donde:

ATS: Velocidad promedio de viaje en ambas direcciones del análisis (Km/h).

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

**FFS= 69 Kph**

$V_P$ : Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

**$V_P= 535 Veh/h$**

$f_{np}$ : Ajuste por porcentaje de Zonas de “NO REBASAR”.

**$f_{np}= 2.240$**

**Cuadro No. 27. Ajuste ( $f_{np}$ ) para la velocidad promedio de viaje, Km 158+640.**

Tasa de demanda dos Vías, $V_P$ (pc/h)	REDUCCIÓN EN VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (Km/h)					
	% de Zonas de NO REBASAR					
	0	20	40	60	80	100
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1	2.3	3.8	4.2	5.6
<b>400</b>	0.0	<b>1.7</b>	4.3	5.7	6.3	7.3
<b>600</b>	0.0	<b>2.5</b>	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2	2.6	3	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1	1	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
400	1.70
<b>535</b>	<b>2.240</b>
600	2.50

$$ATS = 69Kph - 0.0125 \left( \frac{535Veh}{h} \right) - 2.240 = \mathbf{60 Kph}$$

e) Demanda de Razón de Flujo para Seguimiento de Vehículo (VP).

**Cuadro No. 28. Factor de Ajuste (fG) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 158+640.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
600 - 1200	300 - 600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 29. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 158+640.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	600 - 1200	300 - 600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	600 - 1200	300 - 600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

Datos:

- $f_G = 1.00$
- $PT = 0.20$
- $PR = 0.71$
- $ET = 1.1$
- $ER = 1.0$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.20(1.1) + 0.71(1.0)} = 0.981$$

$$V_P = \frac{427 \text{ Veh/h}}{0.91 * 1.00 * 0.981} = 479 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 479 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 240 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

f) Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un Vehículo (PTSF).

$$PTSF = BPTSF + f_{np}$$

Donde:

PTSF: Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección de análisis.

BPTSF: Porcentaje base de tiempo utilizado en la dirección de análisis.

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(\frac{479Veh}{h})})$$

$$BPTSF = 34.36\%$$

$f_{np}$ : Ajuste por porcentaje de Zonas de “NO REBASAR”.

$$f_{np} = 11.926$$

**Cuadro No. 30. Ajuste ( $f_{np}$ ) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 158+640.**

Tasa de demanda dos vías vp	Reducción en Velocidad Promedio de Viaje (Km/h)					
	% zonas de no rebasar					
	0	20	40	60	80	100
Reparto por sentidos =50/50						
<= 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21	21.8
400	0.0	12.4	19	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2	2.3	2.4
3200	0.0	1.7	0.9	1.1	1.2	1.4

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
400	12.40
479	11.926
600	11.20

$$PTSF = 34.36\% + 11.926 = 46.29\%$$

iii. **Desarrollo del Cálculo de Nivel de Servicio Estación 166+300.**

a) Determinación de Velocidad de Flujo Libre en Km/h (FFS).

$$FFS = BFFS - f_{LS} - F_A$$

Donde:

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

BFFS: Velocidad Base de Flujo Libre (Km/h).

**BFFS= 80Kph**

**Cuadro No. 31. Factor de ancho de carril y al ancho de Hombro (f<sub>LS</sub>), Km 166+300.**

Ancho de Carril (m)	REDUCCION DE LA FFS (kph)			
	Ancho de Hombro (m)			
	0.00 - 0.60	0.60 - 1.20	1.20 - 1.80	>=1.80
2.70 - 3.00	10.3	7.7	5.6	3.5
3.00 - 3.30	8.5	5.9	3.8	1.7
<b>3.30 - 3.60</b>	<b>7.5</b>	4.9	2.8	0.7
>= 3.60	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

f<sub>LS</sub>: Ajuste de Ancho de Carril y Ancho de Hombro.

**f<sub>LS</sub>= 7.5**

**Cuadro No. 32. Factor de cantidad de Puntos de Acceso (f<sub>A</sub>), Km 166+300.**

Puntos de Acceso por km	Reducción de la FFS (km/h)
0	<b>0</b>
6	4
12	8
18	12
>=24	16

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

F<sub>A</sub>: Ajuste para Puntos de Acceso.

**F<sub>A</sub>= 0**

$$FFS = 80 \text{ Kph} - 7.5 - 0 = \mathbf{73 \text{ Kph}}$$

b) Factor de Ajuste de Vehículos Pesados (fHV).

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T) + P_R(E_R)}$$

Donde:

PT: Proporción de Camiones en el Tránsito.

**PT= 0.19**

PR: Proporción de Vehículos Recreativos en el Tránsito

**PR= 0.72**

**Cuadro No. 33. Equivalente del Número de vehículos por camión y veh. recreacional, Km 166+300.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	<b>1.7</b>	2.5
	600 - 1200	300 - 600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
ER	0 - 600	0 - 300	<b>1.0</b>	1.1
	600 - 1200	300 - 600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

ET: Equivalente del Número de Vehículos por Camión.

**ET= 1.7**

ER: Equivalente del Número de Vehículos Recreacional.

**ER= 1.0**

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.19(1.7) + 0.72(1.0)}$$

$$f_{HV} = \mathbf{0.883}$$

c) Demanda de Razón de Flujo (VP).

$$V_P = \frac{V_I}{PHF * f_G * f_{HV}}$$

Donde:

$V_P$ : Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

$V_I$ : Demanda del Volumen para Hora Pico (Veh/h).

**$V_I = 381 \text{ Veh/h}$**

PHF: Factor de Hora Pico (Veh/h).

**PHF = 0.91**

**Cuadro No. 34. Factor Hora Pico, Km 166+300.**

Vehiculos/Hora	FHP
100	0.83
200	0.87
300	0.90
<b>400</b>	<b>0.91</b>
500	0.91
600	0.92
700	0.92
800-900	0.93
1000-1400	0.94
1500-1800	0.95
1900	0.96

**Fuente:** Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 35. Factor de Ajuste ( $f_G$ ) de Velocidad de dos vías, Km 166+300.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	<b>1.00</b>	0.71
600 - 1200	300 - 600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

$f_G$ : Factor de Ajuste de Pendiente.

**$f_G = 1.00$**

$f_{HV}$ : Factor de Ajuste debido a Vehículos Pesados

**$f_{HV} = 0.883$**

$$V_P = \frac{381 \text{ Veh/h}}{0.91 * 1.00 * 0.883} = 475 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 475 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 238 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

d) Velocidad Promedio de Viaje (ATS).

$$ATS = FFS - 0.0125V_P - f_{np}$$

Donde:

ATS: Velocidad promedio de viaje en ambas direcciones del análisis (Km/h).

FFS: Velocidad estimada de flujo libre (Km/h).

**FFS= 73 Kph**

$V_P$ : Vehículos para la razón del flujo en 15 minutos (Veh/h).

**$V_P= 475 Veh/h$**

$f_{np}$ : Ajuste por porcentaje de Zonas de "NO REBASAR".

**$f_{np}= 2.000$**

**Cuadro No. 36. Ajuste ( $f_{np}$ ) para la velocidad promedio de viaje, Km 166+300.**

Tasa de demanda dos Vías, $V_P$ (pc/h)	REDUCCIÓN EN VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (Km/h)					
	% de Zonas de NO REBASAR					
	0	20	40	60	80	100
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	1.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2	2.6	3	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1	1	1.1

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
400	1.70
475	2.000
600	2.50

$$ATS = 73Kph - 0.0125 \left( \frac{475Veh}{h} \right) - 2.000 = 65 Kph$$

e) Demanda de Razón de Flujo para Seguimiento de Vehículo (VP).

**Cuadro No. 37. Factor de Ajuste (fG) de Velocidad de dos vías para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 166+300.**

Rango de Flujo de dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
600 - 1200	300 - 600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

**Cuadro No. 38. Equivalente del N° de vehículos por camión y veh. recreacional para determinar el porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo, Km 166+300.**

Tipo de Vehículo	Rango de Flujo en Dos Vías (Veh/h)	Rango de Flujo Direccional (Veh/h)	Tipo de Terreno	
			Plano	Ondulado
ET	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	600 - 1200	300 - 600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
ER	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	600 - 1200	300 - 600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

Datos:

- $f_G = 1.00$
- $PT = 0.19$
- $PR = 0.72$
- $ET = 1.1$
- $ER = 1.0$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.19(1.1) + 0.72(1.0)} = 0.981$$

$$V_P = \frac{381 \text{ Veh/h}}{0.91 * 1.00 * 0.981} = 427 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 3200 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

$$V_{Pcarril} = 427 \frac{\text{Veh}}{h} * 0.50 = 214 \frac{\text{Veh}}{h} \leq 1700 \frac{\text{Veh}}{h} \therefore \text{CAPACIDAD CORRECTA}$$

f) Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un Vehículo (PTSF).

$$PTSF = BPTSF + f_{np}$$

Donde:

PTSF: Porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección de análisis.

BPTSF: Porcentaje base de tiempo utilizado en la dirección de análisis.

