

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines.

**“ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD
Y PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN
VIAL DEL TRAMO DE CARRETERA
VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22.6 AL
EMPALME DE CHILAMATILLO KM
30.2 MUNICIPIO DE TIPITAPA,
DEPARTAMENTO DE MANAGUA,
2022.”**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero civil

Elaborado por:

Tutor:

Br. Fátima Isayana
Mendoza Rayo
Carnet: 2017-0359U

Br. Daniel Anselmo
Sevilla Mendoza
Carnet: 2017-0587U

Ing. Keving Roberto
Sánchez Rocha

DEDICATORIA

Este trabajo monográfico se lo dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por brindarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

Br. Daniel Anselmo Sevilla Mendoza.

DEDICATORIA

El siguiente trabajo monográfico está dedicado, a Dios, por iluminar mi camino, darme fuerzas necesarias para afrontar cada situación y no desvanecer en el intento.

A mis padres por forjarme en valores, carácter y que gracias a sus esfuerzos he logrado culminar mis estudios, a todas las personas cercanas que me apoyaron incondicionalmente en el proceso, por cada consejo, amor, por creer en mi potencial y capacidad para lograrlo.

Br. Fátima Isayana Mendoza Rayo

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo monográfico comprende todos los criterios y estudios técnicos necesarios para la realización del proyecto titulado: **“Análisis de accidentalidad y propuesta de señalización vial del tramo de carretera vieja a Tipitapa del KM 22.6 Al empalme de Chilamatillo KM 30.2 municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2022.”** Para ello se hizo uso de los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera universitaria, además de conocimientos adquiridos a través del asesoramiento de especialistas en la materia y bibliografía consultada durante la realización de este estudio.

Dicho trabajo consta de cuatro capítulos, los cuales se abordarán de la siguiente manera:

CAPITULO I. GENERALIDADES

En este capítulo se presentan todos los aspectos generales necesarios para la realización de este estudio, entre los cuales destacan los fundamentos y los objetivos que se pretenden alcanzar.

CAPITULO II. INVENTARIO VIAL

Mediante un levantamiento de campo se registran todas las características físicas y geométricas, tales como, las condiciones del pavimento, señalización vial, diseño geométrico, condiciones de tráfico, a lo largo del tramo en estudio.

CAPITULO III. AFORO VEHICULAR

En este capítulo se recopilan todos los datos precisos y fiables sobre el flujo vehicular, tales como, el número de vehículos que pasan por la vía en un intervalo de tiempo específico, se hace uso de los niveles de servicio siendo estos una

medida cualitativa que describe las condiciones operativas de una corriente de tránsito.

CAPITULO IV. ACCIDENTALIDAD VIAL

Este estudio comprende un procedimiento que logra llevar a cabo un análisis correcto y eficaz del comportamiento de los accidentes en diferentes momentos en relación tiempo y espacio, logrando así determinar la razón por la cual estos se originan con el fin de evaluarlos y definir una solución.

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	13
1.1. Introducción.....	1
1.2.1. Macro Localización.....	2
1.2.2. Micro Localización.....	3
1.3. Antecedentes	4
1.4. Justificación	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
CAPITULO II: INVENTARIO VIAL	7
2.1. Introducción	7
2.3. Clasificación funcional	8
2.4. Carpeta de rodamiento	9
2.4.1. Estado de la carpeta de rodamiento	9
2.4.2. Sección transversal de la carretera.....	12
2.5.1. Obras de drenaje mayor	14
2.5.2. Obras de drenaje menor	19
2.7.1. Dispositivos de señalización vertical.....	22
2.7.2. Postes kilométricos	29
2.7.3. Postes guías.....	30
2.7.4. Dispositivos de señalización horizontal	32
CAPITULO III. AFORO VEHICULAR	35
3.1. Introducción	35
3.2. Trabajo de campo	35
3.2.1. Clasificación vehicular.....	38
3.3. Volumen de tránsito.....	39
3.5. Estimación del tránsito promedio diario anual (TPDA)	47
3.6. Niveles de servicio.....	53
3.6. Determinación de niveles de servicio operacional (FS)	55
3.7. Determinación de niveles de servicio	56

CAPITULO IV. ACCIDENTALIDAD VIAL	33
4.1. Introducción	70
4.2. Estudio de accidentes	71
4.2.1. Accidentes por consecuencia	71
4.2.2. Accidentes por causa	72
4.2.3. Accidentes por tipología	73
4.2.4. Accidentes por kilómetro	74
4.3. Determinación de los puntos críticos	76
4.4. Magnitud del problema. Índice de accidentalidad	76
4.4.1. Índices con respecto a la población	77
4.5. Estudio de velocidad.	79
4.5.1. Tipos de velocidades	79
4.5.2. Límites de velocidad	80
4.5.3. Estudio de velocidad del tramo de carretera	81
CAPITULO V: PROPUESTA TECNICA	67
5.1. Introducción	87
5.2. Soluciones propuestas	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
Conclusiones	95
Recomendaciones	97
BIBLIOGRAFIA	98
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en el país.....	8
Tabla 2. Características físicas y geométricas de las carreteras pavimentadas con asfalto.....	9
Tabla 3. Condición de la carpeta de rodamiento.....	10
Tabla 4. Secciones transversales del tramo en estudio.....	13
Tabla 5. Dimensiones típicas de las bahías para autobuses.....	20
Tabla 6. Señales existentes en el tramo.....	23
Tabla 7. Clasificación de señales verticales según su tipo.....	27
Tabla 8. Clasificación de postes kilométricos según su estado.....	29
Tabla 9. Estado de los postes guías.....	31
Tabla 10. Señalización horizontal existente.....	34
Tabla 11. Puntos de conteo seleccionados.....	36
Tabla 12. Volumen de tránsito en cada punto de conteo.....	40
Tabla 13. Hora pico Puente rio Tipitapa, km 22+600.....	42
Tabla 14. Hora pico Campo Mitch, km 23+200.....	43
Tabla 15. Hora pico Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27+900.....	44
Tabla 16. Hora pico Empalme Chilamatillo, km 30+200.....	45
Tabla 17. Factores de ajuste del segundo cuatrimestre (Estación de mayor cobertura 300 Sébaco – Quebrada Honda).....	48
Tabla 18. TPDA Puente Rio Tipitapa Est. 22+600.....	49
Tabla 19. TPDA Campo Mitch Est. 23+200.....	50
Tabla 20. TPDA Cuce Tipitapa – Malacatoya Est. 27+900.....	51
Tabla 21. TPDA Empalme Chilamatillo Est. 30+200.....	52
Tabla 22. Niveles de servicios.....	54
Tabla 23. Características de la vía.....	58
Tabla 24. Factor de ajuste por ancho de hombros y de carril.....	59
Tabla 25. Factor de Ajuste para los puntos de acceso.....	59
Tabla 26. Factor de grado de ajuste de pendiente ATS (fg,ATS).....	61

Tabla 27. Equivalente de automóvil de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER).....	62
Tabla 28. Factores de ajuste ATS para zona de no rebase.	63
Tabla 29. Factor de ajuste por pendiente.	65
Tabla 30. Equivalente de vehículos de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER).....	66
Tabla 31. Coeficientes (a,b) PTSF para estimar BPTSF.	67
Tabla 32. Factor de ajuste para zonas de no rebase.	68
Tabla 33. Criterios para los niveles de servicio.	68
Tabla 34. Niveles de servicio en cada estación de conteo.	69
Tabla 35. índices con respecto a la población.....	78
Tabla 36. Señalización vertical.	90
Tabla 37. Estado de las líneas de pavimento.	92
Tabla 38. Estado de las señales horizontales.	92
Tabla 39. Estado de los postes kilométricos.	93
Tabla 40. Estado de los postes guía.	94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Macro localización del municipio de Tipitapa	2
Ilustración 2. Micro localización del tramo en estudio.....	3
Ilustración 3. Superficie de rodamiento de la vía en buen estado.	10
Ilustración 4. Superficie de rodamiento de la vía en estado regular.	10
Ilustración 5 Superficie de rodamiento de la vía en mal estado.....	11
Ilustración 6. Derecho de vía y secciones transversales típicas de una carretera colectora.....	12
Ilustración 7. Puente salida a Ciudadela en buen estado Est. 27+550.....	15
Ilustración 8. Caja puente Est. 28+800.....	16
Ilustración 9. Caja puente Est. 29+000.....	17
Ilustración 10. Caja puente Est. 29+400.....	18
Ilustración 11. Diseño de bahía para autobuses.....	21
Ilustración 112. Estado de los postes kilométricos.	30
Ilustración 13. Estado actual de los postes guía.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Clasificación de señales verticales según su tipo.	28
Gráfico 2. Clasificación de señales verticales según su estado.	28
Gráfico 3. Volumen de tránsito según la estación de conteo.....	40
Gráfico 4. Accidentes por consecuencia.	72
Gráfico 5. Accidentes por causa.....	73
Gráfico 6. Accidentes por tipología.....	74
Gráfico 7. Accidentes por kilómetro.....	75
Gráfico 8. Índice con respecto a la población.	78

CAPITULO I:

GENERALIDADES

1.1. Introducción

La presente investigación efectuara un análisis de accidentabilidad y propuesta de señalización vial del tramo de carretera vieja a Tipitapa del km 22.6 Al empalme de Chilamatillo km 30.2, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2022. El tramo de carretera en estudio tiene una longitud total de 7.6 km.

Esta fue la vía de acceso principal de Tipitapa, dado que fue la primera carretera que se encontraba en mejores condiciones para el tránsito vehicular en muchos años, posteriormente con la construcción de la panamericana norte que bordea el municipio de Tipitapa esta vía dejo de ser tan transitada, pero hoy en día con la el crecimiento poblacional y la diferentes fabricas que se han construido en el tramo mencionado, este ha tomado mayor importancia y está siendo nuevamente transitada con mayor frecuencia, dicho lugar presenta un problema y es la carencia de señalización vial en los 7.6 km que tiene de longitud lo que ha provocado diversos accidentes.

Es importante destacar que la señalización vial da respuesta a la necesidad de poder organizar y brindar una mejor seguridad en calles, pistas, caminos o carreteras. La integridad y vida de las personas que transitan por estas vías dependen de una buena señalización, de la atención que se le preste en el camino y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen.

Por estas razones una adecuada señalización nos permite conseguir un tráfico adecuado además de seguro. Dicho de otra manera, una carretera no sirve de nada sin una buena señalización la cual configure su funcionamiento y que también permita a todos los usuarios conocer las normas de tránsito.

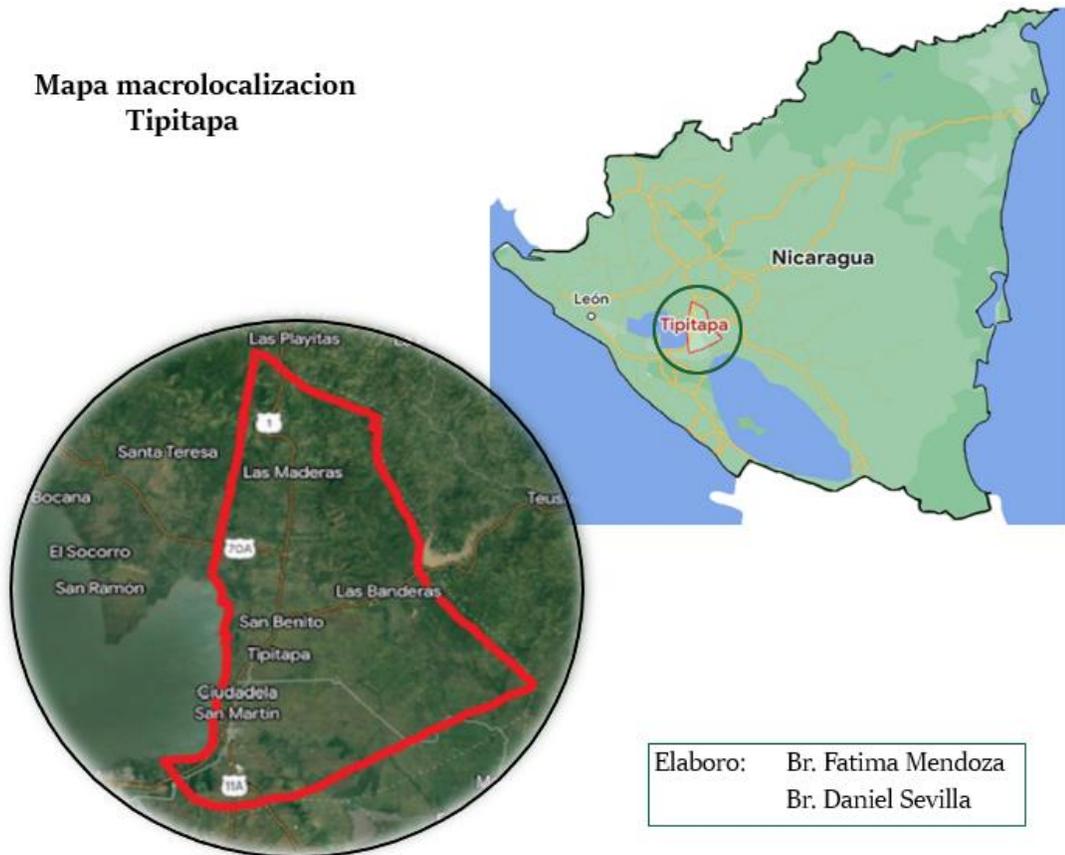
Por lo tanto, como finalidad se pretende abordar y explorar todo lo que concierne al análisis de accidentabilidad y propuesta de señalización vial del tramo de carretera Tipitapa km 22.6 al empalme de Chilamatillo km 30.2, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2022.

1.2. Localización de proyecto.

1.2.1. Macro Localización.

El tramo en estudio geográficamente se encuentra ubicado en el municipio de Tipitapa, el cual territorialmente pertenece al departamento de Managua. (Ver ilustración 1)

Ilustración 1. Macro localización del municipio de Tipitapa



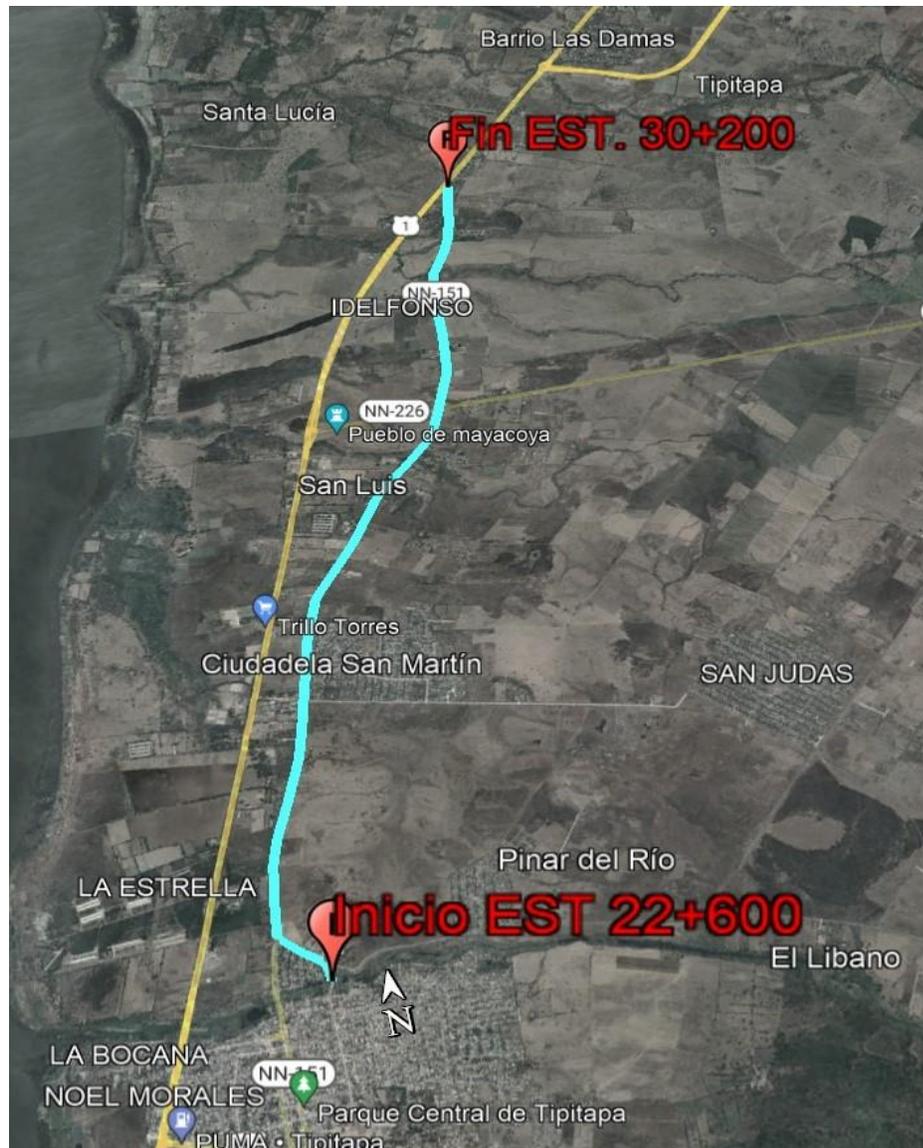
Fuente: Elaboración propia, usando el software Google Earth pro.

Link: <https://earth.google.com/web/@12.20636089,-86.09059138,53.85704739a,1706.59148725d,35y,30.49291915h,57.88731865t,-0r/data=OgMKATA>

1.2.2. Micro Localización

El tramo en estudio pertenece a un fragmento de la clasificación NIC-151, dicho tramo comienza en el kilómetro 22.60 carretera vieja a Tipitapa atravesando lugares principales y de gran afluencia como lo son los Juzgados de Tipitapa, la estación de bomberos, los poblados de ciudadela y cristo rey, hasta finalizar en el kilómetro 300 empalme Chilamatillo el cual conecta con la carretera panamericana norte. (ver ilustración 2)

Ilustración 2. Micro localización del tramo en estudio.



Fuente: Elaboración propia, usando el software Google Earth pro

1.3. Antecedentes

El tramo en estudio, “Carretera vieja Tipitapa km 22.6 al empalme de Chilamatillo km 30.2”, se estarán evaluando 7.6 kilómetros que corresponde a la clasificación NN-151, hoy en día es parte de una ruta alterna a la carretera Panamericana. El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) la denomina como una carretera panamericana vieja.

Actualmente la carretera existente está compuesta por dos carriles uno en cada dirección con sus hombros y su superficie de rodamiento un derecho de vía entre 15 a 20 mts. Esta revestida de material selecto (piedra basáltica) y Asfalto. Ya han pasado más de 40 años desde su construcción y desde entonces el volumen de tráfico y el parque automotriz del país ha aumentado debido a las instituciones gubernamentales y nuevas comarcas en el lugar.

No se conoce año exacto de la construcción de este tramo, según fuente de la alcaldía municipal de Tipitapa la registra entre los años 60s y 70s, se conoce que era una de las vías principales y muy usadas tanto para el comercio como para viajar a otros departamentos, se reconstruyó en 1998 luego del reconocido Huracán Mitch

En los últimos años, los accidentes en este tramo se han convertido en una de las principales causas de lesiones, discapacidades y defunciones, lo cual debe constituir motivo de alarma por la falta de señalización en la carretera de estudio.

En el banco de monografías de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) se encontró un estudio a nivel de monografía; “La Garita Tipitapa – Empalme San Benito”. Existen otras monografías y estudios muy importantes que fueron coordinados entre el Dpto. de Vías de Transporte de la FTC y PN de Tránsito, en varios tramos en distintas carreteras y otros en algunas partes importantes de la capital (Managua). Cada una de las investigaciones han marcado un precedente en nuestro país con respecto al interés para la mejora de la seguridad vial. Sumando a esto los aportes que ha brindado la Cuenta Reto del Milenio, La secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA)”.

1.4. Justificación

La presente investigación monográfica se llevará a cabo ante las distintas situaciones y problemática que determino que era sumamente necesario un análisis de accidentabilidad y estudio de señalización vial en la zona, dado que esta no posee señalización alguna y esto ha ocasionado diversos accidentes de tránsito dejando pérdidas materiales y pérdidas humanas.

Nicaragua un país con un incremento vehicular muy alto, tiene un déficit y es el de la señalización vial en sus carreteras, tal es el caso del tramo en estudio, la carretera vieja de Tipitapa-empalme de Chilamatillo la cual se encuentra en el municipio de Tipitapa actualmente está siendo muy transitada por todo tipo de vehículos dado que en este tramo se encuentran los bomberos, los juzgados del municipio y tiene conexión con otros barrios aledaños entre los que resalta ciudadela y cristo rey.

Actualmente los 7.6 km que tiene la carretera, carece de un 70% de señalizaciones viales (verticales y horizontales), la señal notoria en la zona es una de tipo reglamentaria (ALTO). El incremento en el índice de accidentes de tránsito se ha desarrollado debido a factores humanos como son la imprudencia peatonal o bien la falta de cortesía de los conductores.

Por lo tanto, este estudio es de suma importancia para la población, el cual es el beneficiario directo dado que teniendo una buena señalización vial en dicha zona esto preverá de accidentes a futuro, tenido así un impacto positivo para el municipio en cuestión.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general.

- Efectuar el análisis de accidentabilidad y propuesta de señalización vial del tramo de carretera vieja a Tipitapa del km 22.6 Al empalme de Chilamatillo km 30.2, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2022.”

1.5.2. Objetivos específicos.

- Analizar la situación actual de señalización horizontal y vertical, mediante un inventario vial del km 22.6 Carretera vieja Tipitapa al km 30.2 empalme Chilamatillo.
- Realizar un aforo vehicular en el tramo de carretera, Tipitapa del km 22.6 al km 30.2 empalme Chilamatillo, para conocer la tipología vehicular y el tránsito promedio diario anual del tramo
- Efectuar un análisis de accidentalidad para identificar los puntos más críticos del tramo de carretera en estudio.
- Determinar los cálculos de niveles de servicio, para conocer la calidad que ofrece el tramo en estudio a los usuarios, conforme a las ecuaciones descritas en la metodología del HCM 2010.
- Realizar propuesta de señalización vial y estudio de velocidad, basándose en el manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito. (Secretaría de Integración Económica centroamericana SIECA 2011)

CAPITULO II:

INVENTARIO VIAL

2.1. Introducción

Consiste en la recopilación sistemática y detallada de información sobre las características y condiciones de las vías en un área específica. Este inventario incluye la identificación y clasificación de las vías, así como la recopilación de datos sobre las características geométricas de las mismas, como el ancho de calzada, el número de carriles y la presencia de intersecciones. Además, se registra la información sobre la señalización vial presente en las vías, como señales de tráfico, marcas viales y dispositivos de control de tránsito.

