



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VIAL DEL
MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR DEL KM 45 AL KM 48
DEPARTAMENTO DE MANAGUA.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Mario Francisco Rayo Boniche.
Br. Hernaldo Manases Soza Pasquier.

Tutor

Ing. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez.

Managua, octubre de 2017

DEDICATORIA

Al creador de todo, el que me ha dado la fortaleza para continuar, cuando a punto de caer he estado, dedico primeramente este trabajo a Dios.

De igual forma dedico esta monografía a mis padres que han sabido formarme con buenos valores, Hábitos y educación, que me han llevado a ser lo que soy.

A aquellos que me han instado y brindado todo lo necesario, amor, abrazos, retos, castigos, dieron sus frutos y me ayudaron a llegar donde estoy. Familia, amigos, maestros llegue a donde he llegado gracias a ustedes.

Br. Hernaldo Manases Soza Pasquier

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme dado la vida, amor, salud y haberme permitido llegar hasta este punto tan importante en mi formación profesional, ya que sin su ayuda y apoyo incondicional esto no sería posible.

A mis padres: Sr. Mario Francisco Rayo Bustamante y Sra. Fátima Boniche Pérez por haber estado conmigo en cada paso que daba mi vida, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por haberme apoyado aun en las circunstancias más difíciles y ser los pilares más importantes en mi vida demostrándome siempre su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional.

A mi hermana María Ángel Rayo Boniche por hacerme sentir una persona grata y por ser mi verdadera amiga. A la familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Br. Mario Francisco Rayo Boniche

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios nuestro señor sobre todas las cosas, por regalarnos la sabiduría e inteligencia para permitirnos culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas y cumplimos un sueño anhelado. Agradecemos de todo corazón a nuestros padres, que con todo el sacrificio y esfuerzo sin condición alguna nos ayudaron en todo lo necesario en nuestra educación superior que hoy culminamos con gran dicha y orgullo.

Al Ing. Beatriz de los Ángeles Torrez, Docente del departamento de Vías de Transporte de la UNI – RUPAP, quien fue nuestro tutor que con sus grandes conocimientos nos orientó en la realización de nuestra monografía.

Al Arq. Rolando Jirón, jefe de proyecto de la alcaldía del municipio de San Rafael del sur, por facilitarnos datos de valor insustituible para el contenido de este estudio.

A todos nuestros docentes, que con sus conocimientos, experiencias y valores aportados, nos guiaron a alcanzar una de nuestras metas profesionales y a ser mejores personas cada día.

No terminaríamos de agradecer a todas las personas que nos ayudaron en el transcurso de esta etapa de nuestras vidas para llegar a adquirir este objetivo profesional, no solo a nuestros familiares sino a todos nuestros amigos, queremos darle las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por sus bendiciones.

RESUMEN

La propuesta de solución al congestionamiento vial, es una investigación detallada de un tramo urbano del municipio de San Rafael del sur, que está siendo afectado por dicho congestionamiento la cual cada año va aumentando el uso de más vehículos, se desarrollaron todos los estudios correspondientes que tienen relación directa con esta temática, tales como, inventario vial, estudio de tráfico, estudio de accidentalidad y propuesta de solución, para encontrar los factores que están afectando dicho problema en esta vía principal de San Rafael del sur.

El actual documento está estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO 1. PRELIMINARES.

En este capítulo se aborda todos aquellos aspectos teóricos que a nuestro juicio consideramos de gran importancia para la realización de la propuesta de solución al congestionamiento vial. Se define el sitio del estudio realizado, así su localización, el porqué de la realización de este trabajo monográfico y los alcances que el mismo tendrá.

CAPITULO 2. INVENTARIO VIAL.

En este capítulo se describen las características físicas y condición de la carretera, identificación del tramo en estudio, clasificación funcional, topografía, uso del suelo, calificando el estado de la carpeta de rodamiento, característica geométrica de la vía, obras de drenajes, bahías de buses, postes kilométricos, dispositivos de señalización vertical y horizontal, con el objetivo de evaluar si esta vía presta las óptimas condiciones.

CAPITULO 3. ESTUDIO DE TRÁFICO.