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879(\frac{427Veh}{h})})$$

$$BPTSF = 31.29\%$$

$f_{np}$ : Ajuste por porcentaje de Zonas de “NO REBASAR”.

$$f_{np} = 12.238$$

**Cuadro No. 39. Ajuste ( $f_{np}$ ) para la velocidad promedio de viaje en seguir un vehículo, Km 166+300.**

Tasa de demanda dos vías vp	Reducción en Velocidad Promedio de Viaje (Km/h)					
	% zonas de no rebasar					
	0	20	40	60	80	100
Reparto por sentidos =50/50						
<= 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21	21.8
400	0.0	12.4	19	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2	2.3	2.4
3200	0.0	1.7	0.9	1.1	1.2	1.4

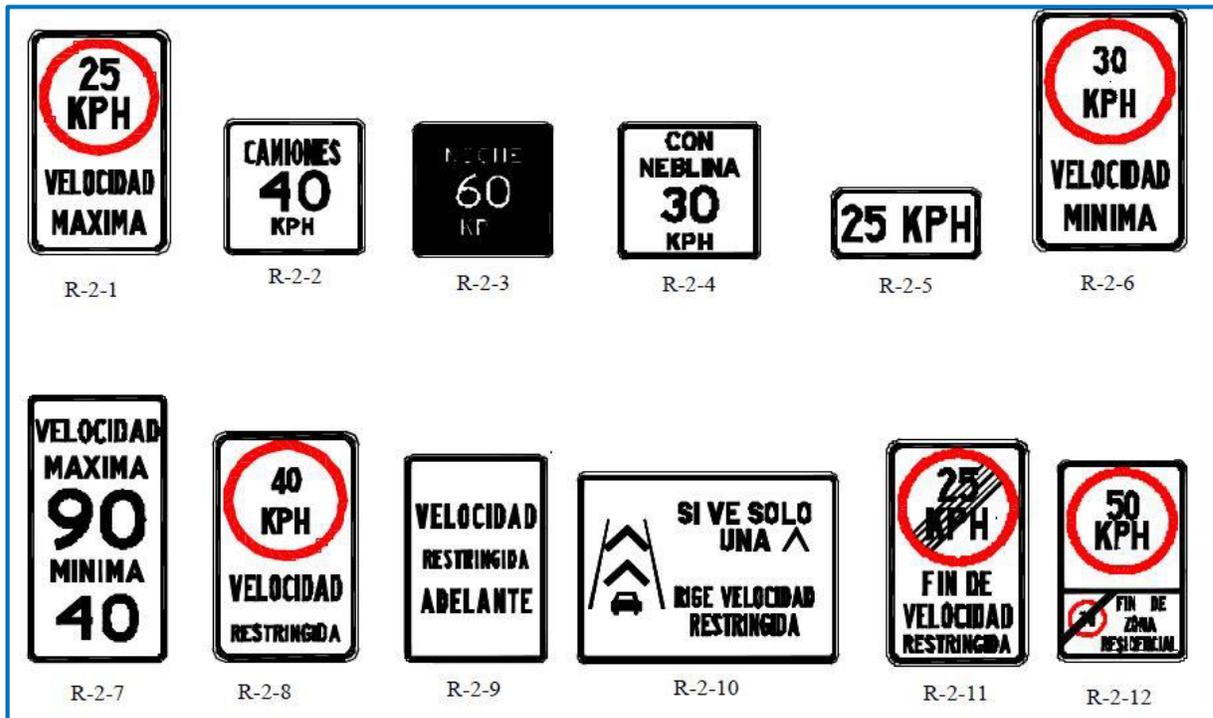
Fuente: Elaboración Propia, Highway Capacity Manual (HCM) 2010.

INTERPOLACIÓN	
400	12.40
427	12.238
600	11.20

$$PTSF = 31.29\% + 12.238 = 43.53\%$$

# **ANEXO C**

Imagen No. 47. S.R. Serie Límite de Velocidad R-2.



Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Imagen No. 48. S.R. Serie de Exclusión de Flujo R-7.



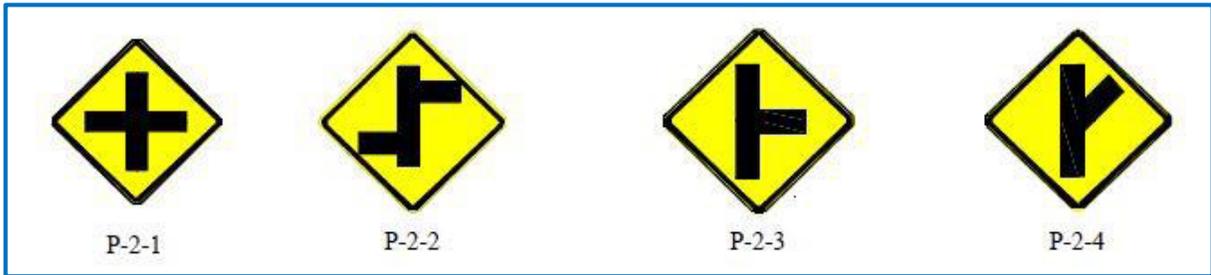
Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Imagen No. 49. S.P. Serie de cambios de Alineamiento Horizontal P-1.



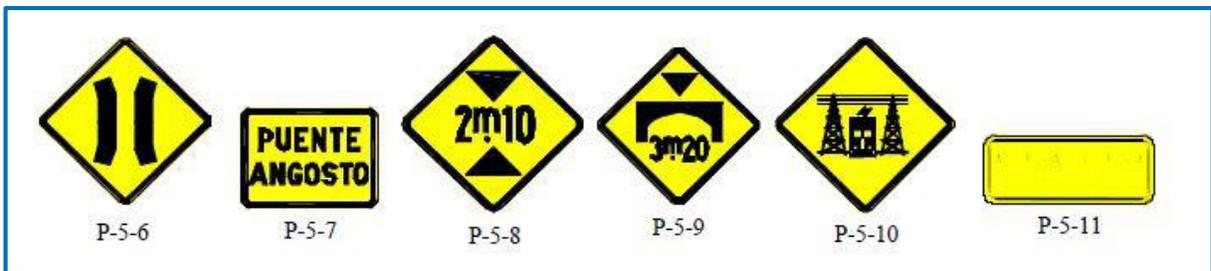
Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

**Imagen No. 50. S.P. Serie Proximidad de Intersecciones P-2.**



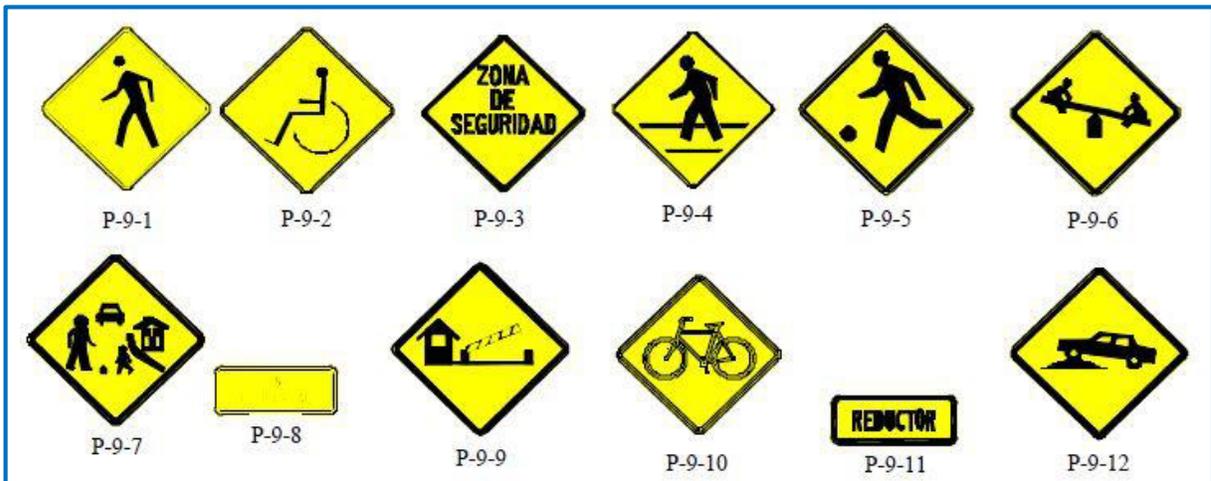
Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

**Imagen No. 51. S.P. Serie Pasos Angostos y Claro Vertical P-5.**



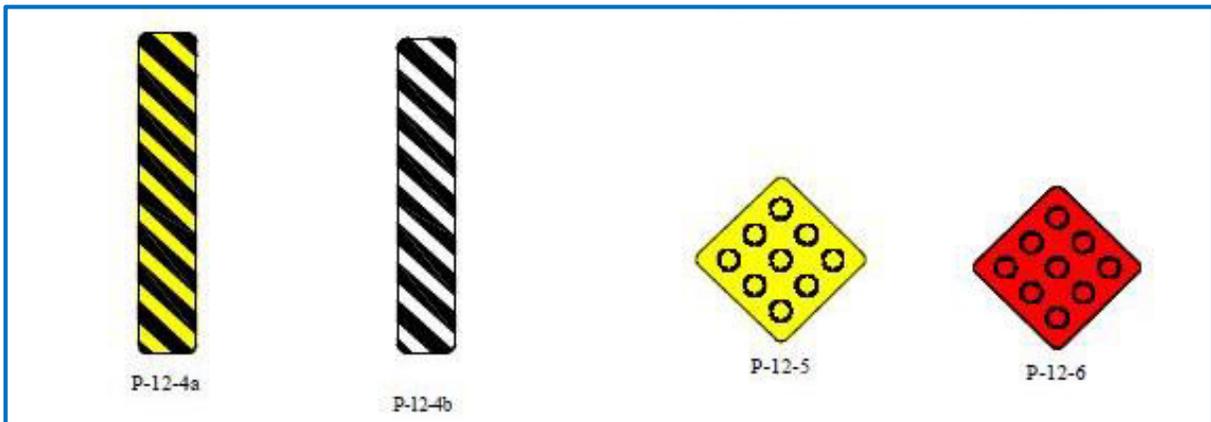
Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

**Imagen No. 52. S.P. Serie Presencia de Peatones y Reductores de Velocidad P-9.**



Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Imagen No. 53. S.P. Serie Delineadores de Objetos P-12.



Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

### i. BAHÍAS Y CASETAS.

Imagen No. 54. Bahía y Caseta KM 158.



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Imagen No. 55. Bahía y Caseta KM 166.



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**ii. CAPTALUCES.**

**Imagen No. 56. Capta luces KM 161.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 57. Capta luces KM 163.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 58. Capta luces KM 165 (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 59. Capta luces KM 165 (2).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 60. Capta luces KM 166.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

iii. DEFENSA METÁLICA.

Imagen No. 61. Defensa Metálica KM 155.



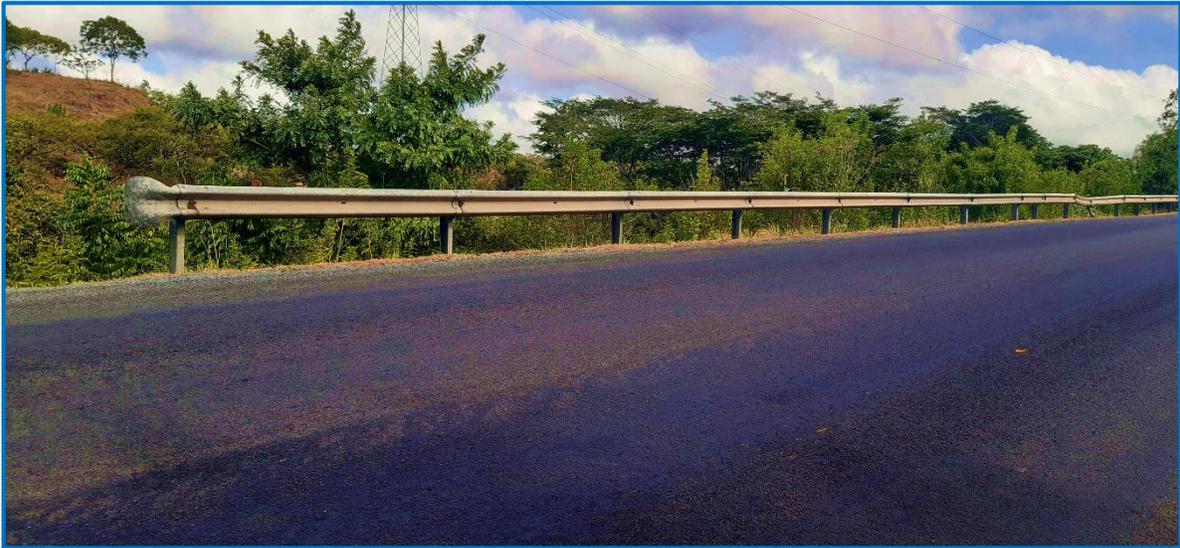
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Imagen No. 62. Defensa Metálica KM 158.



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 63. Defensa Metálica KM 162.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

#### **iv. INTERSECCIONES.**

**Imagen No. 64. Intersección La Thompson KM 152 (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 65. Intersección Banco de Material KM 152 (2).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 66. Intersección Campus Médico KM 153.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 67. Intersección Corredor Las Gordas KM 158.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 68. Intersección Mirafior KM 165.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 69. Intersección Instalaciones de UCATSE KM 166.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

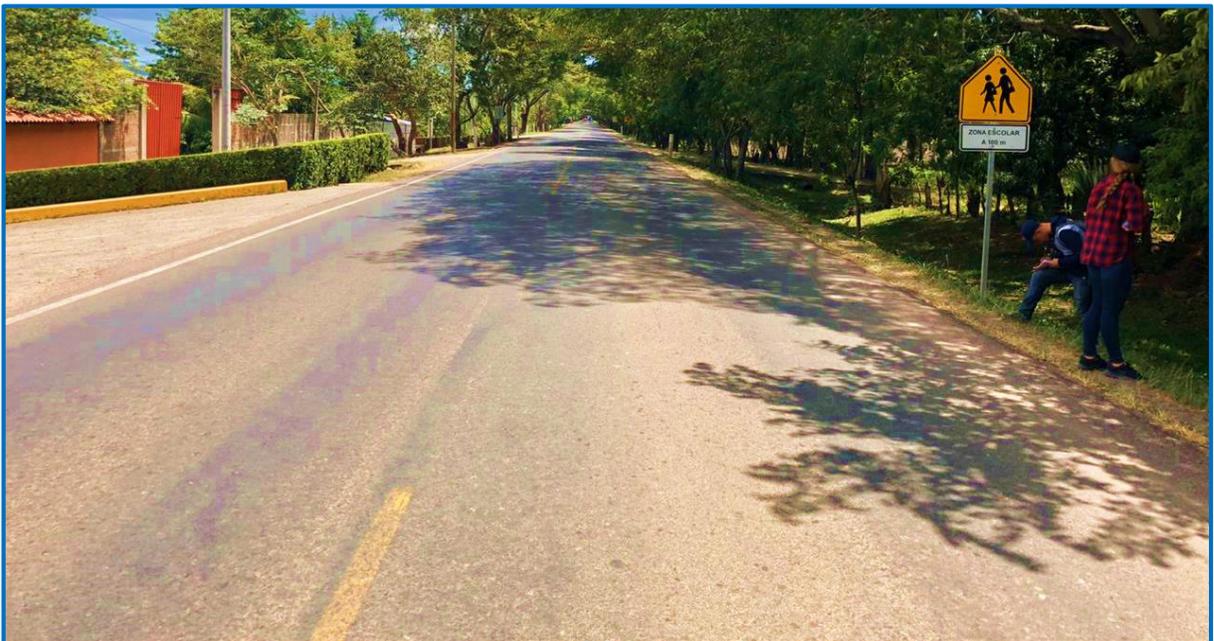
**v. LINEAS HORIZONTALES.**

**Imagen No. 70. Líneas Horizontales KM 152.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 71. Líneas Horizontales KM 154.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 72. Líneas Horizontales KM 158.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 73. Líneas Horizontales KM 166 (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

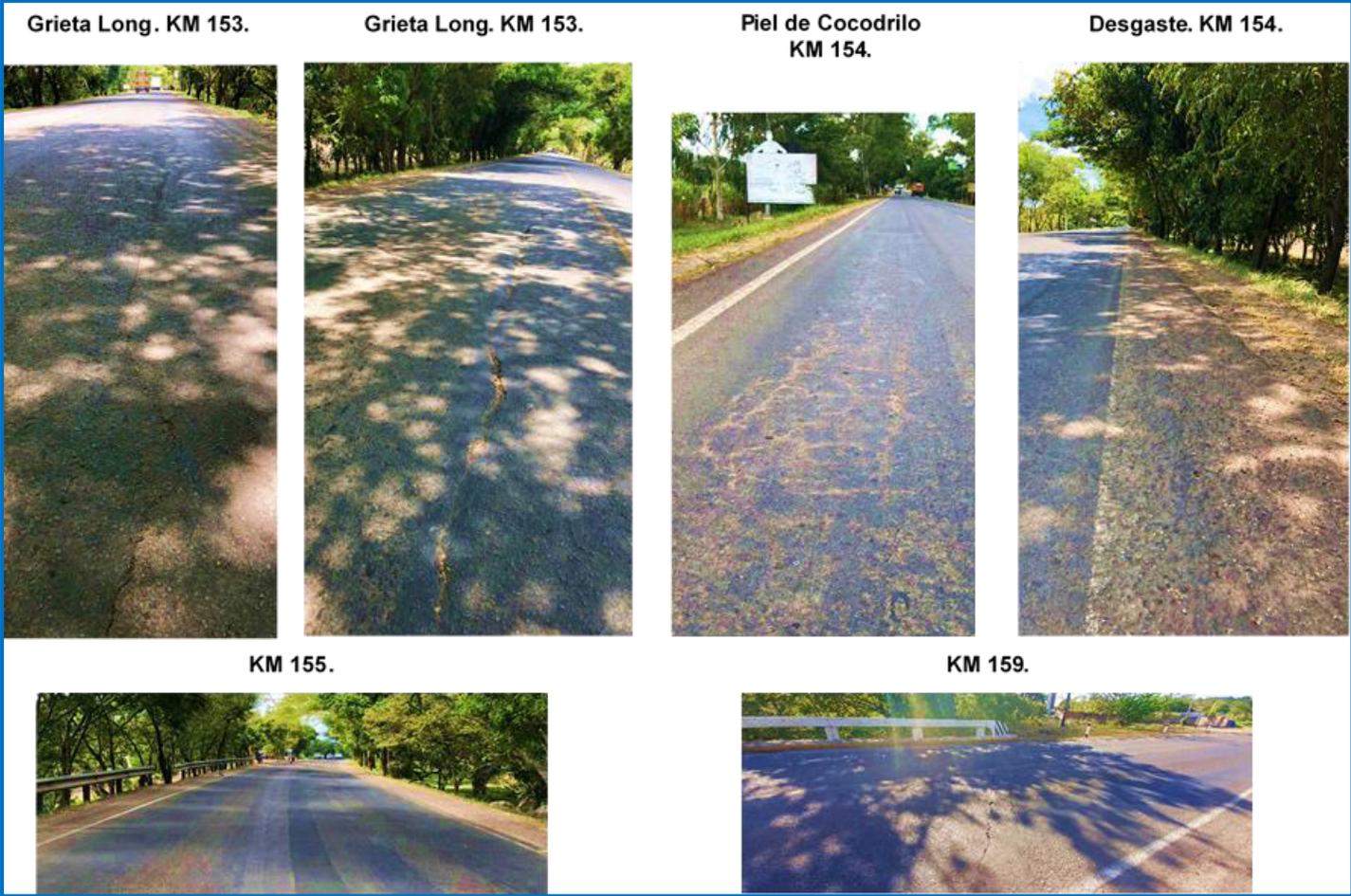
**Imagen No. 74. Líneas Horizontales KM 166 (2).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