Por otra parte, se evalúa el estado del pavimento, considerando su calidad, nivel de deterioro y la presencia de baches u otros defectos. El inventario vial también puede incluir información sobre la presencia de infraestructura complementaria, como pasos peatonales, ciclovías y áreas de estacionamiento. Por último, se recopilan datos de tráfico, como el volumen de tráfico, la velocidad promedio y los patrones de viaje, lo que permite analizar la demanda de tránsito y optimizar la operación del sistema vial. En conjunto, este inventario vial proporciona una base de datos completa y actualizada que permite a los ingenieros de tránsito tomar decisiones informadas para mejorar la seguridad, eficiencia y funcionalidad del sistema de transporte en un área determinada.

El tramo estudiado corresponde desde la carretera viaja a Tipitapa del KM 22.6 Al empalme de Chilamatillo KM 30.20. Los elementos de proyecto de carretera estarán sujetos a una amplia variedad de controles y criterios que tienen que ser tomados en cuenta.

2.2. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo realizado consiste primeramente en una inspección visual de la vía para identificarla y clasificarla según su tipo, posteriormente, se registra la ubicación y el tipo de señalización vial presente, tales como, señales de tráfico y dispositivos de control de tránsito. También se evalúa el estado del pavimento, observando su calidad, nivel de deterioro y la presencia de baches u otros defectos. Durante el trabajo de campo, se documenta la presencia de

infraestructura complementaria, como pasos peatonales, ciclovías, áreas de estacionamiento y paradas de transporte público. Por último, se recopilan datos de tráfico mediante diferentes métodos, como contar el número de vehículos que pasan en la vía durante un determinado período de tiempo. Este proceso de trabajo de campo es fundamental para obtener una base de datos completa y confiable que sirva como referencia para la realización del estudio.

2.3. Clasificación funcional

El tramo en estudio pertenece a la NIC-151, se clasifica primeramente según el tipo de construcción o superficie por lo cual dicha vía calificaría como pavimentada con asfalto, es decir, toda su superficie de rodamiento está constituida por asfalto. Ver tabla 1. Clasificación funcional de las vías del país.

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en el país.

Código	Concepto
TP	Troncal Principal
TS	Troncal Secundaria
CP	Colectora Principal
CS	Colectora Secundaria
CV	Camino Vecinal

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta la red vial de Nicaragua 2020 (MTI)

En base a lo anterior se puede clasificar la carretera en la cual se encuentra el tramo en estudio de 7.6 kilómetros (carretera vieja a Tipitapa km 22.60 empalme de Chilamatillo km 30.20, departamento de Managua).

La clasificación funcional de la carretera con código NIC-151, pertenece a la red vial de carreteras nacionales según la Red vial de Nicaragua 2020 (MTI) corresponde a una carretera Colectora Principal = Nacional Secundaria sabiendo que sirve a volúmenes de tráfico mayores de 250 veh/día, además de comunicar con cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes.

2.4. Carpeta de rodamiento

La carpeta de rodamiento está compuesta por asfalto (pavimento flexible), el cual posee una gran capacidad de adaptarse a las cargas y movimientos del tráfico, lo que lo convierte en una opción ideal para carreteras con tráfico pesado y variaciones climáticas.

El asfalto ofrece varias ventajas como pavimento flexible. Es resistente y duradero, capaz de soportar cargas pesadas y el paso constante de vehículos sin sufrir daños significativos. Además, tiene propiedades elásticas que le permiten absorber y distribuir las fuerzas generadas por el tráfico, reduciendo el desgaste y las deformaciones. En la tabla 2 se muestran las características físicas y geométricas de las carreteras pavimentadas con asfalto.

Tabla 2. Características físicas y geométricas de las carreteras pavimentadas con asfalto.

Características	Rango
Ancho de corona	6.0 - 10.0 m
Ancho de calzada	6.0 - 7.3 m
Derecho de vía	20.0 - 40.0 m
Bombeo	2.0 - 3.0 %
Velocidad de diseño	60.0 80.0 km/h
Pendiente máxima	3.0 - 8.0 %
Pendiente ponderada	0.5 - 4.5 %

Fuente: Elaboración propia tomando en cuenta la red vial de Nicaragua 2020 (MTI) pag.15.

2.4.1. Estado de la carpeta de rodamiento

La superficie de rodamiento se encuentra en un estado regular o variable ya que presenta tramos donde el pavimento presenta condiciones no aptas para su funcionalidad, así como deterioro y secciones buenas o en su mayoría regulares ya que no presenta muchas irregularidades, esta se mantiene en un estado aceptable para su tránsito. Se considera en estado regular cuando después de mantenimiento quedan pequeñas partes pronunciadas. Una carpeta de rodamiento en mal estado es aquella que presenta excavaciones producto de la

infiltración de agua a la base y sub base de la carretera y del paso continuo de vehículos de carga con exceso de peso.

La condición actual del tramo de carretera se encuentra en condiciones variables siendo estas malas, regulares y buenas en ciertos tramos. A continuación, se muestra tabla 3 con detalles de esta.

Tabla 3. Condición de la carpeta de rodamiento.

Tramo		Tipo	Estado	Longitud (ml)	Observación
Desde	Hasta				
22+600	23+950	Asfalto	Malo	1,350	Presencia de baches en la carpeta de rodamiento acompañado de fisuras
23+950	25+100	Asfalto	Regular	1,150	Leves fisuras y ancho de hombros inferior al optimo
25+100	27+000	Asfalto	Bueno	1,900	Ancho de hombro inferior al ancho optimo
28+500	30+200	Asfalto	Regular	2,200	Leves fisuras y ancho de hombros inferior al optimo

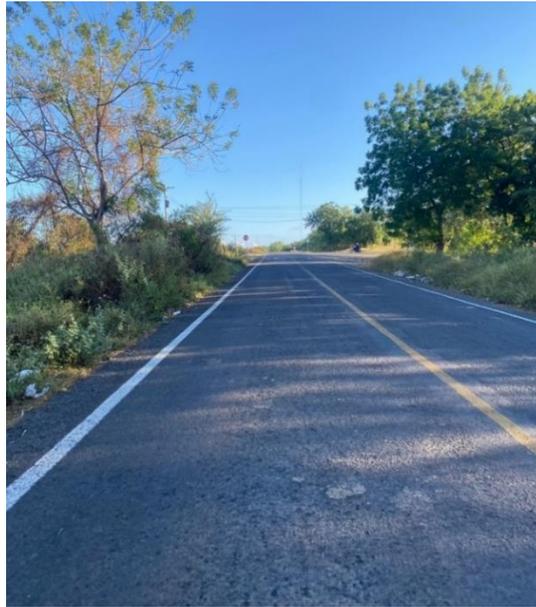
Fuente: Elaborado por Sustentantes

Ilustración 3. Superficie de rodamiento de la vía en buen estado EST. 26+150



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Ilustración 4. Superficie de rodamiento de la vía en estado regular EST. 24+600



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Ilustración 5. Superficie de rodamiento de la vía en mal estado EST. 23+190

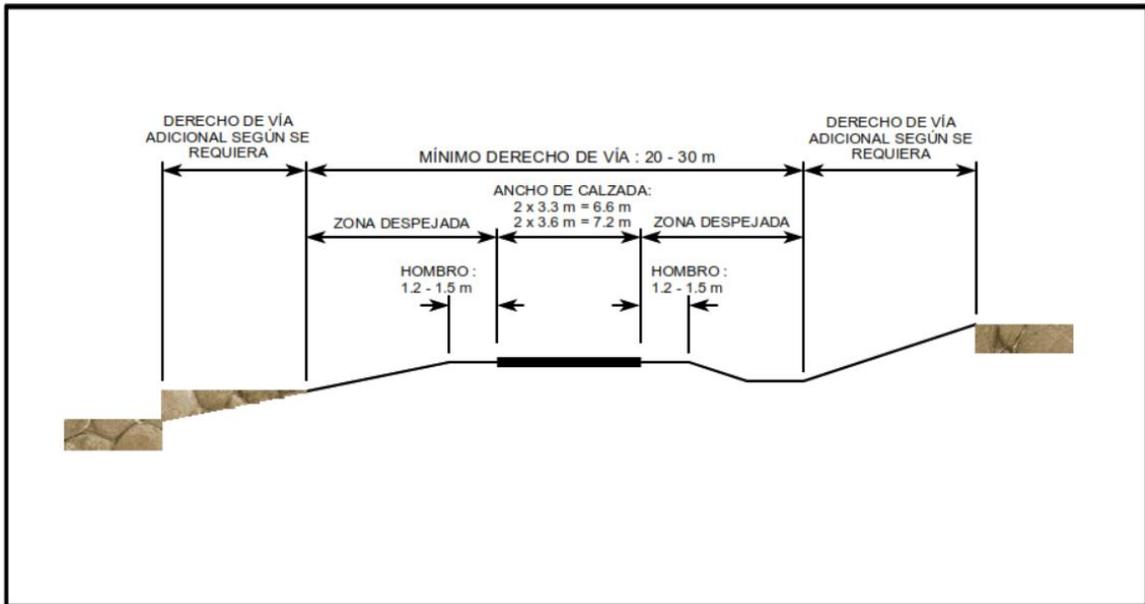


Fuente: Elaborado por Sustentantes

2.4.2. Sección transversal de la carretera

La sección transversal de una carretera es crucial para garantizar la seguridad y el flujo eficiente del tráfico. La calzada con sus carriles y señalización adecuada, permiten una circulación ordenada de los vehículos. Las bermas y los arcenes proporcionan áreas de seguridad para emergencias y estacionamiento. Las cunetas y los taludes se diseñan para un adecuado drenaje de agua y prevención de erosión. Los elementos de seguridad, como las barreras y las señales, aseguran una conducción segura. Ver ilustración 6. Derecho de vía y sección transversal típica de una colectora principal.

Ilustración 6. Derecho de vía y sección transversal típica de una carretera colectora.



Fuente: Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2004)

Según lo establecido por el Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras (2011), se tiene que, el ancho mínimo de hombro oscila entre los 1.8 y 2.5 m, en base a esto podemos determinar que en su mayoría los hombros de las secciones transversales de la vía en estudio no cumplen con lo estipulado en dicha normativa.

Por otra parte, los valores encontrados del ancho de calzada se encuentran dentro del rango permisible estipulado en la red vial de Nicaragua 2020, para carreteras pavimentadas con asfalto. Ver tabla 4. Secciones transversales del tramo en estudio.

Tabla 4. Secciones transversales del tramo en estudio.

Secciones transversales							
Estación	Tipo de terreno	Hombro		Carril		Calzada (m)	Estado
		Izq. (m)	Der. (m)	Izq. (m)	Der. (m)		
22+600	Plano	1.8	1.8	3.6	3.6	7.2	Regular
23+100	Plano	1.8	1.8	3.6	3.6	7.2	Malo
23+600	Plano	1.8	1.8	3.6	3.6	7.2	Malo
24+100	Plano	1.8	1.8	3.6	3.6	7.2	Malo
24+600	Plano	1.7	1.6	3.6	3.6	7.2	Regular
25+100	Plano	1.6	1.8	3.6	3.6	7.2	Regular
25+600	Plano	1.6	1.5	3.6	3.6	7.2	Bueno
26+100	Plano	1.5	1.7	3.6	3.6	7.2	Bueno
26+600	Plano	1.8	1.5	3.6	3.6	7.2	Bueno
27+100	Plano	1.6	1.7	3.6	3.6	7.2	Bueno
27+600	Plano	1.5	1.8	3.6	3.6	7.2	Bueno
28+100	Plano	1.7	1.6	3.6	3.6	7.2	Bueno
28+600	Plano	1.6	1.8	3.6	3.6	7.2	Regular
29+100	Plano	1.6	1.5	3.6	3.6	7.2	Regular
29+600	Plano	1.8	1.5	3.6	3.6	7.2	Regular
30+200	Plano	1.6	1.7	3.6	3.6	7.2	Regular

Fuente: Elaborado por Sustentantes

2.5. Obras de drenaje

Estos elementos desempeñan un papel crucial en la infraestructura vial al permitir el control y manejo adecuado del agua de lluvia. Estas obras son fundamentales para prevenir inundaciones, evitar daños en las carreteras y garantizar la seguridad de los usuarios.

2.5.1. Obras de drenaje mayor

Las obras de drenaje mayor en una carretera son estructuras clave que permiten el paso controlado del agua a través de la vía. Estas obras incluyen puentes y viaductos, que permiten que el agua fluya por debajo de la carretera, evitando inundaciones y daños a la infraestructura. También se incluyen alcantarillas, que son tubos o conductos que permiten el paso del agua a través de la carretera, evitando la acumulación y el estancamiento del agua. Estas obras de drenaje mayor son esenciales para garantizar la seguridad y funcionalidad de la carretera, evitando interrupciones en el tráfico y protegiendo la infraestructura vial de posibles daños causados por el agua.

A lo largo de todo el tramo solo se encuentra un puente en buen estado el cual presenta señalamiento de advertencia, existen dos cajas puentes en estado regular, las cuales no se encuentran señalizadas ni con alguna advertencia, estas presentan malezas, sedimentaciones e incluso una de ella es usada como basurero y una batería compuesta por una alcantarilla la cual presenta sedimentaciones, basura y maleza a su alrededor, esta presenta ninguna señal de advertencia. Ver ilustraciones siguientes de las obras de drenaje donde se puede observar de mejor manera las condiciones que presentan estas obras de drenaje.

Ilustración 7. Puente salida a Ciudadela Est. 27+550



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Siendo este el que mejor condición presenta con un bordillo de concreto de 7 mts a cada lado de la vía, con una entrada y salida de agua de 3.50 mts de ancho y una altura de entrada y salida de agua de 0.90mts, como podemos observar la parte inferior se encuentra con un poco de sedimentación, pero libre de maleza y de basura que obstruyan su función final, siendo lo contrario con el resto de obras de drenaje mayor a como se observa en las ilustraciones siguientes.

Ilustración 8. Caja puente con alcantarilla Est. 28+800



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Este puente o bien batería de una alcantarilla presenta un bordillo de concreto de 3.60mts, con una pantalla de concreto de 1.40mts de ancho y una altura total a nivel de carretera de 2mts, con una tubería de concreto de $\varnothing 0.60$ mts, esta presenta basura, maleza y sedimentación, obstruyendo así el flujo libre de aguas.

Ilustración 9. Caja puente Est. 29+000



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Caja puente no señalizada y se encuentra cubierta por malezas, con un bordillo de concreto en carretera de 4 mts con una entrada y salida de agua de 1.90mts de ancho y una altura de 2mts, presentando una altura total de nivel de carretera a fondo de puente de 3mts.

Ilustración 10. Caja puente Est. 29+400



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Entre las estructuras de drenaje mayor levantadas por medio del inventario vial que se realizó, se determinó que las cajas puentes no está cumpliendo con la finalidad para la cual fue diseñada y posteriormente construida, esto se debe a la falta de mantenimiento, ya que existe la presencia de sedimentos y basura, lo que causa estancamiento del flujo de agua que pasa a través del mismo.

Las estructuras de drenaje deben garantizar la correcta evacuación del flujo de agua presente en la carretera, esto, sin causar daños aguas arriba o en el lugar de evacuación de los mismos.

Según el manual Centroamericano de mantenimiento de carretera SIECA en la sección 800 - drenaje pag.188, establece como realizar la limpieza y mantenimiento para que estas puedan presentar las condiciones óptimas para su uso

2.5.2. Obras de drenaje menor

Estas obras incluyen cunetas, las cuales son canales a lo largo de los bordes de la carretera que recogen y dirigen el agua hacia puntos de salida designados, evitando la acumulación en la calzada. También se incluyen sumideros, que son aberturas en la calzada que permiten que el agua se drene hacia el sistema de alcantarillado. Además, los badenes, que son elevaciones transversales en la calzada, ayudan a desviar el agua hacia las cunetas. Estas obras de drenaje menor son esenciales para prevenir inundaciones, reducir el riesgo de accidentes y mantener la carretera en condiciones seguras para los usuarios.

Durante el recorrido realizado a lo largo de toda la vía, no se encontró ninguna obra de drenaje menor, cabe destacar que, la ausencia de cunetas, sumideros, alcantarillas u otras obras de drenaje menor a lo largo de la vía representa una preocupación en términos de seguridad y eficiencia del tránsito. Estas infraestructuras son fundamentales para el correcto manejo de las aguas pluviales, evitando la acumulación de agua en la vía y reduciendo el riesgo de inundaciones. Además, las cunetas y sumideros ayudan a mantener el pavimento en buenas condiciones, evitando el deterioro causado por el agua estancada. Es importante que se realice una evaluación y planificación adecuada para la incorporación de estas obras de drenaje, considerando las características de la vía y las condiciones climáticas de la zona, con el fin de garantizar la seguridad y fluidez del tráfico, así como la durabilidad de la infraestructura vial.

2.6. Bahías para autobuses

Las bahías para autobuses son espacios designados en la sección transversal de una carretera donde los autobuses pueden detenerse para recoger o dejar pasajeros sin interferir con el flujo de tráfico principal. Estas bahías son de gran importancia, ya que mejoran la eficiencia del tráfico, brindan seguridad a los pasajeros, facilitan el cumplimiento de horarios y vuelven más eficiente el uso del transporte público.

Según lo estipulado en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras regionales (SIECA 2011), una bahía para autobuses debería de contar con carriles cortos de aceleración y desaceleración, rampas para el acomodo de los autobuses y el acceso fácil de los pasajeros, aceras de suficientes dimensiones para la demanda de pasajeros, casetas abiertas por razones de seguridad para la protección contra la intemperie y demás accesorios como bancas, gradas, pasamanos y facilidades para minusválidos.

No obstante, a lo largo de todo el tramo en estudio con el inventario vial realizado se logró determinar las bahías para autobuses que los ciudadanos de las zonas aledañas utilizan para abordar las unidades, ninguna de las paradas se encuentra en condiciones adecuadas para atender a la población, siendo estas llamadas paradas “ilegales” dado que son las que la misma población han tomado para poder abordar las unidades de transporte.

En la tabla número 5 se observan las dimensiones típicas de las bahías para autobuses, dato obtenido de las normas para diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2011)

Tabla 5. Dimensiones típicas de las bahías para autobuses

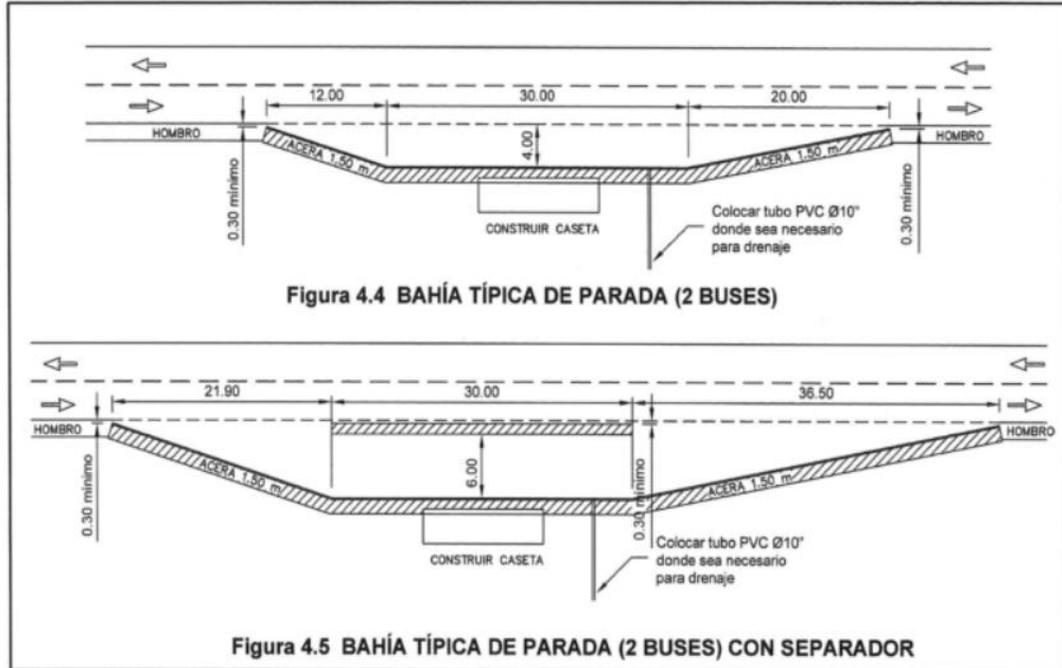
Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	10	15	15	3 - 4	40
Para dos buses	10	30	15	3 - 4	55
Para tres buses	15	45	15	3 - 4	75

Fuente: Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2011).

En el tramo de estudio las paradas de autobuses con más afluencia de personas son las siguientes: migración y extranjería EST. 22+880, Los juzgados de Tipitapa EST.24+360 y Ciudadela EST. 25+480

Ver ilustración 7. Diseño de bahía para autobuses dato obtenido de las Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2011) cap. 4 pag.150

Ilustración 7. Diseño de bahía para autobuses.



Fuente: Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2011) cap. 4
pag.150

2.7. Dispositivos de control de tránsito

Estos dispositivos se encargan de regular y gestionar el flujo de vehículos en las vías. Estos dispositivos incluyen señales de tráfico, semáforos, marcas viales, señales verticales, señales luminosas y dispositivos de control de velocidad. Estos dispositivos proporcionan información y orientación a los conductores, peatones y ciclistas, ayudando a prevenir accidentes y mantener el orden en las vías. Además, contribuyen a mejorar la eficiencia del tráfico al regular la prioridad de paso, el control de velocidad y la asignación de carriles. Los dispositivos de control de tráfico se diseñan y colocan estratégicamente para optimizar la seguridad vial, la capacidad de la vía y la fluidez del tráfico, garantizando una circulación segura y eficiente de los usuarios de la vía.

2.7.1. Dispositivos de señalización vertical

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores o 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, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

- **Restrictivas:** Señalan a los usuarios las limitaciones, prohibiciones y restricciones, cuya violación significa infracciones a la Ley de Tránsito. Su forma es rectangular, a excepción del ALTO Y CEDA EL PASO que son octagonal y triangular respectivamente. Tienen leyendas y símbolos que explican su significado. Los colores que distinguen estas señales son: rojo, blanco y negro.
- **Preventivas:** Estas señales tienen por objeto advertir a los conductores la existencia de un peligro en la vía, y además la naturaleza de ese peligro. Su forma es cuadrada y colocadas de manera diagonal, se diferencian de las reglamentarias en que no llevan leyenda, solamente símbolos. Sus colores son: amarillo y negro.
- **Informativas:** Estas señales tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario, sobre nombre y ubicaciones de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y recomendaciones que se tienen que observar.

En la siguiente tabla se muestran las señales existentes a lo largo de los 7.6 kilómetros de la carretera en estudio, en función de su estado y código, según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2014).