Este capítulo abordará temas más específicos relacionados con los volúmenes de tránsito, hora y variación del tránsito en la hora de máxima demanda, un análisis del flujo vehicular y análisis de capacidad de la vía para determinar en qué nivel opera la carretera en estudio.

CAPITULO 4. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD.

Este estudio se efectuó a partir de los registros de los accidentes de tránsito ocurridos en este tramo de carretera durante los últimos cinco años, dicha información fue proporcionada por la Dirección de Seguridad de Tránsito de la Policía Nacional de San Rafael del sur distrito 9. En el estudio se realizó un análisis de accidentes distribuyéndose por causas, tipos, días, meses y años de mayor incidencia.

CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCION AL CONGESTIONAMIENTO VIAL.

Este capítulo muestra la propuesta de solución vial a la problemática que existe en el tramo en estudio.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Este capítulo es importante, ya que se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los estudios ejecutados en la vía principal del tramo en estudio y las dos rutas alternas, que permitieron diagnosticar el congestionamiento en el tramo y asimismo se hacen las recomendaciones correspondientes para disminuir o eliminar la problemática existente.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. PRELIMINARES.

1.1.	INTRODUCCIÓN.	1
1.2.	ANTECEDENTES.	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN.	5
1.4.	OBJETIVOS.	7
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL.	7
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	7
	MACRO LOCALIZACIÓN.	8
	MICRO LOCALIZACIÓN.	8
1.5.	MARCO TEÓRICO.	9
1.5.1.	INVENTARIO VIAL.	9
1.5.1.1.	ELEMENTOS QUE COMPONEN LA VÍA.	9
1.5.2.	ESTUDIO DE TRÁNSITO.	13
1.5.2.1.	VOLUMEN DE TRÁNSITO.	14
1.5.2.2.	AFORO VEHICULAR.	14
1.5.2.3.	NIVELES DE SERVICIO.	15
1.5.3.	ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD.	17
1.6.	DISEÑO METODOLÓGICO.	21

CAPÍTULO 2. INVENTARIO VIAL.

2.1.	INTRODUCCIÓN.	22
2.2.	IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.	22
2.3.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.	22
2.4.	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.	23
2.5.	TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.	23

2.6.	USO DEL SUELO.	24
2.7.	CARPETA DE RODAMIENTO.	24
2.8.	CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA VÍA.	25
2.9.	OBRAS DE DRENAJES VIAL.	27
2.9.1.	DRENAJE TRANSVERSAL.	27
2.9.1.1.	DRENAJE MENOR.	27
2.9.2.	DRENAJE LONGITUDINAL.	29
2.10.	BAHÍAS DE BUSES.	30
2.11.	DISPOSITIVO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL.	32
2.11.1.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	32
2.11.2.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.	35
2.12.	POSTES KILOMÉTRICOS.	36

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE TRÁNSITO.

3.1.	INTRODUCCIÓN.	38
3.2.	LEVANTAMIENTO DE DATOS.	38
3.3.	DIGITACIÓN DE LOS AFOROS.	39
3.4.	HORA Y VARIACIÓN DEL TRÁNSITO EN LA HORA DE LA MÁXIMA DEMANDA.	39
3.5.	ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR.	41
3.5.1.	ANÁLISIS DE LA TASA DE FLUJO (q).	42
3.6.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD.	45
3.6.1.	NIVELES DE SERVICIOS.	45
3.6.2.	CARRETERAS DE DOS CARRILES.	45
3.6.3.	CÁLCULO DE LOS NIVELES DE SERVICIOS.	47

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD.

4.1.	INTRODUCCIÓN.	53
4.2.	FUENTE, RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE DATOS.	54
4.3.	CANTIDAD TOTAL DE ACCIDENTES, MUERTOS Y LESIONADOS.	54

4.4.	ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	55
4.5.	TIPOS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	56
4.6.	CAUSAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	57
4.7.	FRECUENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO. ...	59

CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO

VIAL.