vi. PAVIMENTO.

Imagen No. 75. Fallas Actuales en Carretera.



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

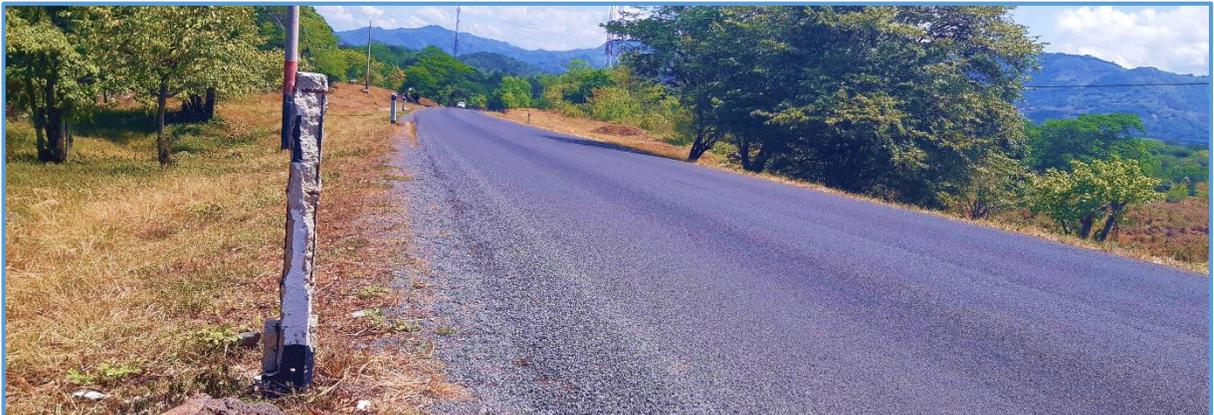
**vii. POSTES GUIA.**

**Imagen No. 76. Poste Guía (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 77. Poste Guía (2).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 78. Poste Guía (3).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 79. Poste Guía (4) KM 166.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

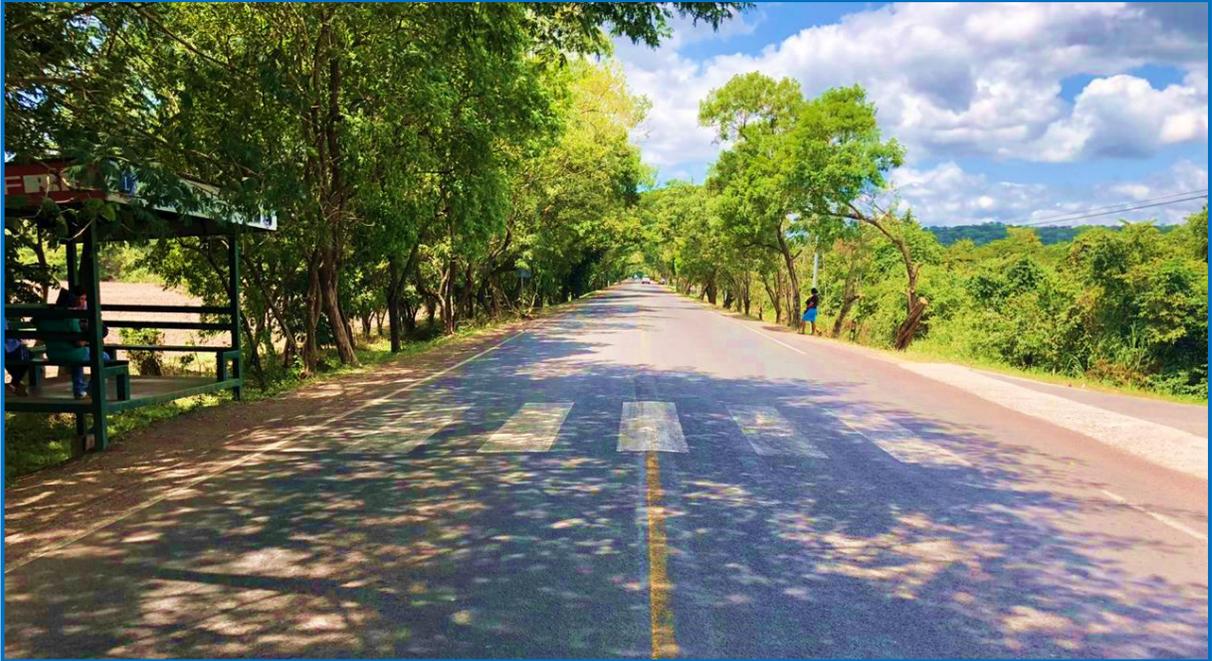
**Imagen No. 80. Ausencia del Poste de Kilómetro 167.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