Tabla 6. Señales existentes en el tramo

Señal	Cód.	Est.	Estado	Ilustración
Puente Tipitapa	IG-1-2	22+600	Bueno	
Puente Tipitapa	IG-1-2	22+600	Bueno	
San Benito, San Juan de la Plywood	ID-2-4	22+800	Bueno	

Señal	Cód.	Est.	Estado	Ilustración
Tipitapa, San Benito	ID-2-4	23+200	Bueno	
Velocidad Máxima 30 KPH	R-2-1	23+350	Bueno	
Parada de bus	IS-3-1	24+600	Regular, poca visibilidad	

Señal	Cód.	Est.	Estado	Ilustración
Zona escolar a 100 m	E-1-1	26+700	Bueno	
Cruce de escolares	E-1-3	26+800	Bueno	
Giro a la izquierda	P-1-1	27+750	Bueno	

Señal	Cód.	Est.	Estado	Ilustración
Alto	R-1-1	28+000	Bueno	
Managua 30 km, San Benito 5 km	ID-1-8	30+000	Bueno	

Fuente: Elaborado por Sustentantes

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de las señales verticales según su tipo, de acuerdo al Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2014).

Tabla 7. Clasificación de señales verticales según su tipo

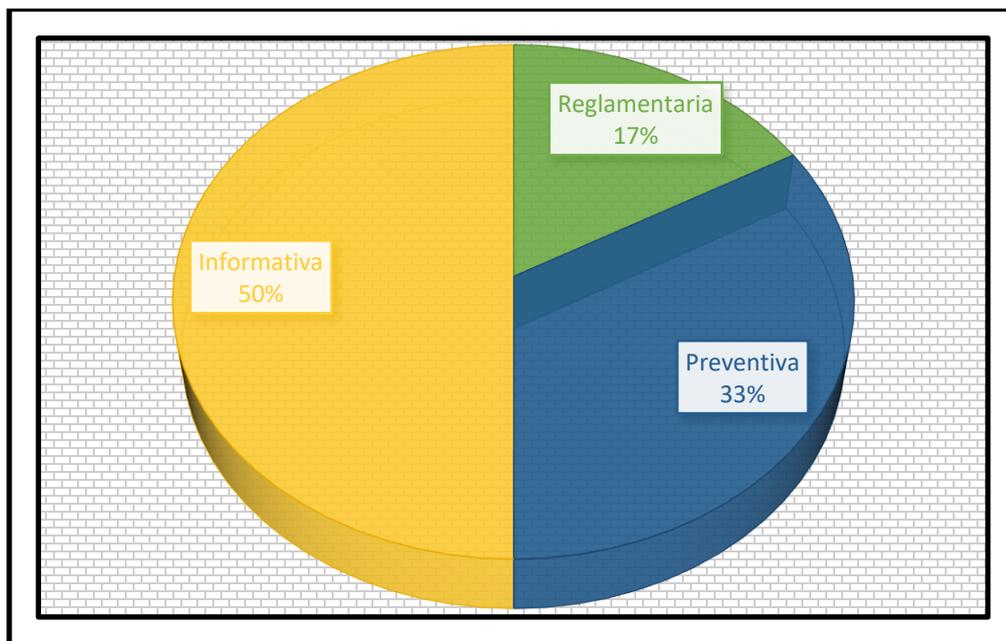
Tipo de señal	Descripción	Observación			Total por tipo	%Total por tipo
		Buen estado	Estado regular	Mal estado		
Reglamentaria	San Martín, Despacio 30 KPH, Velocidad Máxima 30 KPH	2	0	0	2	17
Preventiva	Zona escolar a 100 m, Cruce de escolares, Giro a la izquierda, Alto	4	0	0	4	33
Informativa	Puente Tipitapa, San Benito, San Juan de la Plywood, Tipitapa, San Benito, Managua 30 km, San Benito 5 km, Parada de bus	5	1	0	6	50
Total		11	1	0	12	100
%Total		92	8	0	100	

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Las señales informativas representan el 50% de todas las señales presentes en el tramo en estudio, seguidas de las señales preventivas, las cuales, representan un 33%, además, apenas se lograron encontrar 2 señales reglamentarias las cuales representan un 17% del total.

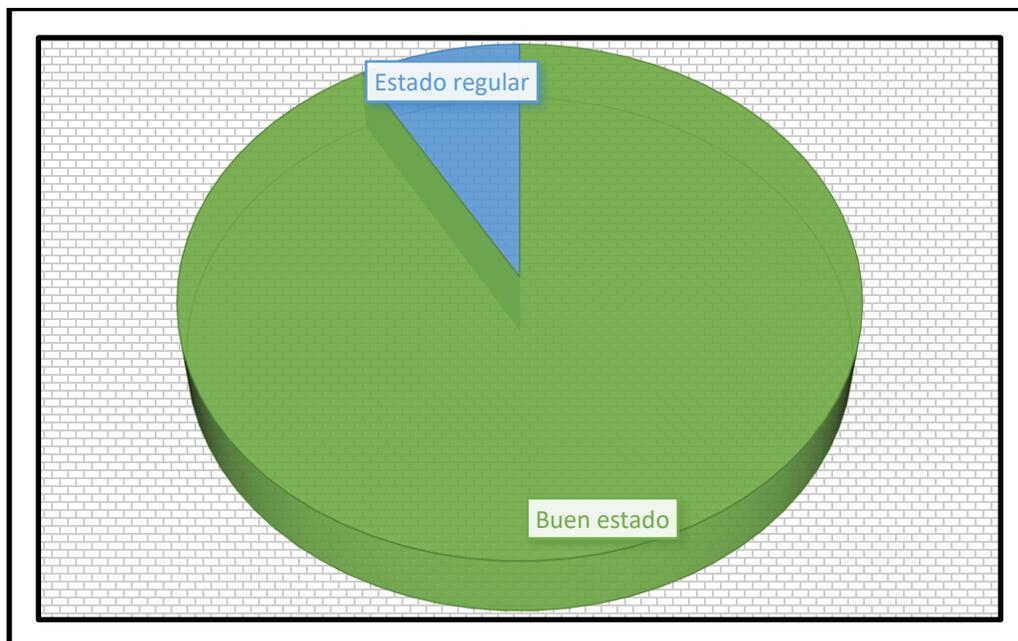
En su mayoría las pocas señales verticales encontradas están en buen estado, a excepción de una, ya que no se logra apreciar bien debido a la cantidad excesiva de maleza que la rodea y también porque está ubicada a 2 m del borde de la vía, por lo cual no cumple con la distancia lateral máxima de 1.8 m estipulada en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2014).

Gráfico 1. Clasificación de señales verticales según su tipo



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Gráfico 2. Clasificación de señales verticales según su estado



Fuente: Elaborado por Sustentantes

2.7.2. Postes kilométricos

Son elementos esenciales, ya que, desempeñan un papel fundamental en la navegación y en la gestión eficiente de las carreteras. Estos postes, colocados a lo largo de las vías, indican la distancia recorrida desde un punto de referencia determinado, lo que permite a los conductores conocer su ubicación exacta y calcular el tiempo y la distancia restante hasta su destino. Además, los postes de kilometraje son de gran utilidad para los servicios de emergencia y para los equipos de mantenimiento de carreteras, ya que proporcionan una referencia precisa para localizar incidentes o realizar trabajos en la vía.

Tabla 8. Clasificación de postes kilométricos según su estado.

Estación	Ubicación		Estado	Observaciones
	Izquierda	Derecha		
23+000		x	Bueno	Se encuentra en buenas condiciones
24+000		x	Regular	Se encuentra un poco desplazada y oculto debido a un árbol
26+000		x	Regular	Poste con deterioro de pintura y cubierto de maleza
30+000		x	Regular	Poste con deterioro de pintura

Fuente: Elaborado por Sustentantes

A lo largo del trazado de la vía se encontraron muy pocos postes kilométricos, en su mayoría en estado regular, debido a que, presentan deterioro en la pintura implementada, en el caso de otro se encuentra escondido detrás de un árbol y no se logra apreciar a como es debido, además de que las personas han creado un basurero ilegal alrededor del mismo poste ubicado en la estación 22+900.

Ilustración 12. Estado de los postes kilométricos.



Fuente: Elaborado por Sustentantes

2.7.3. Postes guías

Deben estar ubicados estratégicamente a lo largo de la vía, proporcionan una referencia visual clara para los conductores, especialmente en condiciones de baja visibilidad o durante la noche. Su presencia brinda confianza a los conductores al mantenerlos dentro de los límites de la vía y evitar salidas de esta.

Además, los postes guías también son de gran utilidad para los peatones, ya que les proporcionan una guía visual para caminar de manera segura y mantenerse alejados de los vehículos en movimiento.

Tabla 9. Estado de los postes guías.

Estación	Ubicación		Estado	Observaciones
	Izquierda	Derecha		
22+900	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
22+920	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
22+940	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
22+960	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
27+700	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
27+720	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
27+740	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
27+760	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
27+780	x	x	Regular	Poste con deterioro de pintura
29+500		x	Bueno	Poste en buenas condiciones

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Ilustración 13. Estado actual de los postes guía



Fuente: Elaborado por Sustentantes

2.7.4. Dispositivos de señalización horizontal

Las señales horizontales tienen como objetivo complementar las señales verticales indicando a los conductores las zonas indicadas para realizar diversas maniobras. El tramo en estudio consta solamente de dos carriles en los cuales las señales horizontales requieren de mantenimiento inmediato debido a las condiciones en las que se encuentran haciendo difícil su visibilidad y todo el tramo de carretera.

Las líneas de demarcación centrales (color amarillo) junto con las líneas de borde o laterales (color blanco) son las principales guías del camino indicando el ancho de los carriles y el hombro de la carretera. Estas mismas en los primeros 600 metros son prácticamente inexistentes debido al deterioro de la pintura tras el paso de tiempo el resto del tramo presenta desgaste en la pintura de igual manera.

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2014) clasifica las señales horizontales de tránsito de la siguiente manera:

a. Líneas en la calzada:

- Líneas de borde: Estas marcas viales definen los bordes de la calzada y los carriles, indicando los límites para los conductores.
- Líneas centrales: Son marcas viales que dividen la calzada en carriles y ayudan a mantener el orden y la separación entre los vehículos que circulan en direcciones opuestas.
- Líneas de separación de carriles: Son marcas viales que se utilizan para separar carriles con diferentes funciones, como carriles exclusivos para buses, carriles de alta ocupación o carriles de giro.
- Marcas de cruce peatonal: Estas marcas indican los puntos de cruce seguros para los peatones, como las líneas de paso de peatones y las líneas de detención para vehículos.
- Flechas direccionales: Son marcas viales que indican la dirección en la que los conductores deben seguir en intersecciones y giros.

b. Símbolos y leyendas:

- Señales de pare: Son marcas viales en forma de octágono con la palabra "STOP" que indican a los conductores que deben detenerse por completo en un cruce.
- Señales de ceda el paso: Son marcas viales en forma de triángulo invertido con la palabra "CEDA" que indican a los conductores que deben ceder el paso a otros vehículos en un cruce.
- Señales de prohibición: Son marcas viales que indican restricciones o prohibiciones, como la prohibición de estacionar, la prohibición de girar a la izquierda o la prohibición de adelantar.
- Señales de advertencia: Son marcas viales que alertan a los conductores sobre peligros o situaciones especiales en la vía, como curvas peligrosas, cruces de animales o zonas de trabajo.

c. Otros dispositivos:

- Marcas de áreas de trabajo: Son marcas viales utilizadas para delimitar áreas de trabajo en la vía, indicando a los conductores que deben reducir la velocidad y estar atentos a los trabajadores y equipos.
- Marcas de cruces de vías férreas: Son marcas viales que alertan a los conductores sobre la presencia de una vía férrea y la necesidad de detenerse y ceder el paso a los trenes.
- Marcas de obstáculos en la calzada: Son marcas viales que indican la presencia de obstáculos en la calzada, como topes, badenes o resaltos, para advertir a los conductores y reducir la velocidad.

Esta clasificación detallada permite una correcta identificación y comprensión de las señales horizontales de tránsito, contribuyendo a la seguridad vial y al cumplimiento de las normas de tráfico.

Tabla 10. Señalización horizontal existente

Est.	Longitud (m)	Línea Central	Líneas de borde		Flechas direccionales		Observaciones
			Der.	Izq.	Der.	Izq.	
22+700	300.00	Continua	x	x			Pintura deteriorada y borrosa
23+000	400.00	Continua	x	x			Pintura deteriorada y borrosa
23+400	1100.00	Continua	x	x		x	Pintura deteriorada y borrosa
24+600	400.00		x	x			Pintura deteriorada y borrosa
25+000	400.00						No existe ninguna señal
25+400	1350.00	Continua	x	x			Pintura deteriorada y borrosa
26+750	800.00	Continua					Paso peatonal con pintura deteriorada y borrosa
27+550	2450.00	Continua			x	x	Pintura deteriorada y borrosa
28+000							Escuela, no existe señal
30+000	200.00						No existe ninguna señal

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Mediante el levantamiento de campo se logró determinar que en su mayoría las señales existentes se encuentran con la pintura borrosa y en estado deteriorado, algunas en pésimo estado, lo cual las vuelve casi imperceptibles, además, en algunos segmentos no hay presencia de señales de ningún tipo.

CAPITULO III.

AFORO VEHICULAR

3.1. Introducción

El aforo vehicular es un proceso que consiste en recolectar datos sobre el flujo de vehículos en una determinada vía o punto de la red vial. Esta información es fundamental para comprender y analizar el comportamiento del tráfico, evaluar la capacidad y eficiencia de la infraestructura vial existente, y tomar decisiones informadas sobre la planificación y gestión del tránsito.

Dicha recolección de datos se realiza mediante la instalación de equipos y dispositivos, o bien de manera manual, lo cual nos permite registrar y recopilar datos sobre el número de vehículos que pasan por un determinado punto en un período de tiempo específico. Estos datos incluyen el volumen de tráfico, la velocidad promedio, la distribución horaria, la composición del tráfico (automóviles, motocicletas, camiones, etc.) y otros parámetros relevantes. El análisis de los resultados del aforo vehicular permite a los ingenieros de tránsito tomar decisiones informadas sobre la gestión del tráfico, como la optimización de los tiempos de semáforos, la implementación de medidas de control de velocidad, la planificación de nuevas vías o la mejora de las existentes, entre otras acciones para mejorar la movilidad y seguridad vial.

3.2. Trabajo de campo

Actualmente los trabajos de clasificación vehicular en el MTI son efectuados mediante clasificadores o contadores manuales. Para el conteo vehicular del estudio, en su forma elemental se requirió de observar en ambos sentidos de la carretera y anotar con lápiz en un formulario de clasificación vehicular.

El aforo se ejecutó en un período de tres días de la semana (martes, miércoles, jueves) en cuatro puntos distribuidos a lo largo de los 7.6 kilómetros que componen la vía, durante un periodo de doce horas continuas, comprendido entre las 6:00 de la mañana a 6:00 de la tarde, según la metodología establecida por el Anuario de Aforos de Tráfico 2020 del MTI.

Se observó el comportamiento vehicular en ambos sentidos de la carretera y posteriormente se anotó la información de acuerdo con la clasificación vehicular.

Tabla 11. Puntos de conteo seleccionados

Punto de conteo	Estación
Puente rio Tipitapa	22+600
Campo Mitch	23+200
Cruce Tipitapa-Malacatoya	27+900
Empalme Chilamatillo	30+200

Fuente: Elaborado por Sustentantes

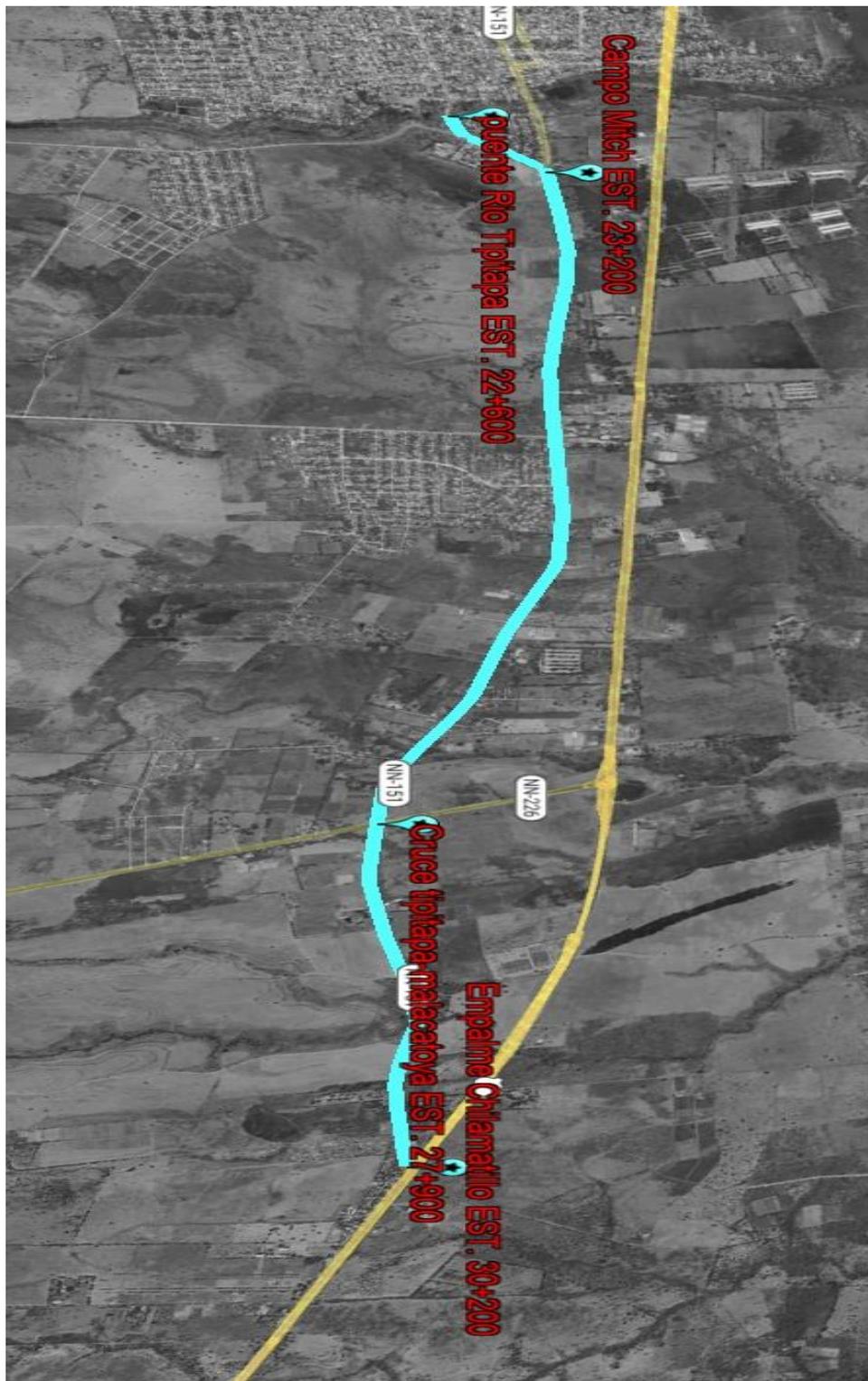
El primer punto seleccionado, se encuentra al comienzo, para captar todos los vehículos que entran, con la finalidad de contabilizar los que realizan algún desvío luego de pasar por la primera estación sobre el tramo dirigiéndose a barrios o los que se dirigen a lugares de importancia pública como es el hospital, migración y bomberos

El segundo punto de aforo se sitúa en el cruce del campo Mitch el cual es utilizado para juegos recreativos e incluso armar negocios temporales como la Barrera de Toros, este punto abarba la calle que proviene del centro de Tipitapa y de los poblados cercanos siguiendo la ruta al hospital Yolanda Mayorga.

El tercer punto, se encuentra en la desviación proveniente de la carretera panamericana Norte conectando con la carretera a Malacatoya, esto con la finalidad de observar el comportamiento al ser un punto que conecta cabeceras departamentales y arroceras o fincas de comercio.

El cuarto punto seleccionado, se encuentra luego de pasar por fábricas de alimentos para animales, así como aserraderos, punto tomado con la finalidad de observar el comportamiento del tramo final siendo, este conector principal a carretera Panamericana norte del flujo vehicular proveniente de Comunidades como Ciudadela, Cristo Rey, Los laureles, entre otros.

Ilustración 14. Ubicación puntos de conteo



Fuente: Elaboración propia, usando el software Google Earth pro.

Link:<https://earth.google.com/web/@12.20636089,86.09059138,53.85704739a,1706.59148725d,35y,30.49291915h,57.88731865t,-0r/data=OgMKATA>

3.2.1. Clasificación vehicular

Es un proceso mediante el cual se categorizan los diferentes tipos de vehículos en función de sus características físicas, dimensiones y capacidad de carga. Esta clasificación es fundamental para el diseño y planificación de la infraestructura vial, ya que permite determinar las especificaciones adecuadas de las vías, puentes, señalización y otros elementos, considerando las necesidades y características de los distintos tipos de vehículos que transitan por ellas. Además, la clasificación vehicular también es utilizada para el análisis del tráfico, la evaluación de la capacidad de las vías y la implementación de medidas de control y regulación del tránsito.

Dicha clasificación agrupa los vehículos de la siguiente manera:

- **Biciclos y triciclos:** son vehículos de dos o tres ruedas no motorizados como bicicletas, caponeras, carritos de helado, etc.
- **Motos:** Son vehículos autopropulsados de dos ruedas con o sin transporte, scooter, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor.
- **Vehículos Livianos:** Son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, automóviles, camionetas y microbuses de uso personal.
- **Vehículos Pesados de Pasajeros:** Son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (hasta de 15 pasajeros y Microbuses Medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes).
- **Vehículos Pesados de Carga:** Son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2, 3, 4, 5 y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como Agrícolas y de Construcción.
- **Otros:** Remolques halado por un vehículo liviano y de tracción animal.

Para definir los puntos de interés se identificaron los tramos más homogéneos de la demanda de modo que permitan un proceso de conteo ágil y efectivo, siendo los puntos principales de ingresos y salidas del tramo en estudio.

El conteo se realizó en los puntos: Puente rio Tipitapa (Km 22.6), Campo Mitch (Km 23.2), cruce a Los Laureles (Km 27.9), empalme Chilamatillo (Km 30.2), los cuales presentan tráfico diferentes.

Se trabajó con un formato similar al utilizado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), para periodos de 12 horas de 6:00 am a 6:00 pm, los días martes, miércoles y jueves.

3.3. Volumen de tránsito

Es la cantidad de vehículos que transitan por la vía o un punto específico durante un período de tiempo determinado. Este dato es fundamental para comprender la demanda de tráfico en una determinada área y para realizar análisis de capacidad y flujo vehicular.