5.1.	INTRODUCCIÓN.	64
5.2.	IDENTIFICACIÓN DE LAS DOS RUTAS ALTERNAS A PROPONER.	65
5.3.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.	65
5.4.	TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.	66
5.5.	CARPETA DE RODAMIENTO.	67
5.6.	CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA VÍA.	68
5.7.	OBRAS DE DRENAJES DE LAS DOS RUTAS ALTERNAS A PROPONER.	69
5.7.1.	DRENAJE TRANSVERSAL.	70
5.7.2.	DRENAJE LONGITUDINAL.	70
5.8.	CARACTERÍSTICA DEL VEHÍCULO DE DISEÑO WEB-15.	71
5.9.	DEFICIENCIA EN LAS INTERSECCIONES.	72
5.10.	PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.	78

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.	CONCLUSIONES.	84
6.2.	RECOMENDACIONES.	86

BIBLIOGRAFÍA.87

ANEXOS A-1.I

- FORMATO DE SECCIÓN TRANSVERSAL.
- FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES.
- FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES HORIZONTALES.

- FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE DRENAJE MENOR Y MAYOR.

ANEXOS B-2II

- ESTADO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO.
-

ANEXOS C-3III

- FORMATO DE CONTEO VEHICULAR.
- CONTEO DE TRÁNSITO.
- DATOS DEL PT Y PB.
- TABLAS DEL HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM).

ANEXOS D-4IV

- UBICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES EN LAS RUTA 1, RUTA2, Y VÍA PRINCIPAL.

ANEXOS E-5V

- PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA RUTA 1.
- PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA RUTA 2.
- PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA VIA PRINCIPAL.

Lista de Tablas

TABLA 1: PENDIENTES DEL TRAMO EN ESTUDIO.	24
TABLA 2: ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.	25
TABLA 3: CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA VÍA.	26
TABLA 4: DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS.	27
TABLA 5: DIMENSIONES DE CAJAS.	28
TABLA 6: LONGITUD DE CUNETAS SENTIDO ESTE-OESTE.	29
TABLA 7: LONGITUD DE CUNETAS SENTIDO OESTE-ESTE.	30
TABLA 8: BAHÍAS DE BUSES.	30
TABLA 9: CARACTERÍSTICA PRINCIPALES DE LAS BAHÍAS PARA BUESES.	31
TABLA 10: DIMENSIONES TÍPICA DE LAS BAHÍAS PARA EL REFUGIO DE LOS AUTOBUSES EN LAS CARRETERAS REGIONALES.	31
TABLA 11: DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO	34
TABLA 12: ESTADO DE POSTES KILOMÉTRICOS.	36
TABLA 13: VOLUMEN DE MÁXIMA DEMANDA PARA CADA ESTACIÓN.	40
TABLA 14: FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA ESTACIÓN 45+500.	40
TABLA 15: FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA ESTACIÓN 47+000.	41
TABLA 16: FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA ESTACION 48+000.	41
TABLA 17: COMPARACIÓN DE TASAS DE FLUJO.	42
TABLA 18: RELACIÓN VOLUMEN A CAPACIDAD.	47
TABLA 19: FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR ANCHO DE CARRIL Y BERMAS.	48
TABLA 20: FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS.	48
TABLA 21: CAPACIDAD PARA CADA NIVEL ESTACIÓN 45+500.	49
TABLA 22: CAPACIDAD PARA CADA NIVEL ESTACIÓN 47+000.	51
TABLA 23: CAPACIDAD PARA CADA NIVEL ESTACIÓN 48+000.	52
TABLA 24: PENDIENTES DE LA RUTA 1, DE ESTE-OESTE.	66
TABLA 25: PENDIENTES DE LA RUTA 2, DE OESTE-ESTE.	66
TABLA 26: ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO RUTA 1, DE ESTE-OESTE.	67

TABLA 27: ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO RUTA 2, DE OESTE-ESTE.	67
TABLA 28: CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA RUTA 1, DE ESTE-OESTE.	69
TABLA 29: CARACTERISTICA GEOMÉTRICA DE LA RUTA 2, DE OESTE-ESTE.	69
TABLA 30: DIMENSIONES DE CAJAS DE LA RUTA 1, DE ESTE-OESTE.	70
TABLA 31: LONGITUD DE CUNETAS DE LA RUTA 1, DE ESTE-OESTE.	70
TABLA 32: LONGITUD DE CUNETAS DE LA RUTA 2, DE OESTE-ESTE.	71