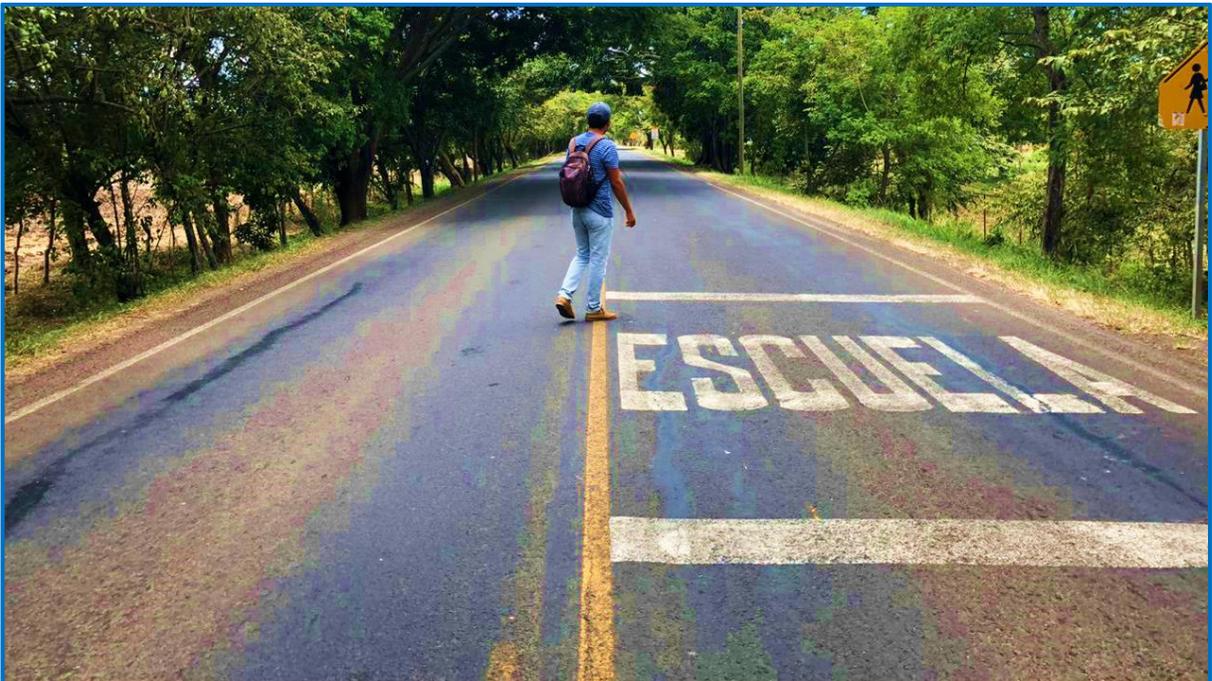
**viii. SIMBOLOGIA.**

**Imagen No. 81. Cruce Peatonal Entrada Hacia Campus Médico Km 153.**



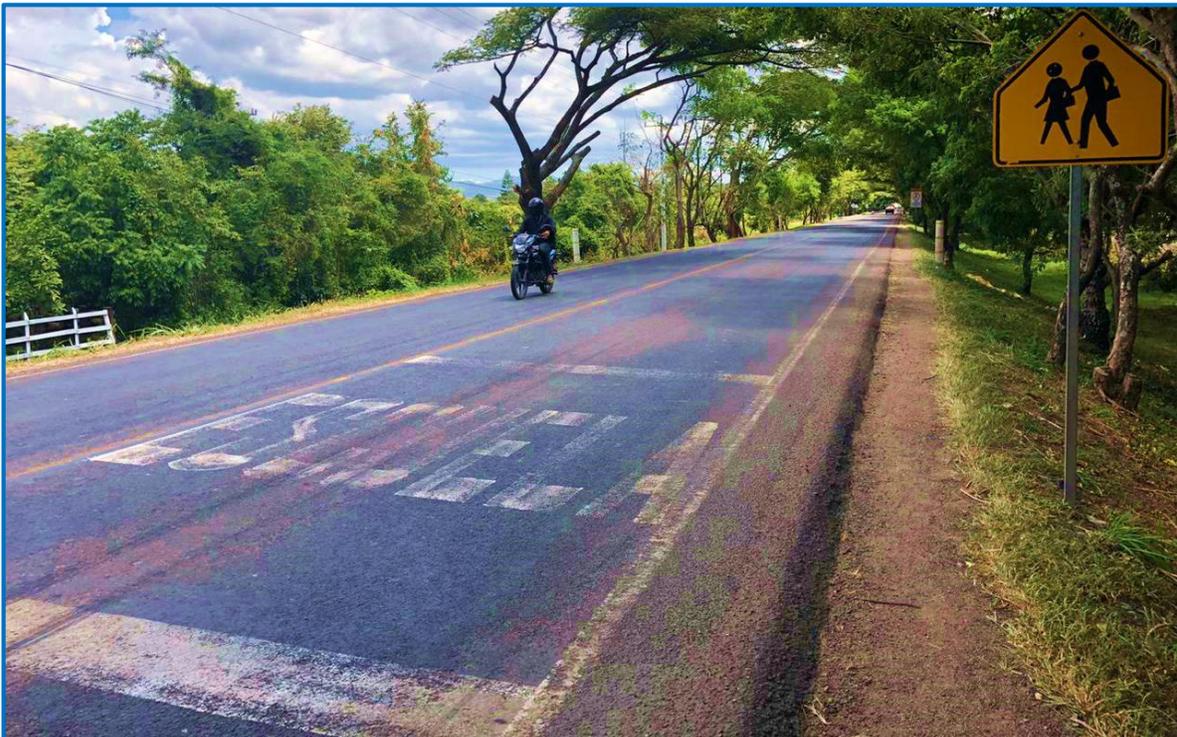
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 82. “ESCUELA” Tramo Anterior Hacia Campus Médico.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 83. “ESCUELA” KM 154.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 84. “ALTO” Empalme Estelí - San Juan de Limay Km 158.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**ix. USO DE SUELOS.**

**Imagen No. 85. Establecimiento de Zonas Francas junto a Tramo Carretero.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 86. Establecimiento de Fabrica Industrial Cervecera.**



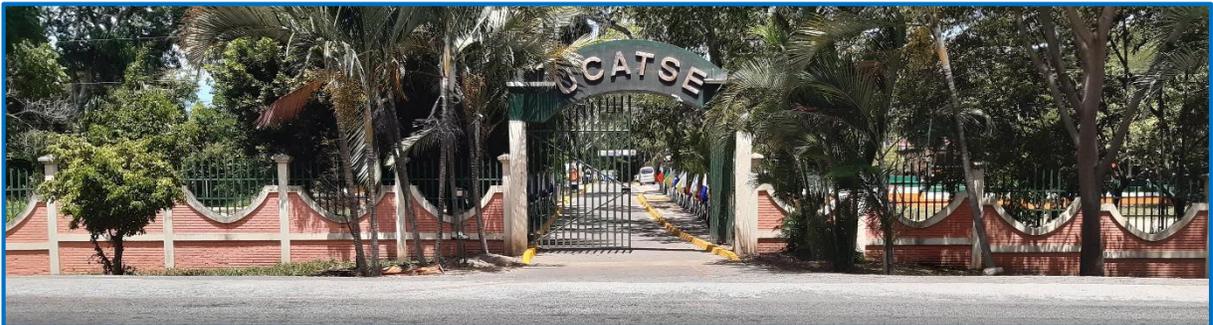
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 87. Establecimiento de Áreas Residenciales.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 88. Establecimiento de Instalación Universitaria UCATSE.**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Tabla No. 71. Disposición de Uso de Suelos por Banda.**

Zona	Long. Tributaria		USO SUELO	
	BD	BI	Total	%
Comercial	58	0	58	0%
Industrial	309	1142	1451	5%
Escolar	900	718	1618	5%
Residencial	1705	2946	4651	16%
Agrícola	3506	3369	6875	23%
Ganadera	663	0	663	2%
Área Verde	7859	6825	14684	49%
<b>TOTAL</b>			<b>30000</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Datos Levantados por Sustentantes.

**x. SEÑALES VERTICALES.**

**Imagen No. 90. Señal Vertical (1).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 89. Señal Vertical (2).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 92. Señal Vertical (3).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

**Imagen No. 91. Señal Vertical (4).**



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

# **ANEXO D**

Tabla No. 72. Aforo de Velocidades N-S, KM 153+720.

CONTEO VEHICULAR No.1																									
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000																		Sentido N-S							
ESTACION: KM 153+720																		Dist <sub>A-B</sub> = 100 mts		Sentido S-N					
Moto		Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros				Pesados de Carga													
		Autos		Jeep		Camionetas		Mbus		MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4		T3S2		T3S3	
7.6 seg	48 Kph	8.98 seg	41 Kph	4 seg	90 Kph	3.58 seg	101 Kph	6.22 seg	58 Kph			7.5 seg	48 Kph	5.75 seg	63 Kph	5.8 seg	63 Kph	7.52 seg	48 Kph	6 seg	60 Kph	5.35 Kph	68	5.22 Kph	69
7.55 seg	48 Kph	5.09 seg	71 Kph	4.39 seg	83 Kph	4.54 seg	80 Kph	3.2 seg	113 Kph			4.3 seg	84 Kph	6.15 seg	59 Kph	5.37 seg	68 Kph	5.86 seg	62 Kph			6.16 Kph	59	5.51 Kph	66
3.7 seg	98 Kph	3.87 seg	94 Kph	5.5 seg	66 Kph	4.04 seg	90 Kph					4.21 seg	86 Kph	3.8 seg	95 Kph	6.07 seg	60 Kph	7.25 seg	50 Kph			6.46 Kph	56	5.11 Kph	71
5.67 seg	64 Kph	3.89 seg	93 Kph	3.7 seg	98 Kph	3.66 seg	99 Kph					5.07 seg	72 Kph	6.25 seg	58 Kph	3.75 seg	96 Kph								
6.06 seg	60 Kph	3.7 seg	98 Kph	6.3 seg	58 Kph	3.02 seg	120 Kph					5.6 seg	65 Kph	5.75 seg	63 Kph	5.5 seg	66 Kph								
4.64 seg	78 Kph	6.4 seg	57 Kph	6.2 seg	59 Kph	5.16 seg	70 Kph					8.28 seg	44 Kph	6.47 seg	56 Kph	6.5 seg	56 Kph								
6.55 seg	55 Kph	5.6 seg	65 Kph			4.4 seg	82 Kph					3.08 seg	117 Kph	8 seg	45 Kph	6.15 seg	59 Kph								
4.19 seg	86 Kph	5.67 seg	64 Kph			4.45 seg	81 Kph							8.17 seg	45 Kph	5.6 seg	65 Kph								
5.09 seg	71 Kph	5.5 seg	66 Kph			3.62 seg	100 Kph							5.31 seg	68 Kph	4.59 seg	79 Kph								
4.06 seg	89 Kph	4.2 seg	86 Kph			2.89 seg	125 Kph									5.23 seg	69 Kph								
7.6 seg	48 Kph	7.7 seg	47 Kph			4.43 seg	82 Kph									4.66 seg	78 Kph								
4.5 seg	80 Kph	6.3 seg	58 Kph			4.39 seg	83 Kph									5.24 seg	69 Kph								
6.2 seg	59 Kph	6.45 seg	56 Kph			5.48 seg	66 Kph																		
4 seg	90 Kph	5.1 seg	71 Kph			4.2 seg	86 Kph																		
4.39 seg	83 Kph	6.02 seg	60 Kph			3.88 seg	93 Kph																		
3.89 seg	93 Kph	7.5 seg	48 Kph			2.89 seg	125 Kph																		
5.11 seg	71 Kph	7.95 seg	46 Kph			7.27 seg	50 Kph																		
4.51 seg	80 Kph	6.62 seg	55 Kph			6.42 seg	57 Kph																		
7.08 seg	51 Kph	4.01 seg	90 Kph			5.9 seg	62 Kph																		
3.35 seg	108 Kph	4.78 seg	76 Kph			6 seg	60 Kph																		
6.35 seg	57 Kph	3.49 seg	104 Kph			4.5 seg	80 Kph																		
5.58 seg	65 Kph					4.58 seg	79 Kph																		
5.52 seg	66 Kph					5.22 seg	69 Kph																		
6.93 seg	52 Kph					4.8 seg	75 Kph																		
8.85 seg	41 Kph					5.6 seg	65 Kph																		
3.8 seg	95 Kph					4.91 seg	74 Kph																		
5.19 seg	70 Kph					7.37 seg	49 Kph																		
5.16 seg	70 Kph					6.15 seg	59 Kph																		
4.57 seg	79 Kph					5.37 seg	68 Kph																		
6.36 seg	57 Kph					3.43 seg	105 Kph																		
6.46 seg	56 Kph					5.28 seg	69 Kph																		
7.14 seg	51 Kph					5.82 seg	62 Kph																		
7 seg	52 Kph					3.48 seg	104 Kph																		

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 73. Aforo de Velocidades S-N, KM 153+720.