El volumen de tráfico se mide a través de técnicas de recolección de datos, como el aforo vehicular, y se utiliza para la planificación y diseño de infraestructura vial, la implementación de medidas de control de tránsito y la toma de decisiones informadas sobre la gestión del tráfico en general.

El análisis efectuado se realizó tomando en cuenta el día de conteo vehicular que contenía la cifra más crítica de los cuatro puntos de conteo (Puente rio Tipitapa km 22+600, Campo Mitch, km 23+200, Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27+900, Empalme Chilamatillo, km 30+200). (ver anexo pág. XVII-XVIII, Tablas resumen aforo vehicular)

A continuación, el contenido en tabla muestra los puntos de control y la cantidad total de vehículos que transitaron por cada punto, en un intervalo de 12 horas por día específico:

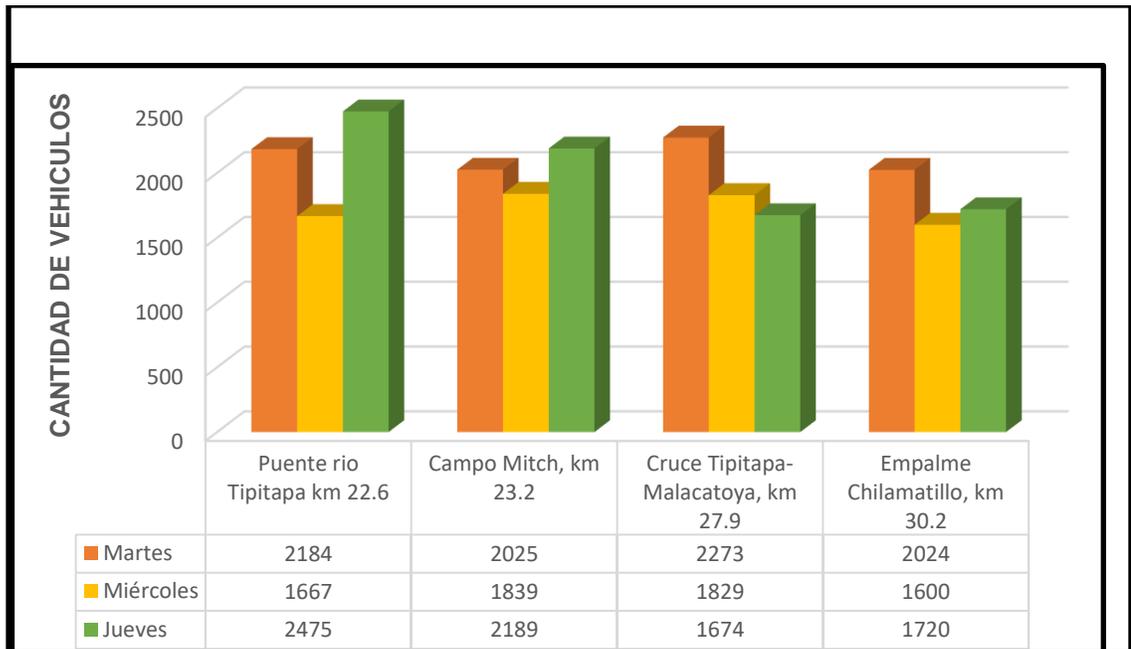
Tabla 12. Volumen de tránsito en cada punto de conteo diurno

Punto de conteo	AFORO (Veh/día)		
	Martes	Miércoles	Jueves
Puente rio Tipitapa km 22.6	2184	1667	2475
Campo Mitch, km 23.2	2025	1839	2189
Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27.9	2273	1829	1674
Empalme Chilamatillo, km 30.2	2024	1600	1720

Fuente: Elaborado por Sustentantes

De acuerdo con la tabla 12, el día martes la cantidad total de vehículos sumando las 4 estaciones fue de 8506 vehículos, el día miércoles se contabilizan en total de 6935 vehículos y el día jueves se contabilizan 8058 vehículos, lo cual nos indica que el día martes corresponde al día de mayor flujo vehicular o crítico.

Gráfico 3. Volumen de tránsito según la estación de conteo



Fuente: Elaborado por Sustentantes

3.4. Factor Hora pico

Es un parámetro utilizado para determinar el nivel de congestión y demanda de tráfico en una vía durante los períodos de mayor flujo vehicular. Se calcula comparando el volumen de tráfico en la hora pico, generalmente la hora de mayor demanda, con el volumen promedio de tráfico en el resto del día. Este factor es importante para comprender las necesidades de capacidad y diseño de la infraestructura vial, así como para identificar los momentos en los que se requieren medidas de control y regulación del tránsito.

El factor de hora pico (FHP) representa la variación en la circulación dentro de una hora. Los conteos de circulación se realizaron en periodos de 15 minutos del pico dentro de una hora. En vías multicarriles, los valores típicos del factor de hora pico varían entre 0.80 y 0.95. en las tablas siguientes tablas podemos observar horas picos por cada punto de conteo.

Tabla 13. Hora pico Puente rio Tipitapa, km 22+600

Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
6:00 -7:00 am	59	12:00-1:00 pm	30	5:00-5:15 pm	86
6:15 - 7:15	58	12:15 - 1:15	32	5:15 - 5:30	99
6:30 -7:30	64	12:30 - 1:30	27	5.30 - 5:45	105
6:45 - 7:45	64	12:45 - 1:45	26	5:45 - 6:00	85
7:00 - 8:00	64	1:00 - 2:00	59		
7:15 - 8:15	57	1:15 - 2:15	83		
7:30 - 8:30	54	1:30 - 2:30	139		
7:45 -8:45	41	1:45 - 2:45	181		
8:00 - 9:00	34	2:00 - 3:00	178		
8:15 - 9:15	33	2:15 - 3:15	183		
8:30 - 9:30	32	2:30 - 3:30	167		
8:45 - 9:45	29	2:45 - 3:45	166		
9:00 - 10:00	29	3:00 - 4:00	175		
9:15 - 10:15	33	3:15 - 4:15	184		
9:30 - 10:30	23	3:30 - 4:30	186		
9:45 - 10:45	41	3:45 - 4:45	203		
10:00 - 11:00	41	4:00 - 5:00	239		
10:15 -11:15	37	4:15 - 5:15	274		
10:30 - 11:30	48	4:30 - 5:30	329		
10:45 - 11:45	38	4:45 - 5:45	368		
11:00 - 12:00	51	5:00-6:00 pm	375		
11:15 - 12:15	57				
11:30 - 12:30	49				
11:45 - 12:45	46				

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 14. Hora pico Campo Mitch, km 23+200

Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
6:00-7:00 am	151	12:00-1:00 pm	94	6:00-6:15 am	43
6:15 - 7:15	145	12:15 - 1:15	94	6:15 - 6:30	34
6:30 -7:30	148	12:30 - 1:30	99	6.30 - 6:45	35
6:45 - 7:45	139	12:45 - 1:45	83	6:45 - 7:00	39
7:00 - 8:00	133	1:00 - 2:00	86		
7:15 - 8:15	125	1:15 - 2:15	78		
7:30 - 8.30	103	1:30 - 2:30	57		
7:45 -8:45	103	1:45 - 2:45	55		
8:00 - 9:00	87	2:00 - 3:00	43		
8:15 - 9:15	69	2:15 - 3:15	49		
8:30 - 9:30	79	2:30 - 3:30	58		
8:45 - 9:45	56	2:45 - 3:45	56		
9:00 - 10:00	62	3:00 - 4:00	54		
9:15 - 10:15	77	3:15 - 4:15	68		
9:30 - 10:30	71	3:30 - 4:30	73		
9:45 - 10:45	93	3:45 - 4:45	79		
10:00 - 11:00	97	4:00 - 5:00	93		
10:15 -11:15	86	4:15 - 5:15	93		
10:30 - 11:30	89	4:30 - 5:30	103		
10:45 - 11:45	88	4:45 - 5:45	116		
11:00 - 12:00	82	5:00-6:00 pm	121		
11:15 - 12:15	79				
11:30 - 12:30	80				
11:45 - 12:45	89				

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 15. Hora pico Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27+900

Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
6:00-7:00 am	108	12:00-1:00pm	87	5:00 - 5:15 pm	34
6:15 - 7:15	111	12:15 - 1:15	76	5:15 - 5:30	35
6:30 -7:30	116	12:30 - 1:30	66	5:30 - 5:45	36
6:45 - 7:45	111	12:45 - 1:45	57	5:45 - 6:00	41
7:00 - 8:00	108	1:00 - 2:00	72		
7:15 - 8:15	93	1:15 - 2:15	77		
7:30 - 8:30	91	1:30 - 2:30	81		
7:45 -8:45	80	1:45 - 2:45	82		
8:00 - 9:00	74	2:00 - 3:00	90		
8:15 - 9:15	79	2:15 - 3:15	83		
8:30 - 9:30	77	2:30 - 3:30	85		
8:45 - 9:45	77	2:45 - 3:45	93		
9:00 - 10:00	82	3:00 - 4:00	88		
9:15 - 10:15	81	3:15 - 4:15	92		
9:45 - 10:45	80	3:45 - 4:45	95		
10:00 - 11:00	69	4:00 - 5:00	97		
10:15 -11:15	73	4:15 - 5:15	113		
10:30 - 11:30	70	4:30 - 5:30	130		
10:45 - 11:45	85	4:45 - 5:45	132		
11:00 - 12:00	86	5:00-6:00 pm	146		
11:15 - 12:15	89				
11:30 - 12:30	95				
11:45 - 12:45	96				

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 16. Hora pico Empalme Chilamatillo, km 30+200

Hora	Volumen	Hora	Volumen	Hora	Volumen
6:00-7:00 am	135	12:00-1:00 pm	51	6:45-7:00 am	32
6:15 - 7:15	131	12:15 - 1:15	59	7:00 - 7:15	28
6:30 -7:30	137	12:30 - 1:30	63	7:15 - 7:30	44
6:45 - 7:45	145	12:45 - 1:45	47	7:30 - 7:45	41
7:00 - 8:00	141	1:00 - 2:00	50		
7:15 - 8:15	137	1:15 - 2:15	45		
7:30 - 8:30	109	1:30 - 2:30	59		
7:45 -8:45	85	1:45 - 2:45	61		
8:00 - 9:00	66	2:00 - 3:00	62		
8:15 - 9:15	59	2:15 - 3:15	62		
8:30 - 9:30	73	2:30 - 3:30	52		
8:45 - 9:45	69	2:45 - 3:45	59		
9:00 - 10:00	79	3:00 - 4:00	83		
9:15 - 10:15	77	3:15 - 4:15	86		
9:30 - 10:30	64	3:30 - 4:30	103		
9:45 - 10:45	65	3:45 - 4:45	104		
10:00 - 11:00	66	4:00 - 5:00	111		
10:15 -11:15	73	4:15 - 5:15	118		
10:30 - 11:30	82	4:30 - 5:30	131		
10:45 - 11:45	79	4:45 - 5:45	137		
11:00 - 12:00	66	5:00-6:00 pm	140		
11:15 - 12:15	60				
11:30 - 12:30	37				
11:45 - 12:45	48				

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

El factor hora pico (FHP) calculado es el Factor pico horario (FPH) real, el cual es la relación entre volumen de hora pico (VHP) y el volumen del periodo (15 minutos) de mayor demanda en la hora pico (V15), a como se determina en la ecuación 1:

$$FPH = \frac{VHP}{4 \times V15} \quad EC. 1$$

Donde:

FPH: Factor pico horario

VHP: Volumen de hora pico

V15: Volumen del periodo de 15 minutos de mayor demanda en la hora pico.

a) Puente rio Tipitapa, km 22.6

Hora pico: 4:45 – 5:45 pm.

VHP= 375 Veh/h

V15= 105 Veh.

$$FPH = \frac{375}{4 \times 105} = 0.893$$

b) Campo Mitch, km 23.2

Hora pico: 6:00 – 7:00 am.

VHP= 151 Veh/h

V15= 43 Veh.

$$FPH = \frac{151}{4 \times 43} = 0.878$$

c) Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27.9

Hora pico: 5:00 – 6:00 pm.

VHP= 146 Veh/h

V15= 41 Veh.

$$FPH = \frac{146}{4 \times 41} = 0.89$$

d) Empalme Chilamatillo, km 30.2

Hora pico: 6:45 – 7:45 am.

VHP= 145 Veh/h

V15= 44 Veh.

$$FPH = \frac{145}{4 \times 44} = 0.824$$

3.5. Estimación del tránsito promedio diario anual (TPDA).

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera y se expresa en número de vehículos por día. Este es un promedio de los conteos de 24 horas recolectados todos los días del año. Al obtenerse la información de conteo en las estaciones Permanentes, se procede a obtener los Factores de Ajuste, para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en estaciones de Control y Sumarias.

Factores utilizados en el Cálculo del TPDA.

- Factor Día: El Factor para expandir el tráfico diurno de 12 horas a tráfico diario de 24 horas se obtiene mediante los resultados correspondientes a conteos de 24 horas que no es más el cálculo de $1 + T. \text{ Nocturno} / T. \text{ Diurno}$. El valor a adoptar por defecto deberá ser 1.0 para estaciones Permanentes.
- Factores de Semana: Su valor por defecto es 1, para ajustar el tráfico promedio diario que cubre tres días de la semana (martes a jueves) al tráfico promedio diario que cubre toda la semana (lunes a Domingo).
- Factores Estacionales: Ajustan el tráfico promedio diario que cubre una semana específica o periodo del año, al TPDA.

$$\text{TPDA} = \text{TP(D)} * \text{Factor Día} * \text{Factor Ajuste Ec. 2}$$

Fuente (MTI, 2020)

Donde TP(D) es el Tránsito Promedio Diurno, mismo que será equivalente al Tráfico Promedio diario semanal cuando se afora la semana completa durante las 12 horas.

En el caso de contar solo 3 días podrán determinarse el TPDA por la expresión:

$$TPDA = TPD * Factor Dia * Factor Semana * Factor Ajuste \quad \text{Ec. 3.}$$

Fuente (MTI,2020)

Tabla 17. Factores de ajuste del segundo cuatrimestre (Estación de mayor cobertura 300 Sébaco – Quebrada Honda).

Descrio.	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	Mini bus	Bus	Liv. 2-5 t	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx<=5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx<=5	V.A	V.C	Otros
Factor Dia	1.29	1.36	1.32	1.32	1.3	1.25	1.29	1.31	1.5	1.58	2	1.52	1	1	1	1	1.25
Factor semana	0.99	0.99	1.02	0.95	0.88	0.95	0.96	0.87	0.88	0.95	1.57	0.84	1	1	1	1	0.87
Factor Fin de Semana	1.02	1.02	0.94	1.14	1.14	1.14	1.1	1.61	1.5	1.14	0.52	1.97	1	1	1	1	1.6
Factor Expansión a TPDA	1.01	1.08	1.14	1.08	1.79	1.79	1.03	1.09	1.18	1.12	1	1.11	1	1	1	1	1.51

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 18. TPDA Puente Rio Tipitapa Est. 22+600

Descripción	Vehículos de Pasajeros							Vehículos de carga							Otros vehículos Pesados		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Camión Cx-Rx		Tráiler Articulado Tx-Sx		Agrícola	Constru	Otros
	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	Mini bus	Bus	Liv. 2-5 t	C2	C3	Cx-Rx<=4	Cx-Rx<=5	Tx-Sx<=4	Tx-Sx<=5	V.A	V.C	Otros
Martes (TD 12h)	527	440	108	340	45	28	18	23	15	2	1	2	4	2	10	2	0
Miércoles (TD 12h)	434	321	206	278	46	17	28	27	10	7	7	3	8	6	15	4	3
Jueves (TD 12h)	592	453	119	270	56	18	23	30	18	5	2	2	3	3	10	2	0
TPD prom (12h)	518	405	144	296	49	21	23	27	14	5	3	2	5	4	12	3	1
Factor Dia	1.29	1.36	1.32	1.32	1.3	1.25	1.29	1.31	1.5	1.58	1	1	2	1.52	1	1	1.25
TPD (Vpd)	668	550	191	391	64	26	30	35	22	7	3	2	10	6	12	3	1
Factor semana	0.99	0.99	1.02	0.95	0.88	0.95	0.96	0.87	0.88	0.95	1	1	1.57	0.84	1	1	0.87
TPDs	512	448	121	257	49	17	22	26	16	5	2	2	5	3	10	2	0
Factor Expansión	1.01	1.08	1.14	1.08	1.79	1.79	1.03	1.09	1.18	1.12	1	1	1	1.11	1	1	1.51
TPDA	668	588	222	401	100	45	29	33	22	8	3	2	16	5	12	3	2

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 19. TPDA Campo Mitch Est. 23+200

Descripción	vehículos de Pasajeros							vehículos de carga							Otros vehículos Pesados		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Tráiler Articulado Tx-Sx		Camión Remolque Cx-Rx		Agrícolas	Construc.	Otros
	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	Mini bus	Bus	Liv. 2-5 t	C2	C3	Cx-Rx<=4	Cx-Rx<=5	Tx-Sx<=4	Tx-Sx<=5	V.A	V.C	Otros
Martes (TD 12h)	447	586	494	153	339	50	23	22	12	7	0	3	0	1	0	4	0
Miércoles (TD 12h)	409	412	210	120	331	61	22	20	7	9	0	8	3	1	1	4	2
Jueves (TD 12h)	442	629	574	120	378	74	61	70	34	14	0	3	1	1	0	4	3
TPD prom (12h)	433	542	426	131	349	62	35	37	18	10	0	5	1	1	0	4	2
Factor Dia	1.29	1.36	1.32	1.32	1.3	1.25	1.29	1.31	1.5	1.58	1	1	2	1.52	1	1	1.25
TPD (Vpd)	558	738	562	173	454	77	46	49	27	16	0	5	3	2	0	4	2
Factor semana	0.99	0.99	1.02	0.95	0.88	0.95	0.96	0.87	0.88	0.95	1	1	1.57	0.84	1	1	0.87
TPDs	428	537	435	124	307	59	34	32	16	10	0	5	2	1	0	4	1
Factor Expansión	1.01	1.08	1.14	1.08	1.79	1.79	1.03	1.09	1.18	1.12	1	1	1	1.11	1	1	1.51
TPDA	558	789	654	177	715	131	45	46	28	17	0	5	4	1	0	4	3

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 20. TPDA Cuce Tipitapa – Malacatoya Est. 27+900

Descripción	vehículos de Pasajeros							vehículos de carga							Otros vehículos Pesados		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Tráiler Articulado Tx-Sx	Camión Remolque Cx-Rx	Agrícolas	Construc.	Otros		
	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	Mini bus	Bus	Liv. 2-5 t	C2	C3	Cx-Rx<=4	Cx-Rx<=5	Tx-Sx<=4	Tx-Sx<=5	V.A	V.C	Otros
Martes (TD 12h)	538	579	87	451	32	25	30	39	21	2	2	1	10	0	7	2	1
Miércoles (TD 12h)	508	470	80	204	25	14	31	20	14	5	0	3	8	3	14	2	0
Jueves (TD 12h)	414	466	87	165	42	28	36	35	17	4	4	5	3	2	12	3	0
TPD prom (12h)	487	505	85	273	33	22	32	31	17	4	2	3	7	2	11	2	0
Factor Dia	1.29	1.36	1.32	1.32	1.3	1.25	1.29	1.31	1.5	1.58	1	1	2	1.52	1	1	1.25
TPD (Vpd)	628	687	112	361	43	28	42	41	26	6	2	3	14	3	11	2	0
Factor semana	0.99	0.99	1.02	0.95	0.88	0.95	0.96	0.87	0.88	0.95	1	1	1.57	0.84	1	1	0.87
TPDs	482	500	86	260	29	21	31	27	15	3	2	3	11	1	11	2	0
Factor Expansión	1.01	1.08	1.14	1.08	1.79	1.79	1.03	1.09	1.18	1.12	1	1	1	1.11	1	1	1.51
TPDA	628	734	130	370	68	47	41	39	27	6	2	3	22	2	11	2	1

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 21. TPDA Empalme Chilamatillo Est. 30+200

Descripción	vehículos de Pasajeros							vehículos de carga							Otros vehículos Pesados		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Tráiler Articulado Tx-Sx		Camión Remolque Cx-Rx		Agrícolas	Construc.	Otros
	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro bus	Mini bus	Bus	Liv. 2-5 t	C2	C3	Cx-Rx<=4	Cx-Rx<=5	Tx-Sx<=4	Tx-Sx<=5	V.A	V.C	Otros
Martes (TD 12h)	510	421	74	422	40	21	34	19	44	2	3	0	4	0	6	0	0
Miércoles (TD 12h)	352	332	62	339	23	7	20	17	23	2	3	4	7	2	15	2	0
Jueves (TD 12h)	568	239	138	237	34	36	22	24	33	2	3	0	3	0	8	0	0
TPD prom (12h)	477	331	91	333	32	21	25	20	33	2	3	1	5	1	10	1	0
Factor Dia	1.29	1.36	1.32	1.32	1.3	1.25	1.29	1.31	1.5	1.58	1	1	2	1.52	1	1	1.25
TPD (Vpd)	615	450	121	439	42	27	33	26	50	3	3	1	9	1	10	1	0
Factor semana	0.99	0.99	1.02	0.95	0.88	0.95	0.96	0.87	0.88	0.95	1	1	1.57	0.84	1	1	0.87
TPDs	472	327	93	316	28	20	24	17	29	2	3	1	7	1	10	1	0
Factor Expansión	1.01	1.08	1.14	1.08	1.79	1.79	1.03	1.09	1.18	1.12	1	1	1	1.11	1	1	1.51
TPDA	615	481	140	451	66	45	32	25	52	3	3	1	15	1	10	1	0

Fuente: Elaborado por Sustentantes

3.6. Niveles de servicio

El nivel de servicio es una medida cualitativa que se encarga de describir las condiciones operativas en lo concerniente a una corriente de tránsito y como lo vean los conductores, pasajeros o ambos. También se puede decir, que el nivel de servicio es una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario. Cuando se refiere a la calidad de la vía se habla de la velocidad que un vehículo puede circular por la misma con la suficiente comodidad y seguridad.

Toda carretera es diseñada para ofrecer un servicio de calidad a los usuarios, por ello el objetivo del análisis que se llevará a cabo es verificar que la carretera siga teniendo la capacidad para brindar un tránsito seguro a todos usuarios de la misma.