Lista de Imágenes

IMAGEN 1: MACRO LOCALIZACIÓN.	8
IMAGEN 2: MICRO LOCALIZACIÓN.	8
IMAGEN 3: ELEMENTOS DE UNA VÍA.	9
IMAGEN 4: BAHÍAS DE BUSES SIN SEPARADOR.	11
IMAGEN 5: MEDIANA O BOULEVARD ESTACIÓN 45+294 A 45+451.	26
IMAGEN 6: MEDIANA O BOULEVARD ESTACIÓN 45+858 A 45+948.	26
IMAGEN 7: ALCANTARILLA ESTE-OESTE ESTACIÓN 45+192.	28
IMAGEN 8: ALCANTARILLA OESTE-ESTE ESTACIÓN 45+192.	28
IMAGEN 9: OBSTRUIDO POR DESECHOS ESTACIÓN 46+941.	28
IMAGEN 10: OBSTRUIDA POR DESECHOS ESTACIÓN 47+029.	29
IMAGEN 11: OBSTRUIDA POR DESECHOS ESTACIÓN 47+120.	29
IMAGEN 12: BAHÍA DE BUS Y CASETA EN UN BUEN ESTADO.	32
IMAGEN 13: BAHÍA DE BUS SIN CASETA.	32
IMAGEN 14: BUEN ESTADO ESTACIÓN 45+667.	33
IMAGEN 15: REGULAR ESTADO ESTACIÓN 46+087.	33
IMAGEN 16: MAL ESTADO ESTACIÓN 47+079.	33
IMAGEN 17: LÍNEAS DE CENTRO ESTACIÓN 45+24135.	35
IMAGEN 18: LÍNEAS DE CENTRO DOBLE Y DE BORDE ESTACIÓN 45+485.	35
IMAGEN 19: PASO ESCOLAR ESTACIÓN 46+186.	36
IMAGEN 20: PASO ESCOLAR ESTACIÓN 46+380.	36

IMAGEN 21: PASO ESCOLAR ESTACIÓN 47+311.	36
IMAGEN 22: MAL ESTADO ESTACIÓN 45+000.	37
IMAGEN 23: POCO VISIBLE ESTACIÓN 46+000.	37
IMAGEN 24: POCO VISIBLE ESTACIÓN 47+000.	37
IMAGEN 25: BUEN ESTADO ESTACIÓN 48+000.	37
IMAGEN 26: ENTRADAS Y SALIDAS DE LAS RUTAS ALTERNAS.	65
IMAGEN 27: OBSTRUIDA POR AGUA ESTACIÓN 0+170.	68
IMAGEN 28: OBSTRUIDA POR AGUA ESTACIÓN 0+230.	68
IMAGEN 29: OBSTRUIDA POR AGUA ESTACIÓN 0+00.	68
IMAGEN 30: OBSTRUIDA POR AGUA ESTACIÓN 0+980.	68
IMAGEN 31: OBSTRUIDA POR DESECHOS ESTACIÓN 0+646.	70
IMAGEN 32: CARACTERÍSTICA DEL VEHÍCULO DE DISEÑO WEB-15.	71
IMAGEN 33: INTERSECCIONES DE LAS DOS RUTAS ALTERNAS.	72
IMAGEN 34: LEVANTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN 1.	73
IMAGEN 35: LEVANTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN 2.	74
IMAGEN 36: LEVANTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN 3.	75
IMAGEN 37: LEVANTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN 4.	76
IMAGEN 38: LEVANTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN 5.	77
IMAGEN 39: SEÑALES EN RUTAS ALTERNAS Y VÍA PRINCIPAL.	82