CONTEO VEHICULAR No.1																									
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000																	Sentido N-S								
ESTACION: KM 153+720																	Dist <sub>A-B</sub> = 100 mts		Sentido S-N						
Moto		Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros						Pesados de Carga											
		Autos		Jeep		Camionetas		Mbus		MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4		T3S2		T3S3	
5.29 seg	69 Kph	4.79 seg	76 Kph	3.87 seg	94 Kph	5.8 seg	63 Kph	4.61 seg	79 Kph	6.91 seg	53 Kph	4.3 seg	84 Kph	4.71 seg	77 Kph	6.85 seg	53 Kph	4.85 seg	75 Kph			5.33 seg	68 Kph		
4.5 seg	80 Kph	3.86 seg	94 Kph	5.45 seg	67 Kph	6.64 seg	55 Kph					7.2 seg	50 Kph	5.05 seg	72 Kph	4.96 seg	73 Kph					5.4 seg	67 Kph		
4.57 seg	79 Kph	6.97 seg	52 Kph	4.5 seg	80 Kph	6.88 seg	53 Kph					4.2 seg	86 Kph	5.32 seg	68 Kph	6.54 seg	56 Kph					4.45 seg	81 Kph		
6.32 seg	57 Kph	5.45 seg	67 Kph	4.65 seg	78 Kph	4.9 seg	74 Kph					4.1 seg	88 Kph	5.5 seg	66 Kph	5.89 seg	62 Kph					4.85 seg	75 Kph		
5.9 seg	62 Kph	5.2 seg	70 Kph	5.88 seg	62 Kph	5.12 seg	71 Kph					6.23 seg	58 Kph			4.59 seg	79 Kph					7 seg	52 Kph		
4.5 seg	80 Kph	4.64 seg	78 Kph	4 seg	90 Kph	5.1 seg	71 Kph					6.3 seg	58 Kph			4.97 seg	73 Kph					6.29 seg	58 Kph		
8.34 seg	44 Kph	5.41 seg	67 Kph			3.8 seg	95 Kph					4.52 seg	80 Kph			9.76 seg	37 Kph					6.29 seg	58 Kph		
6.43 seg	56 Kph	4.7 seg	77 Kph			4.85 seg	75 Kph									5.07 seg	72 Kph					5 seg	72 Kph		
5.9 seg	62 Kph	4.8 seg	75 Kph			4.4 seg	82 Kph															5.72 seg	63 Kph		
6.27 seg	58 Kph	4.13 seg	88 Kph			5.5 seg	66 Kph															4.58 seg	79 Kph		
4.87 seg	74 Kph	4.11 seg	88 Kph			4 seg	90 Kph															4.32 seg	84 Kph		
4.8 seg	75 Kph	4.84 seg	75 Kph			4.19 seg	86 Kph															4.66 seg	78 Kph		
4 seg	90 Kph	3.8 seg	95 Kph			3.6 seg	100 Kph																		
4.04 seg	90 Kph	6.2 seg	59 Kph			4.18 seg	87 Kph																		
4.78 seg	76 Kph	5.7 seg	64 Kph			3.21 seg	113 Kph																		
5.35 seg	68 Kph	5.26 seg	69 Kph			4.63 seg	78 Kph																		
5.7 seg	64 Kph	5.5 seg	66 Kph			4.76 seg	76 Kph																		
4.9 seg	74 Kph	4.33 seg	84 Kph			2.49 seg	145 Kph																		
5 seg	72 Kph	4.26 seg	85 Kph			3.21 seg	113 Kph																		
5.61 seg	65 Kph	4.78 seg	76 Kph			3.8 seg	95 Kph																		
5.9 seg	62 Kph					3.53 seg	102 Kph																		
3.6 seg	100 Kph					4.33 seg	84 Kph																		
5.44 seg	67 Kph					5.04 seg	72 Kph																		
5.6 seg	65 Kph					5.69 seg	64 Kph																		
4.45 seg	81 Kph					5.2 seg	70 Kph																		
4.92 seg	74 Kph					5.6 seg	65 Kph																		
5.87 seg	62 Kph					5.8 seg	63 Kph																		
5.62 seg	65 Kph					4.25 seg	85 Kph																		
3.41 seg	106 Kph					4.79 seg	76 Kph																		
3.67 seg	99 Kph					4.26 seg	85 Kph																		
5.29 seg	69 Kph					4.58 seg	79 Kph																		
5.24 seg	69 Kph					5.3 seg	68 Kph																		
5 seg	72 Kph					4.65 seg	78 Kph																		
4.96 seg	73 Kph					3.93 seg	92 Kph																		
4.21 seg	86 Kph					3.45 seg	105 Kph																		
5.61 seg	65 Kph					4 seg	90 Kph																		
						5.1 seg	71 Kph																		
						4.71 seg	77 Kph																		
						5.51 seg	66 Kph																		

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 74. Aforo de Velocidades N-S, KM 157+060.

CONTEO VEHICULAR No.1																									
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000																FECHA: VIERNES 13 DE SEPTIEMBRE				Sentido N-S					
ESTACION: KM 157+060																Dist A-B :100 mts				Sentido S-N					
Moto		Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros						Pesados de Carga											
		Autos		Jeep		Camionetas		Mbus		MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4		T3S2		T3S3	
6.79 seg	54 Kph	7.15 seg	51 Kph	6.84 seg	53 Kph	5.4 seg	67 Kph	7.54 seg	48 Kph	6.5 seg	56 Kph	6.89 seg	53 Kph	7 seg	52 Kph	6.35 seg	57 Kph	10.6 seg	34 Kph	6 seg	60 Kph	9.39 seg	39 Kph		
6.78 seg	54 Kph	5.8 seg	63 Kph	7.9 seg	46 Kph	5.48 seg	66 Kph			4.82 seg	75 Kph	23.04 seg	16 Kph	4.7 seg	77 Kph	6.3 seg	58 Kph	5.6 seg	65 Kph			6.13 seg	59 Kph		
5.65 seg	64 Kph	9 seg	40 Kph	7.67 seg	47 Kph	9.91 seg	37 Kph			4.89 seg	74 Kph	4.11 seg	88 Kph	3.67 seg	99 Kph	12.71 seg	29 Kph	6.82 seg	53 Kph			6.47 seg	56 Kph		
5.78 seg	63 Kph	8.9 seg	41 Kph	4 seg	90 Kph	8.07 seg	45 Kph			5.24 seg	69 Kph	7.46 seg	49 Kph	7.56 seg	48 Kph	6.51 seg	56 Kph	7.65 seg	48 Kph			5.05 seg	72 Kph		
9.54 seg	38 Kph	4.8 seg	75 Kph	4.78 seg	76 Kph	8.32 seg	44 Kph					6.53 seg	56 Kph	6.7 seg	54 Kph	4.33 seg	84 Kph	4.93 seg	74 Kph			5.47 seg	66 Kph		
4.7 seg	77 Kph	5.12 seg	71 Kph	4.7 seg	77 Kph	8.15 seg	45 Kph							6.17 seg	59 Kph	4.27 seg	85 Kph					6.46 seg	56 Kph		
6.24 seg	58 Kph	8.81 seg	41 Kph	4.65 seg	78 Kph	7.9 seg	46 Kph							4.61 seg	79 Kph	5.49 seg	66 Kph					6.28 seg	58 Kph		
6.1 seg	60 Kph	4.6 seg	79 Kph	6.02 seg	60 Kph	7.27 seg	50 Kph							7.01 seg	52 Kph	4.55 seg	80 Kph					4.98 seg	73 Kph		
8.5 seg	43 Kph	5.13 seg	71 Kph			6.63 seg	55 Kph							5.27 seg	69 Kph	7.56 seg	48 Kph								
5.7 seg	64 Kph	5.2 seg	70 Kph			4.96 seg	73 Kph									4.96 seg	73 Kph								
7.6 seg	48 Kph	7.08 seg	51 Kph			3.55 seg	102 Kph									6.8 seg	53 Kph								
7.66 seg	47 Kph	4.48 seg	81 Kph			6.22 seg	58 Kph									5.02 seg	72 Kph								
9.67 seg	38 Kph	4.2 seg	86 Kph			5.13 seg	71 Kph									5.55 seg	65 Kph								
7.28 seg	50 Kph	4.5 seg	80 Kph			4.95 seg	73 Kph									4.58 seg	79 Kph								
11.19 seg	33 Kph	10.54 seg	35 Kph			4.6 seg	79 Kph																		
3.9 seg	93 Kph	5.37 seg	68 Kph			6.23 seg	58 Kph																		
3.98 seg	91 Kph	4.68 seg	77 Kph			5.49 seg	66 Kph																		
5.79 seg	63 Kph	3.74 seg	97 Kph			5.2 seg	70 Kph																		
4.94 seg	73 Kph	5.86 seg	62 Kph			5.17 seg	70 Kph																		
4.44 seg	82 Kph	3.67 seg	99 Kph			6.72 seg	54 Kph																		
7.08 seg	51 Kph					7.3 seg	50 Kph																		
5.5 seg	66 Kph					6.8 seg	53 Kph																		
7.44 seg	49 Kph					5.95 seg	61 Kph																		
6.39 seg	57 Kph					4.15 seg	87 Kph																		
7.77 seg	47 Kph					4.12 seg	88 Kph																		
5.67 seg	64 Kph					4.62 seg	78 Kph																		
5.5 seg	66 Kph					6.92 seg	53 Kph																		
7.84 seg	46 Kph					4.58 seg	79 Kph																		
5.36 seg	68 Kph					6.05 seg	60 Kph																		
						5.33 seg	68 Kph																		
						5.39 seg	67 Kph																		
						5.1 seg	71 Kph																		
						5.2 seg	70 Kph																		