El Manual de Capacidades de Carreteras establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de El HCM 2010 establece seis niveles de servicio, LOS (por sus siglas en inglés, Level of Service), identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

Tabla 22. Niveles de servicios

Niveles de servicio	
<p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos es la que elige libremente el conductor. • Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlos sin sufrir demoras. • Condiciones de circulación libre y fluida. 	
<p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos. • Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas. • Circulación estable a alta velocidad. 	
<p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> • La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos. • Aumento de demoras de adelantamiento. • Formación de colas poco consistentes. • Nivel de circulación estable. 	
<p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad reducida y regulada en función de los vehículos precedentes. • Formación de colas en puntos localizados. • Dificultad para efectuar adelantamientos. • Condiciones inestables de circulación. 	
<p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velocidades de operación bajas y volúmenes próximos a la capacidad máxima • Formación de largas colas de vehículos • Imposible efectuar adelantamientos • Define la capacidad de una carretera. 	
<p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación de largas colas y velocidades de operación muy bajas • La intensidad sobrepasa la capacidad de la vía • Circulación intermitente mediante interrupciones y rupturas de flujo • La circulación se realiza de forma forzada. 	

Fuente: Highway Capacity Manual 2000, Adaptación Propia.

3.6. Determinación de niveles de servicio operacional (FS)

3.6.1. Flujo de servicio.

Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito y su percepción por los conductores y/o pasajeros, relacionados con la velocidad, tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones y el confort.

El flujo de servicio servirá para hacer un comparativo de los diferentes niveles de servicios con las condiciones existentes de cada tramo en estudio.

$$F_s = \frac{VHMD}{FHMD} \quad EC. 4$$

Dónde:

Fs: Flujo de servicio para condiciones prevalecientes de veh / h en ambos sentidos.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda (veh / hr).

FHMD: Factor horario de máxima demanda.

a) Puente rio Tipitapa, km 22.6

VHMD= 375 Veh/h

FHMD=0.893

$$F_s = \frac{375}{0.893} = 420 \text{ veh/hr}$$

b) Campo Mitch, km 23.2

VHMD= 151 Veh/h

FHMD= 0.878

$$F_s = \frac{151}{0.878} = 172 \text{ veh/hr}$$

c) Cruce Tipitapa-Malacatoya, km 27.9

VHMD= 146 Veh/h

FHMD= 0.89

$$Fs = \frac{146}{0.89} = 165 \text{ veh/hr}$$

d) Empalme Chilamatillo, km 30.2

VHMD= 145 Veh/h

FHMD= 0.824

$$Fs = \frac{145}{0.824} = 176 \text{ veh/hr}$$

3.7. Determinación de niveles de servicio

Se calculará el nivel de servicio en los cuatro puntos de control (km 22.6, 23.2, 27.9 y km 30.2) del tramo de carretera de dos carriles de 7.6 kilómetros de estudio. La metodología a utilizar será la del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), que clasifica las carreteras de dos carriles en tres tipos o clases:

Clase I: Son carreteras donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas; estas son las principales rutas interurbanas, conectores de los principales generadores de tráfico, rutas de cercanías diarias, o principales eslabones de redes estatales o carreteras nacionales. Estas sirven sobre todo para viajes de larga distancia, o facilita las conexiones entre las vías que sirven a viajes de larga distancia.

Clase II: Son carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a altas velocidades, que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que actúan como rutas paisajísticas o recreativas (y no como arterias principales), o pasan a través de un terreno accidentado, (donde altas velocidades de operación sería imposible).

Clase III: Son carreteras que sirven a áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser tramos de carreteras de dos carriles Clase I o Clase II que pasan a través de las pequeñas ciudades o zonas recreativas desarrolladas. En tales segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizados es notablemente mayor que en una zona rural. Estos tramos son a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad.

La carretera en estudio, ubicada en el departamento de Managua, municipio de Tipitapa y posee una longitud aproximada de 7.600 kilómetros de carretera e inicia en el puente Rio Tipitapa (Estación 22+600) y finaliza en el Empalme Chilamatillo (Estación 30+200), presenta las siguientes características:

- Esta carretera sirve a los usuarios a desplazarse a grandes distancias; La NN-151 conecta los tramos de: La Garita - Tipitapa, Tipitapa – Punta de plancha.
- Es una Carretera Colectora Principal.
- Permite a los usuarios transitar a altas velocidades en su desplazamiento.
- Este tipo de carreteras sirve a un flujo de tráfico de 250 veh/día, además de comunicar con cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes.

Según los datos mencionados anteriormente, de acuerdo con lo estipulado en el Manual HCM 2010 la carretera clasifica como Clase I.

1. Primera Estación de conteo: Puente Rio Tipitapa (Est. 22+600)

Tabla 23. Características de la vía.

Características de la vía	
NN - 151	Colectora principal
Terreno	Plano
Velocidad de carretera (mi/h)	50
Ancho de carriles (ft)	10
Ancho de hombros(ft)	2
Restricción de rebase (%)	100
Límite de velocidad (km/h)	80
Longitud del tramo	4
Características del trafico	
VHMD (veh/h)	375
FHMD	0.893
Distribución direccional	50/50

Fuente: Elaborado por Sustentantes

- Cálculo de la velocidad de flujo libre (FFS)

$$FFS = BFFS \times F_{LS} \times FA$$

Donde:

FFS: Velocidad estimada de flujo libre, (Mi/h)

BFFS: Velocidad base de flujo libre (Mi/h)

F_{LS}: Factor de ajuste por ancho de carril y de hombros (Mi/h)

FA: Factor de ajuste para los puntos de acceso

- Determinación de la Velocidad base de flujo libre (BFFS km/h)

$$BFFS = \text{velocidad limite} + \text{condicion base}$$

$$BFFS = 50mi/h + 10mi/h = 60 mi/h$$

- Determinación del Factor de Ajuste por ancho de hombros y de carril F_{LS}

Tabla 24. Factor de ajuste por ancho de hombros y de carril.

Ancho de carril (ft)	Ancho de hombros (ft)			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 09 < 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 < 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 < 12$	4.7	3	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM – 2010)

Mediante a table descrita anteriormente, podemos determinar que el factor de ajuste por ancho de hombros $F_{LS}=5.3$ mi/h

- Determinación del Factor de Ajuste para los puntos de acceso FA

Tabla 25. Factor de Ajuste para los puntos de acceso.

Puntos de acceso por milla (dos direcciones)	Reducción en FFS (Mi/h)
0	0
10	2.5
20	5
30	7.5
40	10

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM – 2010)

La determinación de este factor depende de la cantidad de intersecciones o entradas que conectan con la carretera y aportan flujo de vehículos considerable. La cantidad de entradas o intersecciones del tramo de carretera en estudio es de 8 en total.

Debido a que la longitud del tramo es de 7.6 kilómetros lo cual equivale a 4.72 millas, por ende, se procede a dividir el número de intersecciones entre la longitud del tramo en millas, dando como resultado 2 puntos de acceso por milla, este dato se interpola en la tabla anterior para determinar que $FA=0.5$ mi/h.

Al haber determinado los valores necesarios para determinar el FFS, se procede a calcularlo:

$$FFS = (60 \text{ mi/h}) \times (5.3 \text{ mi/h}) \times (0.5 \text{ mi/h})$$

$$FFS = 54.20 \text{ mi/h}$$

- Ajuste de volumen por velocidad promedio

$$V_{i,ATS} = \frac{V_i}{FHMD * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}}$$

Donde:

$V_{i,TS}$: Porcentaje de flujo de demanda i para calcular la velocidad media de recorrido ATS (pc/h).

i : "d" (análisis en la dirección), "o" (análisis en la dirección opuesta);

V_i : Volumen de demanda para la dirección i (veh/h).

$FHMD$: Factor de Hora de máxima demanda.

$f_{g,TS}$: Factor de grado de ajuste.

$f_{HV,TS}$: Factor de ajuste por vehículos pesados.

- Determinación del Factor de grado de Ajuste $f_{g,ATS}$

A través del aforo vehicular se determinó que la distribución direccional en condiciones ideales es equivalente a 50/50, por otra parte, la restricción de rebase se encuentra en un 100%.

$$V_{vpn} = \frac{VHMD/2}{FHMD}$$

$$\text{Ambos sentidos: } V_{vpn} = \frac{VHMD/2}{FHMD} = \frac{188}{0.893} = 211 \text{ veh/h}$$

Tabla 26. Factor de grado de ajuste de pendiente ATS (fg,ATS).

Flujo de demanda unidireccional, Vvpn (veh/h)	Factor de ajuste	
	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
≥ 100	1	0.67
200	1	0.75
300	1	0.83
400	1	0.9
500	1	0.95
600	1	0.97
700	1	0.98
800	1	0.99
≥ 900	1	1

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

El flujo de demanda unidireccional es el mismo en ambos sentidos debido a que se tiene una distribución direccional de 50/50, a causa de esto, se procede a interpolar entre los valores que abarquen el rango en el que se encuentre de flujo de demanda del tramo.

$$\text{Ambos sentidos } f_{g,ATS} = 1$$

- Factor de ajuste por vehículos pesados ($f_{HV,ATS}$) para ATS

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

Donde:

$f_{HV,ATS}$: Factor de ajuste de vehículos pesados para la estimación de ATS.

PT: proporción de camiones en el flujo de tráfico, (decimal).

PR: proporción de vehículos recreativos en el flujo de tráfico, (decimal).

ET: Equivalente de automóviles por camión.

ER: Equivalente de automóvil de pasajeros por vehículos recreativos

Los valores determinados de PT y PR son de:

$$PR = 0 \%$$

$$PT = 4 \%$$

Los valores correspondientes al equivalente de automóvil de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER) se determinan en función al factor de grado de ajuste y al tipo de terreno.

Tabla 27. Equivalente de automóvil de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER).

Tipo de vehículo	Índice de flujo de demanda direccional Vvpn (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
Camiones, ET	≥ 100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥ 900	1	1.3
RVs, ER	All flows	1	1.1

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

$$\text{Ambos sentidos ET} = 1.37$$

$$\text{Ambos sentidos ER} = 0$$

- Cálculo de factor de ajuste por vehículos pesados.

$$\text{Ambos sentidos } f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

$$\text{Ambos sentidos } f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.04 * (1.37 - 1) + 0 * (0 - 1)}$$

$$\text{Ambos sentidos } f_{HV,ATS} = 0.99$$

- Cálculo de ajuste de volumen de demanda por velocidad promedio.

$$V_{i,ATS} = \frac{V_i}{FHMD * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}}$$

$$V_{i,ATS} = \frac{188}{0.893 * 1 * 0.99}$$

Ambos sentidos $V_1 = V_2 = 213 \text{ veh/h}$

- Velocidad promedio de marcha (ATS)

$$ATS_D = FFS - 0.0076(v1 + v2)F_{NP.ATS}$$

Donde:

ATS_d : Velocidad promedio de marcha en la dirección analizada (mi/h).

FFS : Velocidad a flujo libre (mi/h).

$V1,TS$: Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis (Veh/h).

$V2,TS$: Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (Veh/h).

FNP,TS : Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis.

Tabla 28. Factores de ajuste ATS para zona de no rebase.

Índice de flujo de demanda direccional Vvpn (veh/h)	Porcentaje de zona de no rebase				
	≥ 20	40	60	80	100
	FFS ≥ 50 mi/h				
≥ 100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2	3.3	3.9	4
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1000	0.5	0.4	0.7	0.9	1.1
1200	0.6	0.4	0.7	0.8	1
1400	0.7	0.4	0.6	0.7	0.8
≥ 1600	0.8	0.4	0.5	0.5	0.5

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

Ambos sentidos $F_{NP.ATS} = 2.96$

- Cálculo de velocidad promedio de marcha.

$$ATS_D = FFS - 0.0076(v1 + v2)F_{NP.ATS}$$

$$\text{Ambos sentidos} \quad ATS_1 = ATS_2 = 54.2 \frac{mi}{h} - 0.0076(213 + 213) * 2.96$$

$$\text{Ambos sentidos} \quad ATS_1 = ATS_2 = 44.61 \frac{mi}{h}$$

- Ajustes en el flujo vehicular por demoras por no rebase

$$V_{i.PTSF} = \frac{V_i}{PHF * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF}}$$

Donde:

$V_{i,TSF}$: Flujo de demanda i para la determinación del porcentaje de demoras, (Veh/h).

i: "d" (Dirección de análisis), "o" (Dirección opuesta de análisis).

$f_{g,TSF}$: Factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de demoras.

$f_{HV,TSF}$: Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras.

- Factor de grado de ajuste por pendiente.

El factor de ajuste se determina en función del volumen de máxima demanda, con una distribución direccional de 50/50 por lo que el volumen de máxima demanda es igual a:

$$V_{vpn} = \frac{VHMD/2}{FHMD}$$

$$\text{Ambos sentidos: } V_{vpn} = \frac{375/2}{0.893} = \frac{188}{0.893} = 211 \text{ veh/h}$$

Tabla 29. Factor de ajuste por pendiente.

Flujo de demanda unidireccional, Vvpn (veh/h)	Factor de ajuste	
	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
≥ 100	1	0.73
200	1	0.8
300	1	0.85
400	1	0.9
500	1	0.96
600	1	0.97
700	1	0.99
800	1	1
≥ 900	1	1

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

$$f_{g,PTSF} = 1 \quad \text{para ambos sentidos}$$

- Determinación del Factor de ajuste por vehículos pesados ($f_{HV,PTSF}$) para determinar el porcentaje de demoras

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

Donde:

$f_{HV,PTSF}$: Factor de ajuste por vehículos pesados.

PT: Proporción de camiones en el tránsito, (decimal).

ET: Equivalencia de números de vehículos por camión

PR: Proporción de camiones en el tránsito, (decimal).

ER: Equivalencia de números de vehículos por vehículos recreacionales.

Tabla 30. Equivalente de vehículos de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER).

Tipo de vehículo	Índice de flujo de demanda direccional Vvpn (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
Camiones, ET	≥ 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1	1.4
	600	1	1.2
	700	1	1
	800	1	1
	≥ 900	1	1
RVs, ER	All flows	1	1

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

$$\text{Ambos sentidos } f_{HV.PTSF} = \frac{1}{1 + 0.04 * (1.1 - 1) + 0 * (1 - 1)}$$

$$\text{Ambos sentidos } f_{HV.PTSF} = 0.99$$

Cálculo de flujo vehicular por demoras de no rebase:

$$V_{i.PTSF} = \frac{V_I}{PHF * f_{g.PTSF} * f_{HV.PTSF}}$$

$$V_{i.PTSF} = \frac{188 \text{ veh/h}}{0.747 * 1 * 0.99}$$

$$\text{Ambos sentidos } V_{1.PTSF} = V_{2.PTSF} = 354 \text{ veh/h}$$

- Cálculo del Porcentaje de Tiempo en Seguir un vehículo (**PTSF_D**)

Este cálculo se realiza únicamente para carreteras de clase I y clase II; Las carreteras de Clase III no utilizan PTSF para determinar LOS (Niveles de Servicio).

$$PTSF_D = BPTSF_D + F_{NP.PTSF} * \left(\frac{V_{d.PTSF}}{V_{d.PTSF} + V_{0.PTSF}} \right)$$

Donde:

PTSF_d: Porcentaje de Tiempo utilizado en seguir un vehículo, (decimal).

BPTSF_d: Porcentaje base de Tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección del análisis, (decimal).

FNP,TSF: Factor de ajuste de Porcentaje de demoras siguiendo PTSF por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo de carretera en análisis.

V_d,TSF: Porcentaje de flujo de demanda en la dirección de análisis para la estimación de PTSF, (Veh/h).

V_d,TSF: Porcentaje de flujo de demanda en la dirección opuesta para la estimación de PTSF, (Veh/h).

- Cálculo del Porcentaje Base de Tiempo utilizado en seguir un vehículo en el sentido del análisis, (**BPTSF_d**).

$$BPTSF_d = 100 * [1 - e^{(av_d^b)}]$$

Tabla 31. Coeficientes (a,b) PTSF para estimar BPTSF.

Índice de flujo de demanda direccional V _{vpn} (veh/h)	Coeficiente a	Coeficiente b
≥ 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87
800	-0.0045	0.833
1000	-0.0049	0.829
1200	-0.0054	0.825
1400	-0.0058	0.821
≥ 1600	-0.0062	0.817

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

Ambos sentidos $a = -0.00144, b = 0.971$

$$BPTSF_d = 100 * [1 - e^{(-0.00144 * 210^{0.971})}]$$

Ambos sentidos $BPTSF_d = 22.8\%$

- Determinación del Factor de Ajuste para Zonas de No Rebase ($F_{NP,PTSF}$)

$$V = v_d + v_0$$

$$V = 210 \frac{veh}{h} + 210 \frac{veh}{h} = 420 \frac{veh}{h}$$

Tabla 32. Factor de ajuste para zonas de no rebase.

Índice de flujo de demanda direccional Vvpn (veh/h)	Porcentaje de zona de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
	Distribución direccional 50/50					
≥ 200	9	29.2	43.4	49.4	51	52.6
400	16.2	41	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44	44.8	46.6
1400	12.8	20	23.8	26.2	27.4	28.6
2000	10	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

$$F_{NP,PTSF} = 64.9$$

$$PTSF_D = BPTSF_D + F_{NP,PTSF} * \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{0,PTSF}} \right)$$

$$PTSF_1 = 22.8 + 64.9 * \left(\frac{210}{210 + 210} \right) = 55.25\%$$

$$PTSF_1 = 22.8 + 64.9 * \left(\frac{210}{210 + 210} \right) = 55.25\%$$

- Determinación del nivel de servicio y capacidad.

Tabla 33. Criterios para los niveles de servicio.

LOS	Carretera de clase I		Carretera de clase II	Carretera de clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	> 50 - 55	> 35 - 50	> 40 - 55	> 83.3 - 91.7
C	> 45 - 50	> 35 - 51	> 55 - 70	> 75 - 83.3
D	> 40 - 45	> 35 - 52	> 70 - 85	> 66.7 - 75
E	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2010)

Mediante la tabla mostrada anteriormente se determinará el nivel de servicio para carreteras clase I conforme al porcentaje de PTSFd el cual en este caso ambos niveles de servicio se encuentran en el nivel C para ambos sentidos.

Debido a que se aplica el mismo procedimiento de cálculo para las siguientes tres estaciones de conteo, se plantearán solo los resultados mediante una tabla de resumen.

Tabla 34. Niveles de servicio en cada estación de conteo.

Datos	Puente rio Tipitapa	Campo Mitch	Cruce Tipitapa- Malacatoya	Empalme Chilamatillo
	22+600	23+200	27+900	30+200
FFS	54.2	54.2	43.5	50.2
Vi ATS	213	344	448	395
ATS	44.61	38.4	31	34.2
Vi PTSF	354	334	439	410
PTSF	55.25	62.77	67.09	65.6
NS (PTSF)	C	C	C	C

Fuente: Elaborado por Sustentantes

La tabla anterior muestra el resultado del nivel de servicio a cada punto de control correspondiente aplicando la metodología del Manual HCM 2010, por lo cual podemos notar que el tramo en estudio está operando en condiciones regulares en las estaciones estudiadas.

CAPITULO IV.

ACCIDENTALIDAD VIAL

4.1. Introducción

Las dos principales consecuencias del problema del tránsito son los accidentes y la congestión del tránsito, de los cuales el primero es esencial y muy importante porque significa gran pérdida de vidas, lesiones y pérdidas económicas. Uno de los estudios más importantes en ingeniería de tránsito es la investigación de accidentes, diferentes soluciones implementadas a través de un adecuado análisis del problema pueden producir resultados muy valiosos, salvando muchas vidas y previniendo un gran número de lesiones.

En relación con la infraestructura vial, las investigaciones de accidentes se refieren a la identificación de los denominados puntos críticos (partes de concentración de accidentes), que tienen hasta un kilómetro de longitud, donde ocurren tres o más accidentes en tres años consecutivos. o si el número de accidentes supera el promedio de otros departamentos. Para encontrar los puntos de concentración de accidentes en la vía investigada, se analizaron los mapas de accidentes de tránsito de la Dirección General de Policía de Managua de los años 2018 hasta el 2022. El propósito del análisis no fue solo mostrar el número total de accidentes. accidentes en la carretera, a partir de los cuales se determinaría la siniestralidad, pero a partir de los datos también se clasificaron los accidentes en todas las categorías posibles para encontrar sus características y comprender mejor el fenómeno de la accidentalidad en una determinada parte de nosotros.

Gracias a estos datos de inventarios de accidentes se logró observar de una mejor manera los factores que influyen en los accidentes, se logró clasificarlos por causa, tipo, consecuencia y ubicación.

4.2. Estudio de accidentes

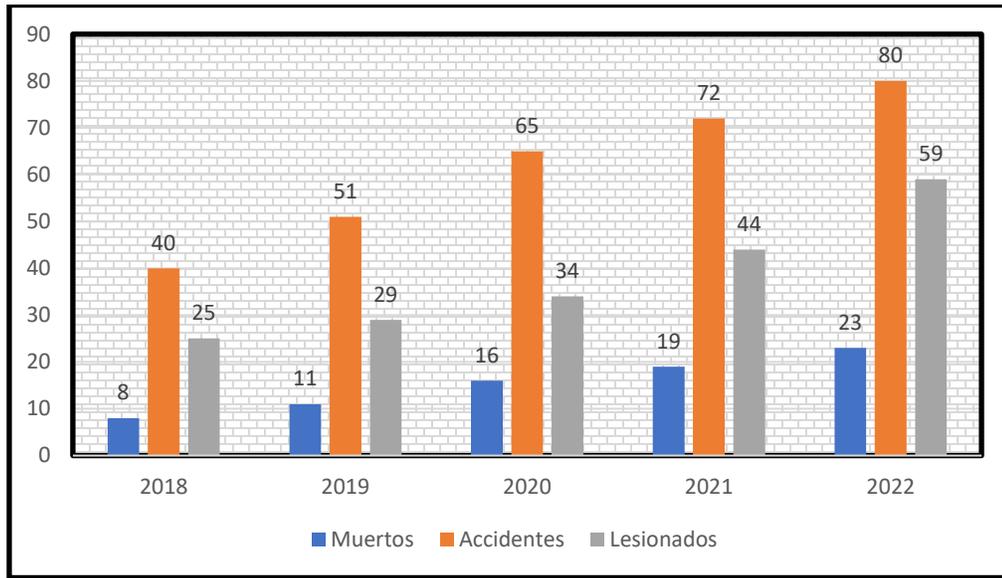
Este estudio consiste en un análisis detallado de los accidentes de tráfico ocurridos en una determinada área o vía. Este estudio tiene como objetivo identificar y comprender las causas y características de los accidentes, para poder implementar medidas y estrategias que ayuden a prevenirlos y reducir su impacto. Se recopilan datos sobre el tipo de accidente, las condiciones de la vía, el comportamiento de los conductores y otros factores relevantes, con el fin de identificar patrones y tendencias. Esta información es fundamental para la toma de decisiones informadas en cuanto a la mejora de la infraestructura vial, la implementación de medidas de seguridad, la educación vial y la aplicación de políticas de control de tránsito.