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1: PORCENTAJES DE LAS SEÑALES VERTICALES.	33
GRÁFICO 2: TASA DE FLUJO “qn” PARA EL VHMD DE LA ESTACIÓN 45+500.	43
GRÁFICO 3: TASA DE FLUJO “qn” PARA EL VHMD DE LA ESTACIÓN 47+000.	44
GRÁFICO 4: TASA DE FLUJO “qn” PARA EL VHMD DE LA ESTACIÓN 48+000.	44
GRÁFICO 5: TOTAL DE ACCIDENTES, MUERTOS Y LESIONADOS POR AÑOS (2011-2015).	54
GRÁFICO 6: TOTAL DE ACCIDENTES Y LESIONADOS POR AÑOS (2011-2015).	55

GRÁFICO 7; DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES SEGÚN TIPO.	56
GRÁFICO 8: PRINCIPALES CAUSAS DE ACCIDENTES OCURRIDAS EN EL TRAMO EN ESTUDIO (2011-2015).	58
GRÁFICO 9: CAUSAS POR LESIÓN EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	59
GRÁFICO 10: DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES Y LESIONADOS POR MES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2011 A 2015.	60
GRÁFICO 11: DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES POR MES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2011 A 2015.	60
GRÁFICO 12: DISTRIBUCIÓN DE LESIONADOS POR MES DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2011 A 2015.	60
GRÁFICO 13: DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES Y LESIONADOS POR DIA DEL 2011 A 2015.	61
GRÁFICO 14: DISTRIBUCIÓN DE ACCIDENTES POR DÍA DEL 2011 A 2015.	62
GRÁFICO 15: DISTRIBUCIÓN DE LESIONADOS POR DÍA DEL 2011 A 2015.	62
GRÁFICO 16: HORARIO DE ACCIDENTES Y LESIONADOS OCURRIDOS EN EL TRAMO EN ESTUDIO DEL 2011 A 2015.	63

CAPÍTULO 1.

PRELIMINARES.

1.1- INTRODUCCIÓN.

El congestionamiento de tránsito no es un fenómeno nuevo en las ciudades latinoamericanas, las cuales se han caracterizado en el último cuarto de siglo por un proceso relativo de crisis, con un marcado crecimiento de la tasa de motorización privada; una insuficiente e inadecuada inversión en infraestructura vial donde el incorrecto diseño o mantenimiento de la vialidad es causa de un congestionamiento innecesario.

En muchas ciudades es frecuente encontrar casos de falta de demarcación de los carriles de circulación, inesperados cambios en el número de carriles, paraderos de autobuses ubicados justamente donde se reduce el ancho de la calzada y otras deficiencias que entorpecen la fluidez del tránsito. Así mismo, el mal estado del pavimento y en especial la presencia de baches genera crecientes restricciones de capacidad y aumenta el congestionamiento.

Los grandes problemas del tráfico son los accidentes y congestionamiento vial que afectan drásticamente la calidad de vida de los usuarios, considerando en primer orden las pérdidas de vidas humanas, personas lesionadas y en tercer lugar los grandes gastos económicos que se generan cuando estos hechos fortuitos suceden.

La congestión del tránsito se produce cuando el volumen de tráfico sobrepasa la capacidad que posee la vía, ya sea por sus características geométricas o particularidades propias de la tipología vehicular. Hay una serie de circunstancias específicas que causan o agravan este fenómeno, la mayoría de ellas reducen la capacidad de una carretera en un punto determinado.

La accidentalidad se refleja como uno de los estudios más importantes en la ingeniería de tránsito, específicamente en el área de seguridad vial, los que ofrecen resultados que plantean diversas alternativas de solución, a través de una exhaustiva investigación sobre los distintos factores que inciden en los accidentes de tránsito.

La seguridad vial es un área de mucha importancia a nivel mundial, para evitar que los usuarios, cargas transportadas, y vehículos de transporte se vean involucrados en accidentes de tránsito; lo cual, además de generar daños y grandes pérdidas económicas o materiales producen un gran impacto en la vida del ser humano, como es el resultado de personas fallecidas y lesionadas lo cual ocasiona un aumento en gastos médicos e indemnizaciones que son cubiertos por la sociedad. Es evidente que el estar involucrado en un accidente de tránsito es una experiencia que ninguna persona desea vivir, puesto que genera un sinnúmero de emociones que afectan la estabilidad emocional y psicológica de los involucrados.