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 75. Aforo de Velocidades S-N, KM 157+060.

CONTEO VEHICULAR No.1																				
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000														FECHA: VIERNES 13 DE SEPTIEMBRE				Sentido N-S		
ESTACION: KM 157+060														Dist A-B :100 mts				Sentido S-N		
Moto	Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros				Pesados de Carga									
	Autos		Jeep		Camionetas		Mbus	MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4	T3S2	T3S3
9 seg	40 Kph	4.25 seg	85 Kph	4.69 seg	77 Kph	5.7 seg	64 Kph		4.42 seg	82 Kph	8.81 seg	41 Kph	5.4 seg	67 Kph	6.1 seg	60 Kph	5.7 seg	64 Kph	5.03 seg	72 Kph
6.7 seg	54 Kph	5.1 seg	71 Kph	6 seg	60 Kph	4.9 seg	74 Kph		9.6 seg	38 Kph	6.4 seg	57 Kph			4.9 seg	74 Kph	8.67 seg	42 Kph	9.09 seg	40 Kph
5.55 seg	65 Kph	5.8 seg	63 Kph	3.35 seg	108 Kph	6.36 seg	57 Kph				5.16 seg	70 Kph			6.98 seg	52 Kph	5.13 seg	71 Kph	8.98 seg	41 Kph
5.12 seg	71 Kph	5.5 seg	66 Kph	3.98 seg	91 Kph	5.32 seg	68 Kph				7.87 seg	46 Kph			4.5 seg	80 Kph			5.95 seg	61 Kph
4.49 seg	81 Kph	5.55 seg	65 Kph	3.87 seg	94 Kph	4.25 seg	85 Kph				4.26 seg	85 Kph			4.82 seg	75 Kph			5.34 seg	68 Kph
7.91 seg	46 Kph	5.92 seg	61 Kph	6.42 seg	57 Kph	7.6 seg	48 Kph							4.98 seg	73 Kph			5.63 seg	64 Kph	
5.9 seg	62 Kph	6.5 seg	56 Kph	4.59 seg	79 Kph	8.5 seg	43 Kph							6.7 seg	54 Kph			4.91 seg	74 Kph	
4.03 seg	90 Kph	3.99 seg	91 Kph			5.1 seg	71 Kph							4.98 seg	73 Kph			4.66 seg	78 Kph	
4.7 seg	77 Kph	3.34 seg	108 Kph			5.35 seg	68 Kph							6.99 seg	52 Kph			9.92 seg	37 Kph	
5.49 seg	66 Kph	5.35 seg	68 Kph			5.46 seg	66 Kph							5.3 seg	68 Kph			5.04 seg	72 Kph	
4.2 seg	86 Kph	4.9 seg	74 Kph			3.78 seg	96 Kph							4.8 seg	75 Kph					
5.77 seg	63 Kph	4.3 seg	84 Kph			3.93 seg	92 Kph							5.5 seg	66 Kph					
5.89 seg	62 Kph	4.6 seg	79 Kph			3.65 seg	99 Kph							4.71 seg	77 Kph					
4.52 seg	80 Kph	3.5 seg	103 Kph			4.31 seg	84 Kph							4.51 seg	80 Kph					
4.87 seg	74 Kph	7.13 seg	51 Kph			3.55 seg	102 Kph							5.95 seg	61 Kph					
5.31 seg	68 Kph	5.23 seg	69 Kph			3.74 seg	97 Kph													
4.39 seg	83 Kph	8.04 seg	45 Kph			4.33 seg	84 Kph													
4.1 seg	88 Kph	7 seg	52 Kph			3.88 seg	93 Kph													
6.15 seg	59 Kph	3.6 seg	100 Kph			6.17 seg	59 Kph													
6 seg	60 Kph					6.7 seg	54 Kph													
4.6 seg	79 Kph					5.99 seg	61 Kph													
4.52 seg	80 Kph					5.84 seg	62 Kph													
6.78 seg	54 Kph					5.29 seg	69 Kph													
5.1 seg	71 Kph					3.21 seg	113 Kph													
5.6 seg	65 Kph					4.64 seg	78 Kph													
4.6 seg	79 Kph					4.8 seg	75 Kph													
3.87 seg	94 Kph					4.47 seg	81 Kph													
5.44 seg	67 Kph					4 seg	90 Kph													
6.5 seg	56 Kph					4.85 seg	75 Kph													
5.1 seg	71 Kph					5.43 seg	67 Kph													
3.95 seg	92 Kph					3.28 seg	110 Kph													
3.41 seg	106 Kph					9.5 seg	38 Kph													
						5.42 seg	67 Kph													
						4.85 seg	75 Kph													
						5.1 seg	71 Kph													
						4.7 seg	77 Kph													
						4.2 seg	86 Kph													
						5.2 seg	70 Kph													
						8.5 seg	43 Kph													
						4.74 seg	76 Kph													
						4.41 seg	82 Kph													

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 76. Aforo de Velocidades N-S, KM 166+600.