4.2.1. Accidentes por consecuencia

Los accidentes ocurridos en los últimos años en la carretera de estudio muestran un aumento significativo lo cual es alarmante. En el siguiente gráfico se puede observar que en el año 2022 ocurrieron la mayor cantidad de accidentes de tránsito en el lugar, dejando una cantidad considerable de heridos, muertos y cuantiosos daños materiales en comparación a los años anteriores.

El aumento significativo de accidentes de tránsito en la carretera de estudio es una situación preocupante, ya que representa un riesgo para la seguridad vial de los usuarios. Es importante realizar un análisis detallado de los factores que pueden estar contribuyendo a este aumento, como el estado de la infraestructura vial, el comportamiento de los conductores, las condiciones climáticas, entre otros. Con esta información, se podrán implementar medidas y estrategias específicas para reducir la cantidad de accidentes y sus consecuencias, como la mejora de la señalización y la infraestructura, la educación vial y la aplicación de políticas de control de tránsito más estrictas. Además, es fundamental promover la conciencia y responsabilidad de los conductores, fomentando el respeto a las normas de tránsito y la conducción segura. (ver anexo pág. VII, Tabla 1)

Gráfico 4. Accidentes por consecuencia.



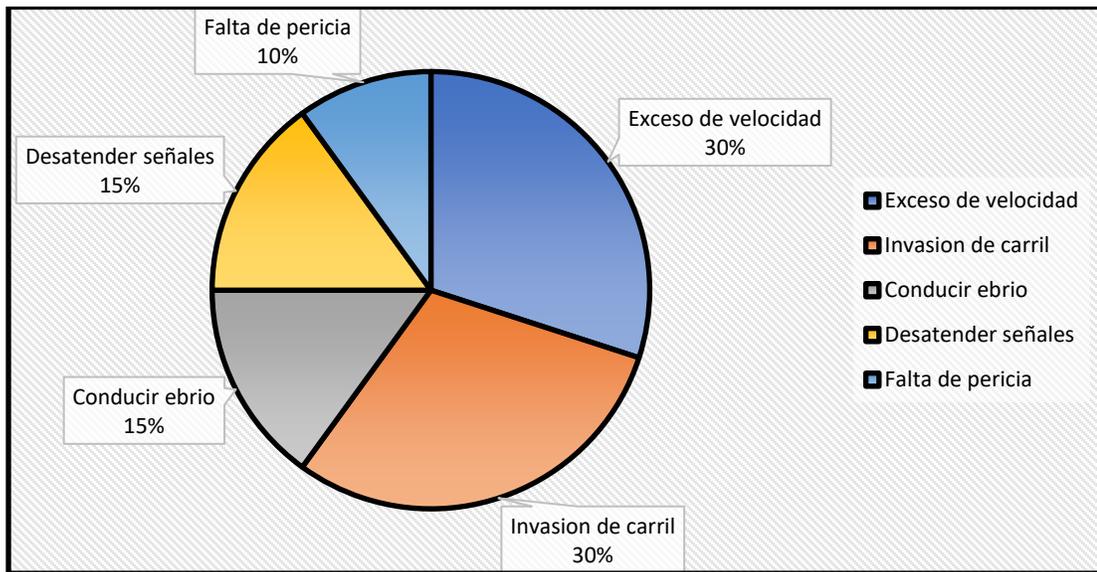
Fuente: Elaborado por Sustentantes

4.2.2. Accidentes por causa

Si los accidentes de tráfico fueran aleatorios, su número sería mínimo y cada caso sería excepcional. Sin embargo, los expertos en seguridad vial saben que el 90 por ciento de todos los accidentes son causados debido a el factor humano, mientras que el resto es causado por condiciones externas, como, por ejemplo, mal estado de las carreteras o condiciones climáticas poco favorables. En otras palabras, si tuviéramos cien accidentes en un día, noventa de ellos serían causados por el mal actuar de las personas y solo diez por ciento serían "accidentales"

Bajo el análisis que se realizó se logró determinar que la mayoría de los accidentes ocurridos son ocasionados por exceso de velocidad, conductores bajo el efecto del alcohol y la invasión de carril acompañado de la falta de pericia en los conductore y el desatender las señales. (ver anexo pág. VII)

Gráfico 5. Accidentes por causa.



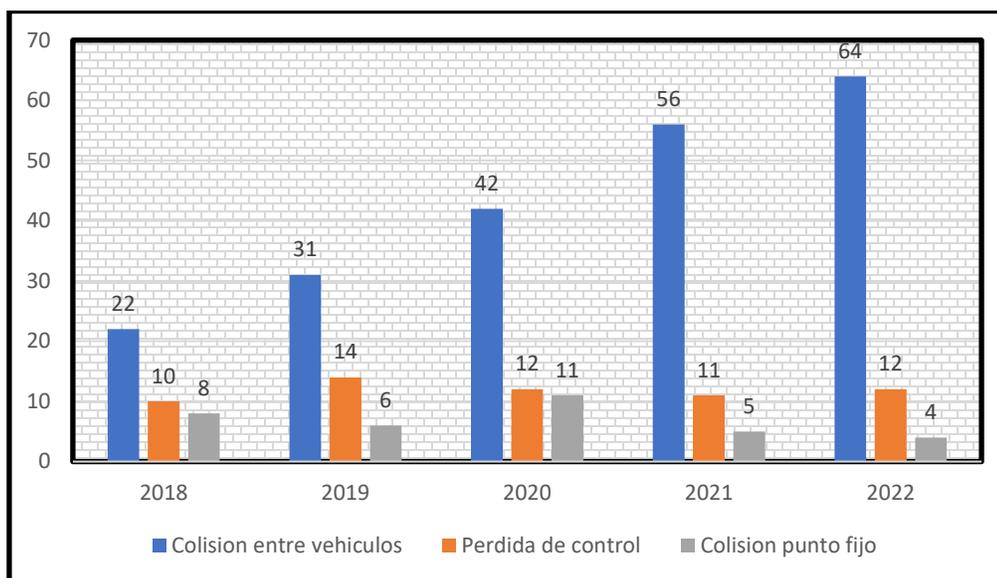
Fuente: Elaborado por Sustentantes

4.2.3. Accidentes por tipología

El análisis de los accidentes de tráfico en el tramo de carretera estudiado revela que las colisiones entre vehículos y la pérdida de control son los tipos de accidentes más frecuentes. Estos accidentes suelen ser resultado del exceso de velocidad y de las invasiones de carriles al realizar maniobras de adelantamiento. Es preocupante observar que estos accidentes han experimentado un incremento significativo en el año 2022, como se muestra en el gráfico. Este aumento en la ocurrencia de este tipo de accidentes resalta la necesidad de implementar estrategias de prevención y seguridad vial específicas para abordar estas situaciones. Entre las medidas que se pueden considerar se encuentran la mejora de la señalización, la educación vial enfocada en la importancia de respetar los límites de velocidad y las normas de adelantamiento, así como la implementación de campañas de concienciación sobre los riesgos asociados con la pérdida de control y las colisiones entre vehículos. (ver anexo pág. VII, tabla 2)

Además, es fundamental fortalecer la vigilancia y el control del cumplimiento de las normas de tránsito para reducir la incidencia de este tipo de accidentes.

Gráfico 6. Accidentes por tipología

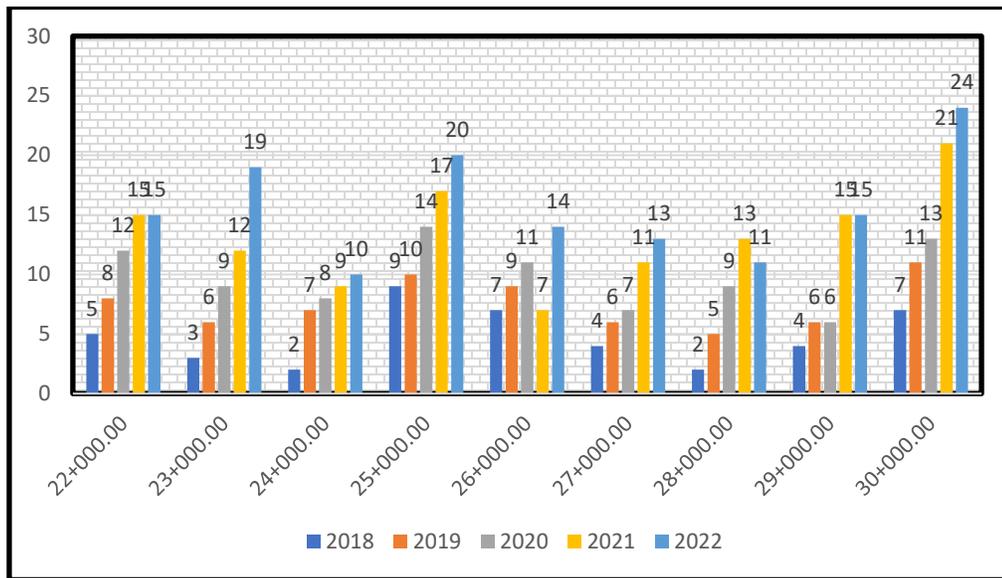


Fuente: Elaborado por Sustentantes

4.2.4. Accidentes por kilómetro

La identificación de tramos con mayor concentración de accidentes, como los tramos entre los kilómetros 25.6 y 26.0, y entre los kilómetros 29.0 y 30.2, es crucial para enfocar los esfuerzos de prevención y seguridad vial en esas áreas específicas. El exceso de velocidad y la conducción bajo los efectos del alcohol son dos de las principales causas de accidentes de tránsito en estos tramos. Para abordar estas problemáticas, es necesario implementar medidas como la instalación de señalización adecuada que advierta sobre los límites de velocidad, la implementación de controles de velocidad, la concienciación sobre los peligros del consumo de alcohol al conducir y la implementación de estrategias de control y sanciones para conductores irresponsables. También es importante promover la educación vial y la cultura de respeto a las normas de tránsito, para que los conductores sean conscientes de la importancia de la seguridad vial y adopten comportamientos responsables en la carretera. (ver anexo pág. VII, tabla 3)

Gráfico 7. Accidentes por kilómetro



Fuente: Elaborado por Sustentantes

El análisis del gráfico muestra un notable aumento de accidentes de tránsito en dos puntos específicos: el kilómetro 25, donde se encuentra un pequeño caserío con habitantes imprudentes que no poseen conocimientos de seguridad vial, poniendo en riesgo sus vidas y las de los conductores que transitan por la zona al circular sobre la calzada y dar mal uso a los hombros de la carretera; y el kilómetro 30, donde se encuentran empresas y un empalme que conecta con la panamericana norte, generando una gran afluencia vehicular y la presencia de peatones en la zona, especialmente en horas pico. Estos factores contribuyen a la congestión y aumentan el riesgo de accidentes. Para abordar esta problemática, es necesario implementar medidas como la educación vial en el caserío para concienciar a los habitantes sobre la importancia de respetar las normas de seguridad vial y utilizar adecuadamente las vías. Además, se deben tomar acciones para mejorar la infraestructura vial en el kilómetro 30, como la implementación de pasos peatonales seguros y la optimización del flujo de tráfico en la zona de empalme. Asimismo, es fundamental fortalecer la supervisión y el control del cumplimiento de las normas de tránsito en ambos puntos para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía.

4.3. Determinación de los puntos críticos

Cuando hablamos del concepto punto crítico se imagina a un punto exacto en un tramo de carretera o bien una estación de la misma, pero la realidad es otra ya que lograr una ubicación exacta no es tan sencillo, este trabajo es un gran reto para los oficiales de tránsito debido a que no siempre es fácil dar una ubicación exacta de los accidentes al momento de llenar el informe de accidente cuando estos acontecen, hoy en día la nueva bibliografía, práctica y experiencia sugieren que el término más apropiado es "Tramos de concentración de accidentes"; ya que es más fácil ubicar un siniestro en un tramo que en un punto en específico.

Como introducción al concepto anterior, en el marco de este estudio, se determinó que "tramos de concentración de accidentes" son tramos viales que no superan 1 kilómetro de longitud donde ocurren al menos tres accidentes por año durante al menos tres años; y "tramos peligrosos" son tramos de tres kilómetros o más, constituidos por tramos de concentración de accidentes.

Los tramos de carretera más peligrosos de la carretera Nic-151 son:

- Tramo 25+000 – Tramo 26+000
- Tramo 29+000 – Tramo 30+200 empalme chilamatillo

4.4. Magnitud del problema. Índice de accidentalidad

Para este estudio se buscarán índices con respecto a tres variables, las cuales son: población, parque vehicular y longitud de la vía en estudio. Al relacionar los accidentes ocurridos, proporcionalmente con la población y con los vehículos se dispondrá de cifras o índices que permitirán hacer comparaciones acerca del comportamiento de la accidentalidad, éstas darán la escala para juzgar la magnitud del problema.

El cálculo de dichos índices consiste en la multiplicación de la cantidad de (accidentes, lesionados o muertos) por cierto indicador de población, vehículos y longitud; divididos entre una base (las cuales serán población, parque vehicular y longitud del tramo en estudio).

4.4.1. Índices con respecto a la población

Los índices son el de accidentalidad (número de accidentes), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), con respecto al número de habitantes de que se trate expresado por cada 100 mil habitantes.

En este caso se tomó en cuenta la población del municipio de Tipitapa, siendo esta una población estimada para el año 2015 fue de 148,633 habitantes.

A) Índice de accidentalidad.

$$Ia/p = \frac{N \text{ de accidente} * 100,000}{n \text{ de habitantes}}$$

B) Índice de Mortalidad.

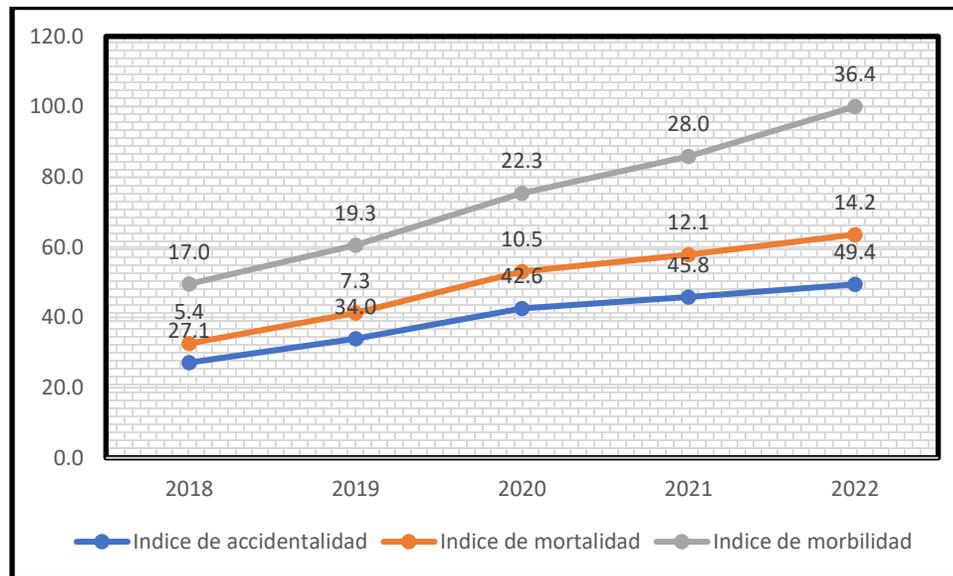
$$Imor/p = \frac{N \text{ de muertos en el año} * 100,000}{n \text{ de habitantes}}$$

C) Índice de morbilidad.

$$Imorb/p = \frac{N \text{ de heridos en el año} * 100,000}{n \text{ de habitantes}}$$

A continuación, en el gráfico se plantea la relación de cada uno de los índices para los años comprendidos entre el 2018 y el 2022.

Gráfico 8. Índice con respecto a la población



Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 35. índices con respecto a la población

Años	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad
2018	27.1	5.4	17.0
2019	34.0	7.3	19.3
2020	42.6	10.5	22.3
2021	45.8	12.1	28.0
2022	49.4	14.2	36.4

Fuente: Elaborado por Sustentantes

4.5. Estudio de velocidad.

La velocidad es de vital importancia al realizar cualquier tipo de estudio de tránsito, es una medida significativa de la calidad del servicio que se proporciona al usuario de la vía. Se utiliza como una de las medidas de eficacia para definir los niveles de servicio en la vía, los estudios de velocidad se realizan con la finalidad de estimar la distribución de las velocidades de los vehículos en un flujo vehicular y en un tramo en la carretera.

La velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, expresado en kilómetros por hora. Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal en relación de la distancia y el tiempo.

4.5.1. Tipos de velocidades

Se puede decir que el término velocidad, aplicado al movimiento de los vehículos, se utiliza de diferentes maneras de acuerdo con los estudios que se efectúen y los objetivos que se persigan. Esto significa que existen conceptualmente varios tipos de velocidad, los cuales son definidos en el libro “Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones”, escrito por los ingenieros Rafael Cal y James Cárdenas y publicado en el año 2018, los cuales se exponen a continuación:

Velocidad de punto: Es la velocidad a su paso por un determinado punto o sección transversal de una carretera o de una calle.

Velocidad instantánea: Es cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado.

Velocidad media temporal: Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Para datos de velocidades de punto no agrupados

Velocidad media espacial: Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Para datos de velocidades instantáneas no agrupados.

Velocidad de proyecto: Llamada también velocidad de diseño es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de la vía.

Velocidad de recorrido: Llamada también velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

Velocidad de marcha: Para un vehículo, la velocidad de marcha o velocidad de crucero es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo en que el vehículo se hubiese detenido, por cualquier causa. Por lo tanto, esta velocidad será de valor superior a la de recorrido.

4.5.2. Límites de velocidad

Una de las principales causas de accidentes y la primera en peligrosidad es conducir a exceso de velocidad, Si se aumenta la velocidad, también se aumenta de forma directa la fuerza de impacto en la misma proporción, La señal de límite de velocidad, indica la velocidad máxima que se debe conducir. Esto se ajusta de acuerdo con las condiciones de tránsito y de la vía.

Tabla 36 Límites de velocidad

Velocidad De Seguridad	
Zonas	Velocidades
En las vías urbanas	45 km/h
En carreteras	100 km/h
En zonas escolares	25 km/h
En pistas	60 km/h

Fuente: Ley N° 431, “Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito”. Art. 37, Límites de velocidad.

4.5.3. Estudio de velocidad del tramo de carretera

La mayor parte de los estudios de velocidad se refieren a la velocidad de los vehículos en determinado punto de una carretera o de una calle. Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio. (Rafael Cal y Mayor R. James Cardenas, 2018, pág. 274).

El estudio de velocidades se realizó con el fin de determinar la velocidad efectiva de operación de vía según las condiciones en la que se encuentre. Considerando que todos los conceptos fundamentales como la tardanza del flujo, las condiciones de accidentalidad son parámetros que dependen de la velocidad de operación de las vías.

4.5.3.1. Levantamiento de datos

El método utilizado para el estudio de velocidad fue la Velocidad de punto o instantánea. El análisis se realizó de manera manual, utilizando cronometro y cinta métrica, se midió el tiempo de recorrido de los vehículos en una distancia predeterminada de 100 metros. Luego se calculó la velocidad en metros por segundo (m/s) y posterior se realizó la conversión a kilómetro por hora (km/h) para verificar si cumple o no cumplen con los límites de velocidad.

Para este estudio se tomaron como referencia tres puntos de control, para pruebas de velocidades se debe de tomar el 5% del TPDA de una estación de conteo sobre el tramo en estudio la cual corresponde al número 464, NN-151 EST. 102, tomado como referencia, los datos de campo obtenidos en el punto 2 campo Mitch, km 23.2 del aforo realizado por sustentantes, para este tramo es de 3177 vehículos

Tomando estos valores, como referencia tenemos que el 5% es de 159 vehículos, para mejorar la exactitud del estudio de velocidad, se decidió realizar prueba de velocidad a 100 vehículos, por estación obteniendo la velocidad promedio de recorrido de en cada punto dado.

El tiempo que tarda un vehículo desde que sus ruedas delanteras pasan sobre el punto A hasta que sus ruedas delanteras pasan por el punto B, se le conoce como velocidad de punto y se obtiene dividiendo la distancia fijada en metros, entre el tiempo que tarda el vehículo en recorrerla, en segundos. El resultado se obtiene en metros por segundos, posteriormente convirtiéndolos en kilómetros por hora, teniéndose así dicha velocidad.

Esto permitió determinar la velocidad según la expresión:

$$Velocidad = \frac{distancia}{tiempo}$$

El vehículo a lo largo de la distancia fijada no cambia su velocidad, por lo tanto, el tramo escogido debe tener condiciones muy uniformes que no provoquen aceleraciones ni desaceleraciones (Rafael Cal y Mayor R. James Cardenas, 2018, pág. 276).

La prueba de velocidad inicio sobre la estación 22+600, con distancia de cien metros hasta llegar a la estación 22+700, esto por ser el punto de partida del tramo de estudio por tanto es necesario, conocer la velocidad con la que los vehículos entran al tramo y ver el comportamiento de estos, al momento de ingresar al área de estudio, determinando si las velocidades que estos llevan forman parte de las

causas de accidentes, que se determinan en el siguiente capítulo de este documento.

El segundo punto de estudio de velocidad 26+800 a la estación 26+900, posee una restricción en la velocidad por ser un área de zona escolar, además de encontrarse salidas y entradas a los barrios aledaños de la zona, como también alta presencia peatonal por lo que es utilizada para parada de buses, por tanto, el conocer si los vehículos, cumplen con esta restricción es de gran importancia.

El tercer punto en el que se realizó estudio de velocidad es 30+100 a la estación de 30+200 que contempla el final del tramo de estudio, además de ser el punto donde conecta con la carretera panamericana norte, tiene reglamentos de velocidades distintos al resto del tramo, es un punto el que hay mayor presencia de vehículos tanto livianos como pesados lo que vuelve propenso los accidentes de tránsito.

Tabla 37. Estaciones para análisis de velocidad en el tramo de estudio

Nº	ESTACIÓN	VELOCIDAD MÁXIMA (kph)	NOMBRE DE PUNTO
1	26+600	45	Puente rio Tipitapa- Chilamatillo
2	26+800	25	Escuela Rubén Darío Anexo No 1
3	30+100	60	Empalme Chilamatillo

Fuente: Elaboración propia, Datos levantados por sustentantes, 2022.

Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en los tres puntos levantados en campo se resumen en la tabla 37. Según los datos levantados, los tipos de vehículos que tienden a exceder el límite de velocidad estipulado en el tramo de estudio son las motos, autos, camionetas y camiones ligeros.