Con el incremento exponencial del parque vehicular en los últimos años, particularmente las motos, las probabilidades de sufrir un accidente de tránsito se han multiplicado, por el mismo hecho de que circulan más vehículos en las mismas vías.

En un accidente de tránsito son muchos los factores que inciden en la ocurrencia de esta clase de eventos, sin embargo existen grandes representantes como son el factor humano, vial y vehicular que deben analizarse para determinar dónde están los problemas y su incidencia.

Esta investigación requiere hacer una propuesta de solución al congestionamiento vial del tramo km 45 al km 48 con el objetivo de realizar un estudio que indique el estado de las condiciones físicas de dicho tramo y poder determinar las principales causas de dicho congestionamiento ya sea por el estado de la carretera, por el volumen máximo de vehículos, por falta de señalización o por accidentes de tránsito.

1.2- ANTECEDENTES.

San Rafael del Sur se fundó en 1794 y se constituyó como municipio el día 11 de enero de 1831 siendo elevada a la categoría de ciudad el 16 de octubre de 1956. Está ubicado entre las coordenadas 11°50' de latitud norte y 86°26' de longitud oeste. Según el censo nacional en 2000 San Rafael del Sur tiene una población de 41,574 habitantes y una densidad de 100 persona por km² y una extensión territorial de 357.3km².

El municipio está ubicado en el sector sur del departamento, este se encuentra al suroeste de la ciudad capital de Managua a una distancia de 47 km y se extiende desde la zona montañosa, a una altura de 940 metros, bajando hasta la costa del océano pacífico. Esta pequeña ciudad de la zona del pacífico nicaragüense es una ciudad muy rica, ya que está asentada en unos de los yacimientos más grandes de cal y yeso del país, minerales que son fuente de materia prima para la fabricación del cemento que se utiliza en la industria de la construcción.

El municipio empezó a desarrollarse y a tener un mayor auge en la producción motivado por creación de la trocha de carretera donde ya había un mayor movimiento de carga y personas por dicha mejora. Ya en 1940 se empezó a construir la carretera desde el empalme de Las Conchitas (Crucero) hasta Masachapa, lo que ha dado un aumento en el porcentaje de productividad en toda esta zona, porque no hay progreso más notorio que una buena vía que permita la comunicación entre ciudades. Desde entonces San Rafael del Sur empezó a conocerse comercialmente; antes de esto estaba en el anonimato, no tenía las facilidades actuales de transporte. Solo se viajaba para las ciudades de mayor importancia haciendo uso de la carretas, caballos y a pie.

Más tarde, en el año 2013, la alcaldía de este municipio en compañía del ministerio de transporte e infraestructura (MTI) hicieron rehabilitación y mejoramiento de la vía principal, ya que estaba en mal estado y llena de baches, por lo cual se procedió a hacer un recarpeteo del km 45 al km 48 de dicha vía.

En la actualidad este municipio ha aumentado su población y está asentado con una carretera asfaltada continua que une a Managua y la costa del pacífico. Esta carretera se clasifica como montañosa, ondulada, plana y corresponde a la NIC -8, presenta una estructura vial regular, con cierta planicie en la parte central del casco urbano e irregular en la parte periférica.

Dicho tramo en estudio (km 45 al km 48 de este municipio) se clasifica como plano y es la vía comercial de la municipalidad donde se encuentra: Cemex, fábrica de cemento canal, centros escolares, mercado municipal y varios establecimientos privados, lo cual ocasiona un congestionamiento vial y hace que la zona sea altamente transitada por transporte pesado, transporte público, moto taxi, Triciclo, Bicicleta, motos y vehículos particulares.

1.3- JUSTIFICACIÓN.

La seguridad vial es indispensable para el bienestar de todas las sociedades del mundo, en las que los vehículos automotores son el elemento de transporte que mayor frecuencia de uso tiene. El crecimiento poblacional es el factor que impulsa el uso de más vehículos de transportación en las vías lo cual puede ocasionar congestión vial o accidentes de tránsito, esto a su vez implica establecer las correspondientes medidas de seguridad vial ante los progresivos volúmenes de tránsito.