CONTEO VEHICULAR No.1																							
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000												FECHA: VIERNES 13 DE SEPTIEMBRE 2019				Sentido N-S							
ESTACION: KM 166+600												Dist A-B :100 mts				Sentido S-N							
Moto	Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros				Pesados de Carga												
	Autos		Jeep		Camionetas		Mbus		MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4		T3S2		T3S3
5.38 seg	67 Kph	5.1 seg	71 Kph	5.79 seg	63 Kph	4.46 seg	81 Kph	5.35 seg	68 Kph		5.3 seg	68 Kph	3.44 seg	105 Kph	7.44 seg	49 Kph	7.93 seg	46 Kph		6.61 seg	55 Kph	4.95 seg	73 Kph
5.8 seg	63 Kph	3.6 seg	100 Kph	6.53 seg	56 Kph	5.87 seg	62 Kph	5.04 seg	72 Kph		5.04 seg	72 Kph	7.24 seg	50 Kph	4.6 seg	79 Kph	7.12 seg	51 Kph		5.02 seg	72 Kph		
5.04 seg	72 Kph	5.56 seg	65 Kph	4.11 seg	88 Kph	4.22 seg	86 Kph	5.45 seg	67 Kph		5.7 seg	64 Kph	4.29 seg	84 Kph	6.01 seg	60 Kph	7.44 seg	49 Kph		5.8 seg	63 Kph		
4.64 seg	78 Kph	4.98 seg	73 Kph	4.34 seg	83 Kph	5.37 seg	68 Kph	6.42 seg	57 Kph		8.18 seg	45 Kph	5.5 seg	66 Kph	6.15 seg	59 Kph				7.61 seg	48 Kph		
6.26 seg	58 Kph	4.25 seg	85 Kph	5.64 seg	64 Kph	6.2 seg	59 Kph				6.61 seg	55 Kph	5.89 seg	62 Kph	9.74 seg	37 Kph				6.75 seg	54 Kph		
3.53 seg	102 Kph	4.27 seg	85 Kph	8.3 seg	44 Kph	4.3 seg	84 Kph				5.5 seg	66 Kph	7.6 seg	48 Kph	7.45 seg	49 Kph				4.27 seg	85 Kph		
4.13 seg	88 Kph	6.91 seg	53 Kph			5.4 seg	67 Kph				5.04 seg	72 Kph	9.16 seg	40 Kph	4.42 seg	82 Kph				6.74 seg	54 Kph		
5.84 seg	62 Kph	4.96 seg	73 Kph			4.18 seg	87 Kph				5.9 seg	62 Kph	5 seg	72 Kph	4.87 seg	74 Kph				5.9 seg	62 Kph		
4.46 seg	81 Kph	5.1 seg	71 Kph			7.21 seg	50 Kph				7.7 seg	47 Kph	5.05 seg	72 Kph	8.64 seg	42 Kph				6.88 seg	53 Kph		
4.39 seg	83 Kph	4.96 seg	73 Kph			3.79 seg	95 Kph						5.66 seg	64 Kph	8.38 seg	43 Kph				6.78 seg	54 Kph		
4.43 seg	82 Kph	5.15 seg	70 Kph			7.1 seg	51 Kph								4.72 seg	77 Kph				5.4 seg	67 Kph		
4.12 seg	88 Kph	4.86 seg	75 Kph			8.1 seg	45 Kph								10.67 seg	34 Kph				5.45 seg	67 Kph		
6.85 seg	53 Kph	4.66 seg	78 Kph			5.88 seg	62 Kph								6.63 seg	55 Kph				4.68 seg	77 Kph		
5.45 seg	67 Kph	4.96 seg	73 Kph			5.38 seg	67 Kph								4.71 seg	77 Kph							
5.45 seg	67 Kph	5.66 seg	64 Kph			8.38 seg	43 Kph								5.7 seg	64 Kph							
5.45 seg	67 Kph	5.39 seg	67 Kph			4.19 seg	86 Kph								6.2 seg	59 Kph							
6.1 seg	60 Kph	5.39 seg	67 Kph			6.35 seg	57 Kph								7.77 seg	47 Kph							
4.53 seg	80 Kph	6.32 seg	57 Kph			5.8 seg	63 Kph								8.9 seg	41 Kph							
5.63 seg	64 Kph	4.95 seg	73 Kph			4.24 seg	85 Kph								8.29 seg	44 Kph							
4 seg	90 Kph	4.52 seg	80 Kph			4.04 seg	90 Kph								7.31 seg	50 Kph							
5.29 seg	69 Kph	4.33 seg	84 Kph			4.81 seg	75 Kph																
4.52 seg	80 Kph	3.82 seg	95 Kph			4.28 seg	85 Kph																
6.5 seg	56 Kph	4.78 seg	76 Kph			5.67 seg	64 Kph																
4.1 seg	88 Kph	5.06 seg	72 Kph			5.24 seg	69 Kph																
5.9 seg	62 Kph	5 seg	72 Kph			5.02 seg	72 Kph																
5.95 seg	61 Kph	8.25 seg	44 Kph			5.68 seg	64 Kph																
4.85 seg	75 Kph	6.26 seg	58 Kph			4.36 seg	83 Kph																
		6.06 seg	60 Kph			7.04 seg	52 Kph																
		4.2 seg	86 Kph			5.42 seg	67 Kph																
						3.87 seg	94 Kph																
						4.32 seg	84 Kph																
						4.32 seg	84 Kph																
						3.75 seg	96 Kph																
						4.48 seg	81 Kph																
						4.65 seg	78 Kph																
						6.26 seg	58 Kph																
						4.98 seg	73 Kph																
						5.76 seg	63 Kph																
						4.22 seg	86 Kph																
						4.98 seg	73 Kph																
						5.5 seg	66 Kph																
						5.24 seg	69 Kph																
						4.5 seg	80 Kph																
						6.63 seg	55 Kph																
						7.8 seg	47 Kph																
						9.21 seg	40 Kph																
						4.98 seg	73 Kph																
						5.15 seg	70 Kph																
						5.04 seg	72 Kph																
						5.05 seg	72 Kph																
						4.65 seg	78 Kph																
						4.98 seg	73 Kph																
						8.9 seg	41 Kph																

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla No. 77. Aforo de Velocidades S-N, KM 166+600.

CONTEO VEHICULAR No.1																								
TRAMO CARRETERO: KM 152+000 - KM 167+000														FECHA: VIERNES 13 DE SEPTIEMBRE 2019				Sentido N-S						
ESTACION: KM 166+600														Dist A-B :100 mts				Sentido S-N						
Moto	Vehiculos Livianos						Pesados de Pasajeros						Pesados de Carga											
	Autos		Jeep		Camionetas		Mbus		MB >15 P		Bus		C2 Liv		C2 > 5 ton		C3		C4		T3S2		T3S3	
5.1 seg	71 Kph	3.66 seg	99 Kph	5.3 seg	68 Kph	4.25 seg	85 Kph	5.76 seg	63 Kph	5.76 seg	63 Kph	5.21 seg	70 Kph	5.55 seg	65 Kph	4.78 seg	76 Kph	5.49 seg	66 Kph		4.75 seg	76 Kph	6.92 seg	53 Kph
6.34 seg	57 Kph	3.92 seg	92 Kph	4.8 seg	75 Kph	6.3 seg	58 Kph	3.82 seg	95 Kph			5.8 seg	63 Kph	5.41 seg	67 Kph	6.72 seg	54 Kph	6.5 seg	56 Kph		5.67 seg	64 Kph		
3.53 seg	102 Kph	5.22 seg	69 Kph	3.92 seg	92 Kph	3.59 seg	101 Kph	5.35 seg	68 Kph			4.66 seg	78 Kph	4.75 seg	76 Kph	5.09 seg	71 Kph	9.2 seg	40 Kph		5.24 seg	69 Kph		
4.2 seg	86 Kph	8.36 seg	44 Kph	7.37 seg	49 Kph	3.41 seg	106 Kph	5.93 seg	61 Kph			4.5 seg	80 Kph	4.2 seg	86 Kph	3.23 seg	112 Kph	6.27 seg	58 Kph		7.65 seg	48 Kph		
5.01 seg	72 Kph	4.7 seg	77 Kph	4.5 seg	80 Kph	6.98 seg	52 Kph					5.82 seg	62 Kph	5.5 seg	66 Kph	10.05 seg	36 Kph	6.91 seg	53 Kph		8.62 seg	42 Kph		
4.39 seg	83 Kph	4.27 seg	85 Kph	6.27 seg	58 Kph	4.83 seg	75 Kph					5.4 seg	67 Kph	5.93 seg	61 Kph	5.6 seg	65 Kph	4.03 seg	90 Kph		7.44 seg	49 Kph		
7.45 seg	49 Kph	3.96 seg	91 Kph			5.62 seg	65 Kph					6.92 seg	53 Kph	4.93 seg	74 Kph	5.15 seg	70 Kph	6.01 seg	60 Kph		5.2 seg	70 Kph		
7.36 seg	49 Kph	5.07 seg	72 Kph			3.09 seg	117 Kph					4.1 seg	88 Kph	4.22 seg	86 Kph	4.55 seg	80 Kph				4.95 seg	73 Kph		
4.02 seg	90 Kph	5.6 seg	65 Kph			6.35 seg	57 Kph					5.02 seg	72 Kph	5.8 seg	63 Kph	5.2 seg	70 Kph				5.96 seg	61 Kph		
3.96 seg	91 Kph	3.79 seg	95 Kph			6.44 seg	56 Kph							4.64 seg	78 Kph	6.61 seg	55 Kph							
5.53 seg	66 Kph	5.93 seg	61 Kph			5.96 seg	61 Kph							6.92 seg	53 Kph	5.59 seg	65 Kph							
6.84 seg	53 Kph	5.18 seg	70 Kph			7.25 seg	50 Kph									9.72 seg	38 Kph							
5.22 seg	69 Kph	6.92 seg	53 Kph			6.7 seg	54 Kph									3.55 seg	102 Kph							
4.8 seg	75 Kph					4.34 seg	83 Kph									4.76 seg	76 Kph							
5.29 seg	69 Kph					2.77 seg	130 Kph									3.75 seg	96 Kph							
4.43 seg	82 Kph					4.22 seg	86 Kph									5.8 seg	63 Kph							
4.29 seg	84 Kph					5.6 seg	65 Kph									4.5 seg	80 Kph							
4.87 seg	74 Kph					4.52 seg	80 Kph									5.94 seg	61 Kph							
6.09 seg	60 Kph					7.62 seg	48 Kph									5.03 seg	72 Kph							
5.28 seg	69 Kph					4.93 seg	74 Kph									5.02 seg	72 Kph							
9.62 seg	38 Kph					4.5 seg	80 Kph									5.02 seg	72 Kph							
9.51 seg	38 Kph					4.22 seg	86 Kph									8.24 seg	44 Kph							
3.29 seg	110 Kph					4.48 seg	81 Kph									5.22 seg	69 Kph							
4.59 seg	79 Kph					4.96 seg	73 Kph									7.2 seg	50 Kph							
5.37 seg	68 Kph					4.18 seg	87 Kph									8.8 seg	41 Kph							
5.51 seg	66 Kph					3.92 seg	92 Kph									5.35 seg	68 Kph							
4.39 seg	83 Kph					4.76 seg	76 Kph																	
5.12 seg	71 Kph					4.12 seg	88 Kph																	
4.8 seg	75 Kph					4.13 seg	88 Kph																	
4.65 seg	78 Kph					6.28 seg	58 Kph																	
4.7 seg	77 Kph					7.45 seg	49 Kph																	
4.21 seg	86 Kph					3.02 seg	120 Kph																	
5.4 seg	67 Kph					3.21 seg	113 Kph																	
						7.44 seg	49 Kph																	
						5.95 seg	61 Kph																	
						5.46 seg	66 Kph																	
						5.93 seg	61 Kph																	
						5.95 seg	61 Kph																	
						4.81 seg	75 Kph																	
						4.42 seg	82 Kph																	

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.