Tabla 38. Resumen del levantamiento de datos para el estudio de velocidad

TIPO DE VEHÍCULO	SEÑAL 45 KPH		SEÑAL 25 KPH		SEÑAL 60 KPH		TOTAL/ TIPO
	EXCEDE	NO EXCEDE	EXCEDE	NO EXCEDE	EXCEDE	NO EXCEDE	
Moto	13	2	13	2	10	10	50
Auto	11	5	17	4	10	8	55
Jeep/Suv	10	6	11	1	5	14	47
Camioneta	6	4	14	1	3	7	35
Microbús	6	9	6	2	3	5	31
Bus	1	4	2	0	2	4	13
Bus grande	1	3	0	0	2	5	11
Camión	0	0	10	0	6	4	20
C2	2	4	4	0	1	3	14
C3	1	3	4	0	1	3	12
T3-S2	1	6	3	1	0	0	11
T3-S3	0	0	0	0	0	4	4
Otros	1	0	2	1	1	2	7
TOTAL	53	46	86	12	44	69	310

Fuente: Elaboración propia, Datos levantados por sustentantes, 2022.

Puente rio Tipitapa, Estación 22+600

Por lo expuesto en la Ley número 431 “Ley para el régimen de circulación e infraestructura de tránsito” aprobada en el año 2014, en su artículo 37, establece que la velocidad permitida para vías urbanas 45 km/h.

Realizamos un estudio de velocidad en la estación 22+600 en un tramo de 100 metros (Anexos pág. VII, IX, X, tabla 4) la cual se comprobó que la cantidad de vehículos que no sobrepasa los límites de velocidad máxima establecida son el 46% de los vehículos estudiados y el 54% de estos vehículos estudiados sobrepasan los límites de velocidad.

Resultados de medición de velocidad en Señal de 45 kph

Analizando los datos de la tabla 38, se puede observar que un porcentaje mayor de la muestra no excede el límite de velocidad. Esto se debe a que en esta zona hay instalaciones concurridas por ende los conductores están obligados a bajar la velocidad y respetar la velocidad permitida.

Gráfico 9. Medición de velocidad en señal de 45 kph



Zona escolar Escuela Rubén Darío Anexo No 1 Estación 26+800

De acuerdo con la ley 431 establece que para las zonas escolares la velocidad permitida es de 25 km/h, (Ver anexos pág. XI, XII, XIII, tabla 5), el 12% de los vehículos estudiados acatan los límites de velocidad y el 88% de los vehículos quebrantan los límites de velocidad.

Resultados de medición de velocidad en Señal de 25 kph

Analizando los datos de la tabla anterior, se puede observar que un porcentaje mayor de la muestra excede el límite de velocidad, siendo esto alarmante dado que más del 80% de los conductores no respetan la zona escolar.

Gráfico 10. Medición de velocidad en señal de 25 kph



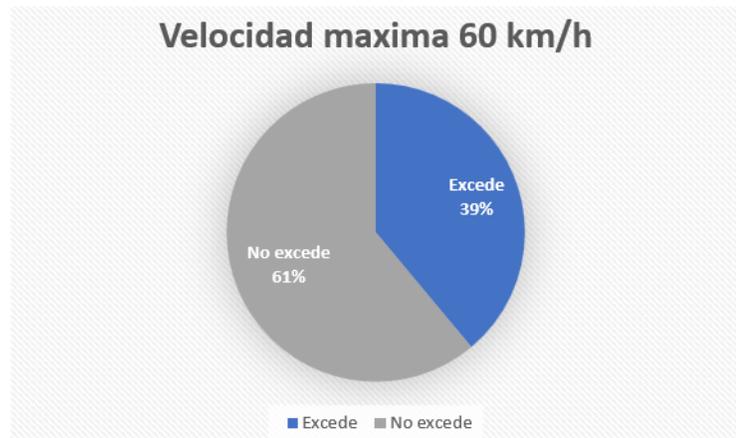
Empalme Chilamatillo, estación 30+100

Realizamos un estudio de velocidad en la estación 30+100 en un tramo de 100 metros (ver anexos pág. XIV, XV, XVI, tabla 6) la cual se comprobó que la cantidad de vehículos que no sobrepasa los límites de velocidad máxima establecida son el 61% de los vehículos estudiados y el 39% de estos vehículos estudiados sobrepasan los límites de velocidad.

Resultados de medición de velocidad en Señal de 60 kph

Analizando los datos se puede observar que un porcentaje mayor de la muestra no excede el límite de velocidad. Esto se debe a que en este tramo esta próximo al empalme de Chilamatillo, por ende, los conductores están obligados a bajar la velocidad y respetar la velocidad permitida.

Gráfico 12. Medición de velocidad en señal de 60 kph



Fuente: Elaborado por Sustentantes

CAPITULO V:

PROPUESTA TECNICA

5.1. Introducción

Mediante la propuesta técnica se presenta de manera precisa y detallada, soluciones y recomendaciones para abordar problemas específicos en el ámbito del transporte. Esta propuesta incluye un análisis exhaustivo de las condiciones actuales, como el flujo de tráfico, la infraestructura vial y los patrones de comportamiento de los usuarios, así como la identificación de áreas de mejora. A partir de este análisis, se proponen medidas concretas, como la implementación de señalización adecuada, la optimización de los tiempos de semáforos, el diseño de infraestructuras seguras y eficientes, la implementación de sistemas de control de tráfico inteligentes y la promoción de la educación vial. La propuesta técnica también debe incluir un plan detallado de implementación, un análisis de costos y beneficios, y una evaluación de los posibles impactos que puedan surgir de las medidas propuestas. En resumen, una propuesta técnica en ingeniería de tránsito es un documento completo que busca mejorar la seguridad, fluidez y eficiencia del transporte a través de soluciones y medidas específicas basadas en un análisis riguroso y en la aplicación de principios de ingeniería y diseño adecuados.

5.2. Soluciones propuestas

5.2.1. Mantenimiento vial.

Para mejorar la vida útil de una carretera y garantizar la seguridad de los usuarios, es necesario realizar reparaciones inmediatas en los daños presentes en toda la longitud de la vía, como baches y grietas. Estos daños pueden ser causados por el desgaste natural, el clima, el tráfico pesado u otros factores. La reparación de estos daños implica la identificación y evaluación de las áreas afectadas, seguido de la aplicación de técnicas de reparación adecuadas, como el relleno de baches y la aplicación de selladores en grietas. Estas reparaciones ayudan a prevenir el deterioro adicional de la carretera, evitando que los daños se extiendan y se conviertan en problemas mayores. Además, estas acciones contribuyen a mejorar la comodidad de los conductores y reducir el riesgo de accidentes, al proporcionar una superficie de conducción más segura y uniforme. En resumen, las

reparaciones inmediatas de los daños en una carretera son esenciales para extender su vida útil y garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios.

5.2.2. Reductores de velocidad.

Los reductores de velocidad son dispositivos diseñados para obligar a los conductores a reducir la velocidad de circulación. Se colocan en la superficie de rodamiento de la vía o se marcan en la carretera, y su objetivo principal es disminuir el riesgo de accidentes de tránsito. Estos reductores pueden ser de diferentes tipos, como resaltos o bandas transversales, y se instalan principalmente en áreas donde se requiere mayor precaución, como pasos a nivel de peatones o zonas escolares. Su colocación transversal al eje de la carretera crea un efecto de sobresalto o visual, lo que alerta a los conductores y los obliga a reducir la velocidad. Los reductores de velocidad son una medida efectiva para promover la seguridad vial y proteger a los peatones y usuarios de la vía en áreas de alta circulación o con mayor riesgo de accidentes.

Si solo se cuenta con una escuela a lo largo del tramo en estudio, es recomendable colocar un reductor de velocidad en ese punto específico. Los reductores de velocidad son especialmente importantes en áreas cercanas a instituciones educativas, ya que ayudan a garantizar la seguridad de los niños y peatones que puedan cruzar la vía. Al colocar un reductor de velocidad en este punto, se obligará a los conductores a disminuir su velocidad y estar más atentos a su entorno, reduciendo así el riesgo potencial de accidentes. Es importante considerar el diseño y la señalización adecuada del reductor de velocidad para garantizar su efectividad y minimizar cualquier impacto negativo en el flujo de tráfico.

5.2.3. Tachas lumínicas

Las tachas lumínicas, también conocidos como reflectores de pavimento, son dispositivos de seguridad vial utilizados para mejorar la visibilidad nocturna en las carreteras. Consisten en pequeños elementos reflectantes que se incrustan en el

pavimento y reflejan la luz de los vehículos, lo que ayuda a los conductores a identificar el trazado de la vía y los límites de esta.

Las tachas lumínicas son utilizadas normalmente en los siguientes casos:

- Como divisorias en los ejes de vía con doble sentido.
- Canalizando el tráfico en sus respectivos carriles en avenidas, con varios de ellos.
- Delimitando accesos.
- Indicando prohibición de paso.
- Marcando pasos y vías peatonales.
- Alertando sobre lugares peligrosos o conflictivos (colegios, hospitales, bomberos, etc.)
- Señalando giros, salidas, isletas, rotondas, desvíos, rampas y estacionamientos.

Dada la información anterior se instalarán tachuelas reflectantes en toda la longitud de la carretera. El color de los reflectantes debe ser amarillo tránsito para la línea central y blanco para los bordes de la calzada, excepto en las curvas peligrosas, donde se debe instalar color amarillo en el borde exterior de la curva. Estos dispositivos se pueden colocar sobre las líneas de la carretera o adyacentes a dichas líneas.

5.2.4. Señalización vertical y horizontal.

El inventario vial realizado ha identificado deficiencias en la señalización vertical y horizontal de la carretera, lo cual compromete su eficacia y seguridad. Se recomienda realizar mantenimiento a las señales en condiciones regulares, principalmente aquellas que han sido objeto de vandalismo, para restaurar su legibilidad y funcionalidad. Además, se sugiere la reinstalación de las señales en mal estado, reemplazándolas por señales nuevas para garantizar su correcto funcionamiento. Por último, se debe dar mantenimiento a las señales horizontales, como líneas de separación de carriles y marcas viales, para asegurar su visibilidad y cumplimiento de su propósito informativo.

A continuación, se muestran todas las señales verticales a lo largo de la vía, a las cuales se les debe brindar mantenimiento y sustituir las que se encuentran en estado regular por unas nuevas.

Tabla 36. Señalización vertical

Señal	Código	Estación	Estado
Puente Tipitapa	IG-1-2	22+600	Bueno
Puente Tipitapa	IG-1-2	22+600	Bueno
San Benito, San Juan de la Plywood	ID-2-4	22+800	Regular
Tipitapa, San Benito	ID-2-4	23+200	Regular
Velocidad Máxima 30 KPH	R-2-1	23+350	Bueno
Parada de bus	IS-3-1	24+600	Regular, poca visibilidad
Zona escolar a 100 m	E-1-1	26+700	Bueno
Cruce de escolares	E-1-3	26+800	Regular
Giro a la izquierda	P-1-1	27+750	Bueno
Alto	R-1-1	28+000	Regular
Managua 30 km, San Benito 5 km	ID-1-8	30+000	Regular

Señal	Código	Estación	Estado
Hospital	IS-1-4	23+700	Nueva señal
Parada de buses	IS-3-1	25+200	Nueva señal
No adelantar	R-13-1	25+300	Nueva señal
Reductor de velocidad	P-9-12	23+350	Nueva señal
Reductor de velocidad	P-9-12	24+600	Nueva señal
Cruce de escolares	E-1-5	27+750	Nueva señal

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

En relación con las señales horizontales, se ha observado que la mayoría de ellas presentan desgaste en su pintura, lo que las hace casi imperceptibles para los conductores. Para abordar esta situación, se recomienda brindar mantenimiento a estas señales para restaurar su visibilidad y asegurar su efectividad en la orientación de los conductores.

El mantenimiento de las señales horizontales implica la limpieza de la superficie, la remoción de la pintura desgastada y la aplicación de una nueva capa de pintura reflectante. Esto permitirá que las señales horizontales sean claramente visibles para los conductores, incluso en condiciones de poca luz o mal tiempo, lo que contribuirá a una conducción más segura y precisa.

Es fundamental llevar a cabo este mantenimiento de manera regular, ya que las señales horizontales son una parte esencial de la infraestructura vial y desempeñan un papel crucial en la orientación de los conductores. Al asegurar su visibilidad y legibilidad, se promoverá una mayor seguridad vial en el tramo en estudio y se reducirá el riesgo de accidentes.

A continuación, se muestra el estado en el que se encuentran las líneas de pavimento y las señales plasmadas en el pavimento:

Tabla 37. Estado de las líneas de pavimento.

Estación	Longitud (m)	Línea Central	Líneas de borde		Estado
			Derecha	Izquierda	
22+700	300.00	Continua	x	x	Regular
23+000	400.00	Continua	x	x	Regular
23+400	1100.00	Continua	x	x	Regular
24+600	400.00		x	x	Regular
25+000	400.00				Regular
25+400	1350.00	Continua	x	x	Regular
26+750	800.00	Continua			Inexistentes
27+550	2450.00	Continua			Inexistentes
30+000	200.00				Inexistentes

Fuente: Elaborado por Sustentantes

Tabla 38. Estado de las señales horizontales.

Estación	Señal	Ubicación		Estado
		Izquierda	Derecha	
26+750	Paso peatonal	x	x	Regular
28+000	Escuela		x	Regular
28+050	Alto		x	Regular
28+050	Dirección de carril	x		Regular
28+050	Flecha direccional		x	Regular

Fuente: Elaborado por Sustentantes

6. Postes de kilometraje.

Con el inventario vial realizado, se ha identificado que la mayoría de los postes kilométricos se encuentran en un estado regular, con pintura deteriorada y poca visibilidad debido al crecimiento de maleza en sus alrededores. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un proceso de pintura y acondicionamiento de todos y cada uno de los postes kilométricos para mejorar su visibilidad y facilitar su identificación por parte de los conductores.

El proceso de pintura y acondicionamiento de los postes kilométricos implica la limpieza de la maleza que los rodea, así como la aplicación de una nueva capa de pintura reflectante para asegurar su visibilidad tanto de día como de noche.

Esto permitirá a los conductores tener una referencia clara de su ubicación y distancia en la carretera, lo que contribuirá a una conducción más segura y precisa.

Es importante llevar a cabo este mantenimiento de manera regular para garantizar que los postes kilométricos se mantengan en buenas condiciones y cumplan su función de proporcionar información precisa a los conductores. Además, al mejorar su visibilidad, se reducirá el riesgo de accidentes y se promoverá una mayor seguridad vial en la carretera.

Tabla 39. Estado de los postes kilométricos.

Estación	Ubicación		Estado
	Izquierda	Derecha	
23+000		x	Bueno
24+000		x	Regular
26+000		x	Regular
30+000		x	Regular

Fuente: Elaborado por Sustentantes

7. Postes guía.

Con el estudio realizado, se ha observado un deterioro de pintura en los postes guía a lo largo del tramo en estudio, lo cual afecta su visibilidad.

Para solucionar este problema, se recomienda llevar a cabo un proceso de repintado de los postes guía, de manera que se restaure su estado óptimo y se mejore su visibilidad.

El repintado de los postes guía implica la limpieza de la superficie, la remoción de la pintura deteriorada y la aplicación de una nueva capa de pintura reflectante. Esto permitirá que los postes guía sean más visibles para los conductores, tanto de día como de noche, lo que contribuirá a una mejor orientación en la vía y una conducción más segura.

Es importante realizar este proceso de repintado de manera periódica, como parte del mantenimiento de la infraestructura vial, para asegurar que los postes guía se mantengan en buen estado y cumplan su función de brindar una guía clara a los conductores. De esta manera, se promoverá una mayor seguridad vial en el tramo en estudio.

Tabla 40. Estado de los postes guía.

Estación	Ubicación		Estado
	Izquierda	Derecha	
22+900	x	x	Regular
22+920	x	x	Regular
22+940	x	x	Regular
22+960	x	x	Regular
27+700	x	x	Regular
27+720	x	x	Regular
27+740	x	x	Regular
27+760	x	x	Regular
27+780	x	x	Regular
29+500		x	Bueno

Fuente: Elaborado por Sustentantes

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Conforme al análisis obtenido del inventario vial, se determinó que, el tramo en estudio presenta una señalización incompleta, lo cual representa un riesgo para los usuarios de la carretera. Es necesario instalar complementos de señalización que informen sobre las condiciones geométricas de la vía y brinden protección en caso de eventos inesperados. Esto incluye señales de advertencia, zonas de cruce de personas, escuelas, así como señales informativas para indicar servicios y distancias a otros municipios. Además, se requiere la instalación de señales de protección, como límites de velocidad y zonas de obras, para garantizar la seguridad de los conductores. Es fundamental que las autoridades pertinentes realicen un estudio detallado y tomen medidas para mejorar la señalización en este tramo principalmente la señalización horizontal la cual se encuentra muy desgastada, con el objetivo de brindar una guía clara y protección a los usuarios de la carretera.

Por otra parte, se ha determinado que el estado de la superficie de rodamiento es regular, aunque se han identificado múltiples daños en ciertos tramos de la vía. Estos daños incluyen la presencia de numerosos baches, grietas y algunos asentamientos. Estos problemas requieren una atención inmediata y un programa de mantenimiento adecuado para asegurar una conducción segura y sin contratiempos para los usuarios de la vía.

Tras evaluar los niveles de servicio de la carretera en diferentes puntos de control, se ha determinado que en los puntos 1 y 2, tanto en el sentido de ida como en el sentido de vuelta, el nivel de servicio es clasificado como "C". Esto indica que el flujo vehicular en este tramo de la vía es aceptable, pero puede presentar algunas limitaciones durante períodos de alta demanda, lo que puede resultar en pequeños embotellamientos. Por otro lado, en los puntos 3 y 4, también en ambos sentidos, se ha determinado que el nivel de servicio es clasificado como "D".

Esto sugiere que la presencia de flujo vial a lo largo de este tramo de la carretera es más inestable y puede generar mayores congestiones durante la hora de máxima demanda.

Acorde al análisis de accidentalidad realizado, se determina que, la falta de precaución por parte de los usuarios de la vía y el exceso de velocidad fueron factores importantes que contribuyen a la recurrencia de los accidentes de tránsito. El exceso de velocidad por parte de los conductores de vehículos livianos, el uso de teléfono mientras se conduce y el irrespeto a las señales de tránsito son alarmantes, ya que, estos factores incrementan significativamente el riesgo de accidentes graves.

Además, el error humano es un factor crítico en la seguridad vial y puede magnificar las posibilidades de fatalidad en caso de un evento inesperado. Los conductores deben ser conscientes de la importancia de seguir las normas de tránsito, mantener una velocidad adecuada y estar atentos a las condiciones de la vía y a los demás usuarios.

Recomendaciones

Es recomendable, la instalación estratégica de reductores de velocidad en áreas donde se registra una alta concentración de tráfico o en tramos propensos a excesos de velocidad.

Se recomienda realizar capacitación de educación vial a la gente aledaña a la zona promover campañas de concientización que contribuyan y eduquen en materia de seguridad vial a los pobladores.

Es indispensable que, la Policía Nacional sea más exhaustivo en sus inspecciones mecánicas periódicas a todo el sector transporte y no sólo al sector de transporte colectivo.

Para un mayor control del tránsito en los tramos peligrosos se recomienda la presencia de agentes de tránsito por parte de la Policía Nacional para que apliquen multas a los automovilistas que irrespeten las señales de tránsito y sobrepasen los límites de velocidad.

Se recomienda a las autoridades competentes realizar programas de mantenimiento vial para mitigar daños a la superficie de rodamiento.

Para mantener la vía en estado óptimo se recomienda que la alcaldía municipal implemente programas de limpieza que mantenga el tramo libre de basura y sedimentos en su superficie.

BIBLIOGRAFIA

Dirección General de Tránsito Policía Nacional. (2018-2022). Anuario estadístico de accidentes . Tipitapa.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008). Revista Red Vial. Managua.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2018). Anuario de aforos de tráfico. Managua.

Rafael Cal, M. R. (2018). Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones. Alfaomega.

Secretaría de Integración Centroamericana. (2004). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras Regionales.

Secretaría de Integración Económica. (2018). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

Rafael Cal y Mayor R, James Cárdenas G. (2018). Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones, 8ª. Edición.

Raúl, L. (2004). Manual Centroamericano, Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, 2ª. Edición.

Secretaría de Integración económica SIECA. (2000). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, Anexo C y D. Primera Edición. Tomo II.

Secretaría de Integración económica SIECA. (2000). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito: Catálogo de Señales Verticales, Primera Edición. Tomo II.

Secretaría de Integración económica SIECA. (2011). Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras: Gestión de riesgo y seguridad vial, 3ra. Edición.

Senicsa, (2014). Ley N° 431 (Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito).

ANEXOS

Anexo A. Tramo en estudio.

Imagen 1. Estación 22+600.



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 2. Puente Rio Tipitapa.



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 3. Daños en la superficie de rodamiento EST 24+500



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 4. Desgaste de las líneas de pavimento. EST.25.+600



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 5. Baches de gran diámetro.



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 6. Estado de los postes de kilometraje EST. 29+000 y 26+000



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 7. Señalización horizontal con la pintura desgastada, cruce para Malacatoya.



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 8. Estado de los postes guía.



Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Imagen 9. Tabla de tipología y descripción de conteos de tráfico de la oficina de diagnóstico, evaluación de pavimentos y puentes.

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimotos, Cuadraciclós, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con tinas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las fogueetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRICOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCION		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

Fuente: Anuario de Aforos MTI.

Imagen 10. Formato de recolección de datos aforo vehicular.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM 11 ½ ENTRADA A ESQUIPULAS – COLEGIO PABLO ANTONIO CUADRA-SALIDA AL KM 12 ½ CARRETERA A MASAYA

ESTACION

CONTEO VEHICULAR

Tramo: _____ FECHA _____ SECUENCIAL CONTADOR DE TRAFICO

Sentido : _____ COORDINADOR DE SITIO

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			
	Vehiculos Livianos				Autobuses				Camiones				Camión Remolque C2-Rx		Trailer Articulado Tx-5x					
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros

Fuente: Ingeniería de tránsito (UNI)

Tabla 1. Accidentalidad por consecuencia.

Consecuencia	Accidentes por año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Muertos	8	11	16	19	23
Accidentes	40	51	65	72	80
Lesionados	25	29	34	44	59
Total	73	91	115	135	162

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta los datos estadísticos del departamento de tránsito de la policía nacional.

Tabla 2. Accidentalidad por tipología.

Tipología	Accidentes por año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Colisión entre vehículos	22	31	42	56	64
Pérdida de control	10	14	12	11	12
Colisión punto fijo	8	6	11	5	4
Total	40	51	65	72	80

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta los datos estadísticos del departamento de tránsito de la policía nacional.