El tramo en estudio km 45 a km 48 es una vía donde circula gran cantidad de tráfico, ya que en las horas pico generan volúmenes de máxima demanda ocasionando congestión en la vía, principalmente por vehículos livianos y vehículos de carga que transportan cemento y caña de azúcar a diferentes departamentos del país. La situación se ve agravada debido a problemas de diseño y conservación en la vialidad de la ciudad, estilo de conducción que no respeta a los demás, deficiente información sobre las condiciones del tránsito.

La presente investigación tendrá como punto de partida la seguridad vial y congestión en la vía de estudio, dar continuidad con mayor énfasis a todo lo largo del tramo, la identificación de las causas, categorización de accidentes y a determinar la cantidad de volumen de vehículo que transita por la vía, para así dar una propuesta de solución a dicho congestión vial.

La importancia del trabajo radica en la obtención de datos de volumen de tráfico, estado de la vía en estudio de accidentalidad los cuales actualmente no se encuentran registrados por parte de la Policía Nacional y el MTI, debido a que nadie ha hecho un estudio similar en dicho tramo, este a su vez puede ser un incentivo para que otros estudiantes e ingenieros generen este tipo de estudios que sirven para realizar un análisis real y concreto de esta problemática.

Se pretende brindar una propuesta de accesibilidad más segura y una mayor fluidez vehicular en el tramo de carretera mediante un estudio profesional que considere todos los factores de viabilidad que pueden ser incorporados, ya que se ha incrementado la zona turística demandando accesibilidad ante las autoridades responsable que no han podido realizar un estudio de tránsito.

Al identificar estas causas y elaborar propuestas concretas para sus respectivas soluciones, se creará un documento que ayudará a que la comunidad en general pueda identificar las restricciones del tramo, congestión vial u otra información valiosa para la reducción de los mismos en dichas vías.

1.4- OBJETIVOS.

1.4.1- Objetivo general.

- ❖ Realizar una propuesta de solución al congestionamiento vial del municipio de San Rafael del sur del tramo km 45 al km 48, Departamento de Managua.

1.4.2- Objetivos específicos.

- ❖ Desarrollar un inventario vial que permita conocer las condiciones geométricas, señalización y el estado de la superficie de rodamiento del tramo de estudio.
- ❖ Efectuar conteos vehiculares que permitan conocer los volúmenes de tránsito que circulan en dicho tramo.
- ❖ Analizar los datos estadísticos de los accidentes que posee la Policía Nacional para determinar las causas y la incidencia de los mismos.
- ❖ Generar una propuesta de solución vial que permita mejorar la funcionalidad del tramo de estudio.

Imagen 1. Macro localización. Ubicación San Rafael del Sur.



Fuente: Google Maps.

Imagen 2. Micro localización. Estación de inicio y final del tramo en estudio.



Fuente: Google Maps.

1.5- MARCO TEÓRICO.

1.5.1- Inventario vial.

Es una actividad de campo que permitirá dar una visión integral de todos los elementos y componentes de la vía.

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operatividad y funcionalidad de la vía, a partir de la descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño.