Tabla 3. Accidentalidad por kilómetro.

Kilometro	Accidentes por año				
	2018	2019	2020	2021	2022
22+000.00	5	8	12	15	15
23+000.00	3	6	9	12	19
24+000.00	2	7	8	9	10
25+000.00	9	10	14	17	20
26+000.00	7	9	11	7	14
27+000.00	4	6	7	11	13
28+000.00	2	5	9	13	11
29+000.00	4	6	6	15	15
30+000.00	7	11	13	21	24
Total	13	22	28	49	50

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta los datos estadísticos del departamento de tránsito de la policía nacional.

Tabla 4. Registro de velocidades en la estación 22+600

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	
Moto	7.22 seg	50 km/h	No Cumple	Camioneta	7.09 seg	51 km/h	No Cumple	
	5.14 seg	70 km/h	No cumple		6.11 seg	59 km/h	No Cumple	
	5.85 seg	63 km/h	No cumple		5.54 seg	65 km/h	No cumple	
	7.67 seg	48 km/h	No Cumple		8.23 seg	43 km/h	Cumple	
	8.95 seg	40 km/h	Cumple		5.41 seg	66 km/h	No cumple	
	6.89 seg	52 km/h	No cumple		9.1 seg	39 km/h	Cumple	
	7.80 seg	45 km/h	Cumple		7.25 seg	49 km/h	Cumple	
	7.12 seg	51 km/h	No cumple		5.17 seg	69 km/h	No cumple	
	7.55 seg	48 km/h	No Cumple		5.63 seg	64 km/h	No cumple	
	6.07 seg	59 km/h	No Cumple		8.05 seg	42 km/h	cumple	
	7.85 seg	44 km/h	Cumple		Jeep	5.47 seg	66 km/h	No cumple
	6.34 seg	57 km/h	No Cumple			5.72 seg	65 km/h	No cumple
	4.93 seg	73 km/h	No cumple			6.13 seg	59 km/h	Cumple
	5.32 seg	61 km/h	No cumple			5.98 seg	64 km/h	No cumple
	9.02 seg	38 km/h	Cumple			5.31 seg	68 km/h	No cumple
Auto	5.14 seg	70 km/h	No cumple	7.16 seg		52 km/h	No Cumple	
	5.16 seg	70 km/h	No cumple	9.12 seg		39 km/h	Cumple	
	6.33 seg	57 km/h	Cumple	5.08 seg		71 km/h	No cumple	
	4.89 seg	74 km/h	No cumple	7.19 seg		51 km/h	Cumple	

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación		
Auto	9.08 seg	39 km/h	Cumple	Jeep	5.85 seg	62 km/h	No cumple		
	5.24 seg	69 km/h	No cumple		8.21 seg	41 km/h	Cumple		
	6.69 seg	62 km/h	No cumple		5.67 seg	64 km/h	No cumple		
	7.14 seg	51 km/h	No Cumple		8.53 seg	40 km/h	Cumple		
	7.78 seg	45 km/h	Cumple		4.98 seg	73 km/h	No cumple		
	8.14 seg	42 km/h	Cumple		5.37 seg	67 km/h	No cumple		
	5.97 seg	60 km/h	No cumple		8.15 seg	44 km/h	Cumple		
	6.12 seg	59 km/h	No Cumple		Camión ligero C2	7.93 seg	43 km/h	Cumple	
	4.96 seg	73 km/h	No cumple			7.79 seg	45 km/h	Cumple	
	9.23 seg	38 km/h	Cumple			5.29 seg	68 km/h	No cumple	
	6.1 seg	59 km/h	No Cumple			6.72 seg	54 km/h	Cumple	
	Microbús	6.07 seg	60 km/h			No Cumple	6.13 seg	59 km/h	No Cumple
		5.53 seg	66 km/h			No cumple	8.98 seg	40 km/h	Cumple
7.19 seg		50 km/h	No cumple	C3	7.45 seg	49 km/h	No Cumple		
8.48 seg		41 km/h	Cumple		8.38 seg	42 km/h	Cumple		
6.13 seg		59 km/h	No Cumple		7.85 seg	44 km/h	Cumple		
8.45 seg		43 km/h	Cumple		7.78 seg	45 km/h	Cumple		
5.19 seg		69 km/h	No cumple	Otros	8.52 seg	41 km/h	Cumple		
8.96 seg		40 km/h	Cumple		9.13 seg	39 km/h	Cumple		
8.76 seg	42 km/h	Cumple	6.01 seg		60 km/h	No cumple			

Tabla 4. Registro de velocidades en la estación 22+600

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación
Microbús	9.37 seg	38 km/h	Cumple	Bus grande	6.45 seg	56 km/h	Cumple
	8.16 seg	44 km/h	Cumple		6.38 seg	56 km/h	Cumple
	7.97 seg	45 km/h	Cumple		5.22 seg	69 km/h	No cumple
	6.33 seg	57 km/h	Cumple		7.15 seg	50 km/h	Cumple
	5.35 seg	68 km/h	No Cumple	T3S2/T3- S3	8.43 seg	43 km/h	Cumple
	7.89 seg	46 km/h	Cumple		7.59 seg	47 km/h	Cumple
Bus	7.68 seg	47 km/h	Cumple		9.01 seg	40 km/h	Cumple
	6.27 seg	57 km/h	Cumple		8.55 seg	42 km/h	Cumple
	8.66 seg	42 km/h	Cumple		8.93 seg	40 km/h	Cumple
	7.53 seg	48 km/h	Cumple	9.05 seg	40 km/h	Cumple	
	5.46 seg	66 km/h	No cumple	7.39 seg	48 km/h	No Cumple	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Registro de velocidades en la estación 26+800 escuela Rubén Darío anexo No 1

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación
Moto	8.33 seg	43 km/h	No cumple	Camioneta	5.66 seg	64 km/h	No cumple
	18.02 seg	20 km/h	Cumple		6.93 seg	52 km/h	No cumple
	7.96 seg	45 km/h	No cumple		6.77 seg	53 km/h	No cumple
	8.12 seg	44 km/h	No cumple		8.93 seg	40 km/h	No cumple
	6.02 seg	60 km/h	No cumple		5.72 seg	63 km/h	No cumple
	12.01 seg	30 km/h	No cumple		6.41 seg	56 km/h	No cumple
	6.36 seg	57 km/h	No cumple		14.40 seg	25 km/h	Cumple
	6.47 seg	56 km/h	No cumple		5.94 seg	61 km/h	No cumple
	6.31 seg	57 km/h	No cumple		6.98 seg	52 km/h	No cumple
	6.9 seg	52 km/h	No cumple		8.45 seg	43 km/h	No cumple
	15.02 seg	24 km/h	Cumple		7.66 seg	47 km/h	No cumple
	9.61 seg	37 km/h	No Cumple		7.39 seg	49 km/h	No cumple
	6.43 seg	56 km/h	No cumple		12.87 seg	28 km/h	No cumple
	8.05 seg	45 km/h	No Cumple		15.67 seg	23 km/h	No cumple
	7.57 seg	48 km/h	No cumple		5.49 seg	66 km/h	No cumple

Tabla 5. Registro de velocidades en la estación 26+800 escuela Rubén Darío anexo No 1

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	
Auto	7.24 seg	50 km/h	No cumple	Microbús	6.35 seg	57 km/h	No cumple	
	6.06 seg	59 km/h	No cumple		18.05 seg	20 km/h	Cumple	
	15.65 seg	23 km/h	No cumple		6.53 seg	55 km/h	No cumple	
	6.27 seg	57 km/h	No cumple		7.55 seg	48 km/h	No cumple	
	14.39 seg	25 km/h	Cumple		6.36 seg	57 km/h	No cumple	
	8.63 seg	42 km/h	No cumple		6.47 seg	56 km/h	No cumple	
	6.99 seg	52 km/h	No cumple		14.41 seg	25 km/h	Cumple	
	9.64 seg	37 km/h	No cumple		6.9 seg	52 km/h	No cumple	
	7.41 seg	49 km/h	No cumple		Camión ligero	7.43 seg	48 km/h	No cumple
	7.15 seg	50 km/h	No cumple			8.95 seg	40 km/h	No cumple
6.43 seg	56 km/h	No cumple	8.94 seg	40 km/h		No cumple		
7.27 seg	50 km/h	No cumple	8.63 seg	42 km/h		No cumple		
6.43 seg	56 km/h	No cumple	9.45 seg	38 km/h		No cumple		
7.65 seg	47 km/h	No cumple	6.42 seg	56 km/h		No cumple		
5.98 seg	60 km/h	No cumple	7.41 seg	49 km/h		No cumple		
8.73 seg	41 km/h	No cumple	7.25 seg	50 km/h		No cumple		
9.51 seg	38 km/h	No cumple	8.34 seg	43 km/h		No cumple		
7.54 seg	48 km/h	No cumple	7.48 seg	48 km/h		No cumple		

Tabla 5. Registro de velocidades en la estación 26+800 escuela Rubén Darío anexo No 1

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación
Jeep	9.66 seg	37 km/h	No cumple	Bus	7.5 seg	48 km/h	No cumple
	6.63 seg	54 km/h	No cumple		7.9 seg	46 km/h	No cumple
	5.94 seg	61 km/h	No cumple	C2	6.96 seg	52 km/h	No cumple
	9.55 seg	38 km/h	No cumple		6.77 seg	53 km/h	No cumple
	9.56 seg	38 km/h	No cumple		7.41 seg	49 km/h	No cumple
	8.65 seg	42 km/h	No cumple		8.63 seg	42 km/h	No cumple
	15.65 seg	23 km/h	Cumple	C3	8.9 seg	40 km/h	No cumple
	7.43 seg	48 km/h	No cumple		8.15 seg	44 km/h	No cumple
	5.59 seg	64 km/h	No cumple		9.19 seg	39 km/h	No cumple
	8.15 seg	44 km/h	No cumple		9.43 seg	38 km/h	No cumple
	7.93 seg	45 km/h	No cumple	T3 S2/T3/S3	16.37 seg	22 km/h	Cumple
	8.3 seg	43 km/h	No cumple		7.16 seg	50 km/h	No cumple
	Bus	14.41 seg	25 km/h	Cumple	8.3 seg	43 km/h	No cumple
8.53 seg		42 km/h	No cumple	8.83 seg	41 km/h	No cumple	
8.12 seg		44 km/h	No cumple	Otros	7.96 seg	45 km/h	No cumple
9.35 seg		39 km/h	No cumple		15.65 seg	23 km/h	Cumple
9.03 seg		40 km/h	No cumple		6.02 seg	60 km/h	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Registro de velocidades en la estación 30+100

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación
Moto	6.11 seg	59 km/h	Cumple	Moto	5.85 seg	62 km/h	No cumple
	5.89 seg	61 km/h	No cumple		6.21 seg	58 km/h	Cumple
	5.79 seg	62 km/h	No cumple		5.66 seg	64 km/h	No cumple
	6.33 seg	57 km/h	Cumple		5.43 seg	66 km/h	No cumple
	7.43 seg	48 km/h	Cumple		5.28 seg	68 km/h	No cumple
	5.12 seg	70 km/h	No cumple		Camioneta	5.34 seg	67 km/h
	8.05 seg	45 km/h	Cumple	6.85 seg		53 km/h	Cumple
	5.86 seg	61 km/h	No cumple	6.43 seg		56 km/h	Cumple
	6.13 seg	59 km/h	Cumple	7.55 seg		48 km/h	Cumple
	6.07 seg	59 km/h	Cumple	5.19 seg		69 km/h	No cumple
	7.12 seg	51 km/h	Cumple	6.72 seg		54 km/h	Cumple
	6.33 seg	57 km/h	Cumple	6.13 seg		59 km/h	Cumple
	4.56 seg	79 km/h	No cumple	5.98 seg		60 km/h	No cumple
	5.74 seg	63 km/h	No cumple	6.45 seg	56 km/h	Cumple	
6.3 seg	57 km/h	Cumple	6.38 seg	56 km/h	Cumple		

Tabla 6. Registro de velocidades en la estación 30+100

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	
Auto	5.43 seg	66 km/h	No cumple	Microbús	6.45 seg	56 km/h	Cumple	
	6.14 seg	59 km/h	Cumple		6.38 seg	56 km/h	Cumple	
	5.95 seg	61 km/h	No cumple		5.22 seg	69 km/h	No cumple	
	5.29 seg	68 km/h	No cumple		7.15 seg	50 km/h	Cumple	
	6.17 seg	58 km/h	Cumple		6.11 seg	60 km/h	Cumple	
	5.12 seg	70 km/h	No cumple		5.45 seg	66 km/h	No cumple	
	5.06 seg	71 km/h	No cumple		5.85 seg	62 km/h	No Cumple	
	6.17 seg	58 km/h	Cumple		6.21 seg	58 km/h	Cumple	
	5.43 seg	66 km/h	No cumple		Camión ligero	5.66 seg	64 km/h	No cumple
	6.09 seg	60 km/h	Cumple			5.43 seg	66 km/h	No cumple
5.47 seg	66 km/h	No cumple	5.28 seg	68 km/h		No cumple		
5.19 seg	69 km/h	No cumple	5.34 seg	67 km/h		No cumple		
7.50 seg	48 km/h	Cumple	6.85 seg	53 km/h		Cumple		
6.11 seg	59 km/h	Cumple	6.43 seg	56 km/h		Cumple		
5.57 seg	65 km/h	No cumple	5.88 seg	62 km/h		No cumple		
5.19 seg	69 km/h	No cumple	7.27 seg	50 km/h		Cumple		
8.95 seg	40 km/h	Cumple	6.39 seg	56 km/h		Cumple		
8.66 seg	42 km/h	Cumple	5.27 seg	69 km/h		No cumple		

Tabla 6. Registro de velocidades en la estación 30+100

Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación	Tipo	Tiempo	Velocidad	Verificación
Jeep	5.20 seg	70 km/h	No cumple	Bus	7.54 seg	48 km/h	Cumple
	6.63 seg	54 km/h	Cumple		5.34 seg	67 km/h	No cumple
	5.94 seg	61 km/h	No cumple	C2	6.85 seg	53 km/h	Cumple
	6.17 seg	58 km/h	Cumple		6.43 seg	56 km/h	Cumple
	5.02 seg	69 km/h	No cumple		7.55 seg	48 km/h	Cumple
	5.06 seg	71 km/h	No cumple		5.19 seg	69 km/h	No cumple
	7.22 seg	50 km/h	Cumple	C3	8.43 seg	43 km/h	Cumple
	5.15 seg	70 km/h	No cumple		7.59 seg	47 km/h	Cumple
	5.63 seg	64 km/h	No cumple		5.67 seg	64 km/h	No cumple
	5.43 seg	66 km/h	No cumple		7.16 seg	50 km/h	Cumple
	6.14 seg	59 km/h	Cumple		T3 S2/T3/S3	6.14 seg	59 km/h
	5.95 seg	61 km/h	No cumple	7.20 seg		50 km/h	Cumple
				8.3 seg		43 km/h	Cumple
	Bus	6.07 seg	60 km/h	Cumple	Otros	8.83 seg	41 km/h
6.27 seg		57 km/h	Cumple	7.98 seg		45 km/h	Cumple
8.66 seg		42 km/h	Cumple	5.88 seg	62 km/h	No cumple	
7.53 seg		48 km/h	Cumple	6.03 seg	60 km/h	Cumple	
5.46 seg		66 km/h	No cumple				

Fuente: Elaboración propia.

Tablas resumen. aforo vehicular.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO																														
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200																														
ESTACION		30+200																												
Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200										FECHA		SECUENCIA		CONTEO VEHICULAR								CONTADOR DE TRAFICO								
Sentido		01 salida empalme chilamatillo										16		1		23				COORDINADOR DE SITIO										
Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS										VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL						
	Vehiculos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión		Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros									
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3												
Martes (TD 12h)	186	237	172	39	238	18	19	23	7	31	1						1				2									
Miercoles (TD 12h)	196	187	217	31	133	9	5	9	11	10	1	3		4	3	2	2	11			9	2								
Jueves (TD 12h)	207	347	132	81	71	9	10	11	12	10	1				2		1				4									
TPD promedio 12h	196.33	257.00	173.67	50.33	147.33	12	11.333333	14.333333	10	17	1	1	0	1.333333	1.666667	0.666667	1.333333	3.666667			5	0.6666667	0							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO																														
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200																														
ESTACION		30+200																												
Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200										FECHA		SECUENCIA		CONTEO VEHICULAR								CONTADOR DE TRAFICO								
Sentido		02 entrada empalme chilamatillo										16		1		23				COORDINADOR DE SITIO										
Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS										VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL						
	Vehiculos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión		Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros									
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3												
Martes (TD 12h)	231	273	249	35	184	22	2	11	12	13	1		3		4		4	2			4									
Miercoles (TD 12h)	176	165	115	31	206	14	2	11	6	13	1		3		4		2				6									
Jueves (TD 12h)	163	221	107	57	166	25	26	11	12	23	1		3		1		2				4									
TPD promedio 12h	190.00	219.67	157.00	41.00	185.33	20.333333	10	11	10	16.333333	1	0	3	0	3	0	2.666667	0.666667			4.666667	0	0							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO																														
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200																														
ESTACION		30+200																												
Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200										FECHA		SECUENCIA		CONTEO VEHICULAR								CONTADOR DE TRAFICO								
Sentido		01 Cruce tipitapa-malacatoya										16		1		23				COORDINADOR DE SITIO										
Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS										VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL						
	Vehiculos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión		Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros									
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3												
Martes (TD 12h)	207	254	325	29	270	10	10	9	24	15	1		1		3		2	2			4									
Miercoles (TD 12h)	226	262	223	33	32	11	10	15	8	11	4	2		2	4	1		2			5	1								
Jueves (TD 12h)	127	160	216	33	127	25	22	20	22	13	1		3	4	1	1	4	2			11	2								
TPD promedio 12h	186.67	225.33	254.67	31.67	143.00	15.333333	14	14.66667	18	13	2	0.67	1.333333	2	2.666667	0.666667	2	2			6.666667	1	0							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO																														
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200																														
ESTACION		30+200																												
Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200										FECHA		SECUENCIA		CONTEO VEHICULAR								CONTADOR DE TRAFICO								
Sentido		02 Cruce tipitapa-malacatoya										16		1		23				COORDINADOR DE SITIO										
Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS										VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL						
	Vehiculos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión		Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros									
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3												
Martes (TD 12h)	230	284	254	58	181	22	15	21	15	6	1		1	1	7		1	4			3	2	1							
Miercoles (TD 12h)	195	246	247	47	172	14	4	16	12	3	1			1	4	2	1	2			9	1								
Jueves (TD 12h)	215	254	250	54	38	17	6	16	13	4	3	1	1	1	2	1	1	1			1	1								
TPD promedio 12h	213.33	261.33	250.33	53.00	130.33	17.666667	8.333333	17.66667	13.333333	4.333333	1.67	0.33	0.666667	1	4.333333	1	1	2.333333			4.333333	1.333333	0.333333	987.6667						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200

ESTACION
 Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200 FECHA SECUENCIA CONTEO VEHICULAR
 CONTADOR DE TRAFICO

Sentido 16 1 23 COORDINADOR DE SITIO

Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL			
	Vehiculos Livianos					Autobuses				Camiones			Camión				Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3					
Martes (TD 12h)	219	243	219	120	146	22	11	11	12	15	2		2		3	1	1		4			1031	
Miercoles (TD 12h)	181	238	135	83	151	21	11	11	11	8	2	3	1		1				4			861	
Jueves (TD 12h)	218	278	285	51	165	19	27	36	33	19	3		1		3		1		2	0		1141	
TPD promedio 12h	206.00	253.00	213.00	84.67	154.00	20.666667	16.333333	19.33333	18.666667	14	2.33	1	1.333333	0	2.333333	0.333333	0.666667	0	3.333333	0	0	1011	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200

ESTACION
 Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200 FECHA SECUENCIA CONTEO VEHICULAR
 CONTADOR DE TRAFICO

Sentido 16 1 23 COORDINADOR DE SITIO

Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL			
	Vehiculos Livianos					Autobuses				Camiones			Camión				Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3					
Martes (TD 12h)	228	343	275	33	193	28	12	11	12	7	1		3		1		2		4			1153	
Miercoles (TD 12h)	228	174	75	37	180	40	11	9	7	9	1		8	3	1	11	5	1	4	2		806	
Jueves (TD 12h)	224	351	289	69	213	55	34	34	34	14	1		3	1	1	1	3		4	3		1334	
TPD promedio 12h	226.67	289.33	213.00	46.33	195.33	41	19	18	17.666667	10	1	0	4.666667	1.33333	1	4	3.333333	0.333333	4	1.6666667	0	0	1007.667

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200

ESTACION
 Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200 FECHA SECUENCIA CONTEO VEHICULAR
 CONTADOR DE TRAFICO

Sentido 16 1 23 COORDINADOR DE SITIO

Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL			
	Vehiculos Livianos					Autobuses				Camiones			Camión				Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3					
Martes (TD 12h)	250	283	238	41	192	20	13	8	11	12	1	3		2	2	1	4	1	5	1		1088	
Miercoles (TD 12h)	204	217	97	92	135	22	8	14	11	7	3	8	5	2	6	4	3	4	5			847	
Jueves (TD 12h)	283	304	262	50	107	27	11	12	17	13	2	4			1	1	3	1	5			1103	
TPD promedio 12h	245.67	288.00	199.00	61.00	144.67	23	10.666667	11.33333	13	10.66667	2	5	1.666667	1.33333	3	2	3.333333	2	5	0.33333333	0	0	1012.667

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERIA DE TRÁNSITO
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL CARRETERA VIEJA A TIPITAPA DEL KM 22+600 AL KM 30+200

ESTACION
 Tramo: Km 22+600 -empalme chilamatillo 30+200 FECHA SECUENCIA CONTEO VEHICULAR
 CONTADOR DE TRAFICO

Sentido 16 1 23 COORDINADOR DE SITIO

Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL			
	Vehiculos Livianos					Autobuses				Camiones			Camión				Trailer Articulado				Agrícolas	Construc.	Otros
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3					
Martes (TD 12h)	197	244	202	67	148	25	15	10	12	3	1		1		2	1	3	1	5	1		938	
Miercoles (TD 12h)	196	217	224	114	143	24	9	14	16	3	4		2	1	2	2	3	1	10	4	3	992	
Jueves (TD 12h)	288	288	191	69	163	29	7	11	13	5	3		2	2	2	2	3	1	5	2		1086	
TPD promedio 12h	227.00	249.67	205.67	83.33	151.33	26	10.333333	11.66667	13.666667	3.666667	2.67	0	1.666667	1	2	1.666667	3	1	6.6666667	2.33333333	1	0	1004.333