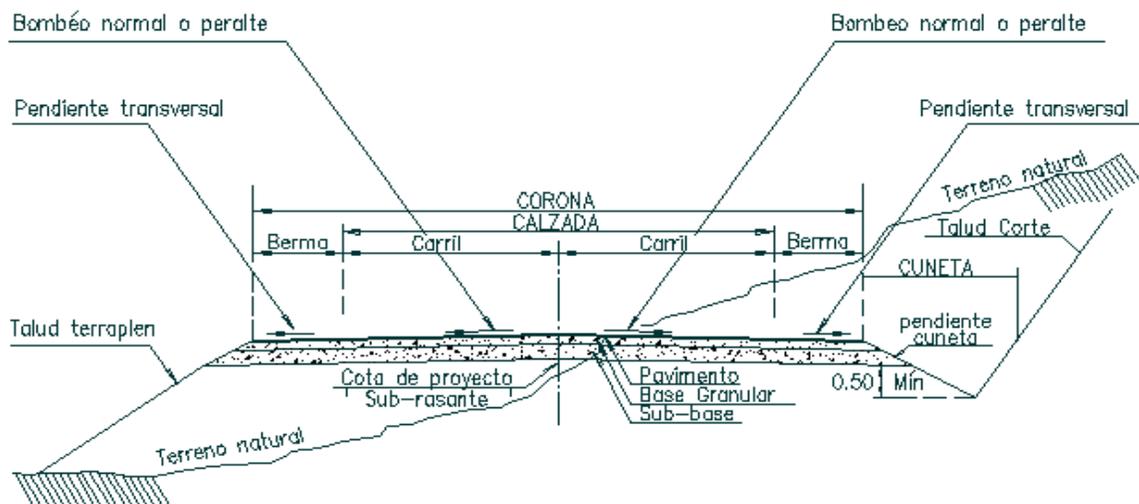
Vía pública: Determínese así a todo camino o calle destinada al tránsito de vehículos, personas, animales o cualquier otro.

Vía privada: Es un área de circulación vehicular y peatonal que forma parte de una propiedad privada.

Red vial: Conjunto de calles, avenidas, pistas y carreteras, que sirven para el desplazamiento y la circulación de los vehículos automotores, de pedal o los de tracción animal, así como de los peatones y transeúntes.

1.5.1.1- Elementos que componen la vía.

Imagen 3. Elemento de una vía.



Fuente: www.google.com.ni/search?q=sección+transversal+de+una+carretera.

Calzada: Es el área de la vía destinada únicamente para la circulación de vehículos automotor, de pedal o los de tracción animal.

Carril: Es la parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila.

Hombros en la vía: Son el área de seguridad para la maniobra de vehículos que sufre ocasionalmente desperfectos durante su recorrido, y como espacio para la circulación de motocicletas, bicicletas y peatones.

Cunetas: Se construyen paralelamente a los acotamientos. Están destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera.

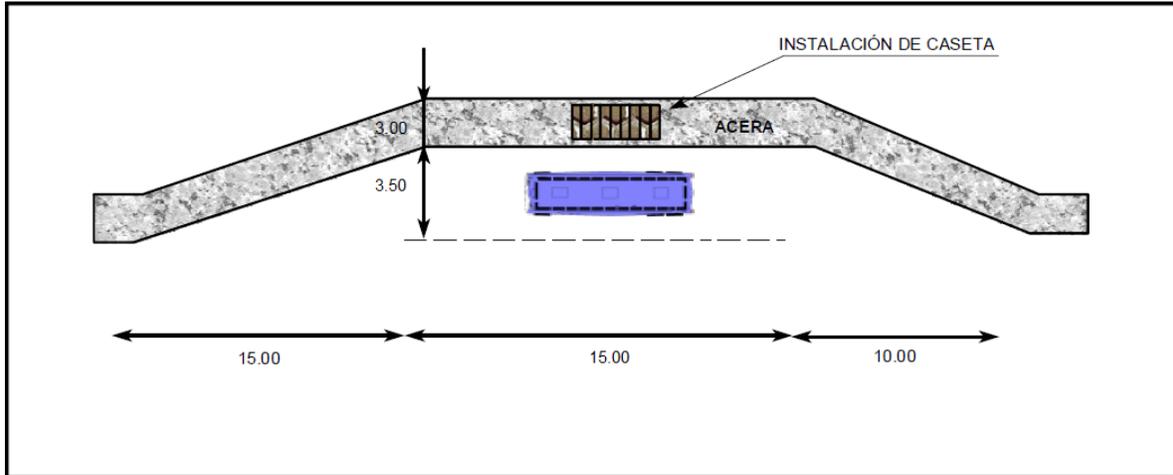
Obras de drenajes: Son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- Evitar que el agua provoque daños estructurales.
- De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

Alcantarillas: Son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lámina, piedra o madera.

Bahías de buses: Las bahías para parada de buses son una transición entre la calzada y andén, están destinadas para que los vehículos de servicio público suban o bajen pasajeros, en estos lugares se prohíbe la parada de otros vehículos.

Imagen 4. Bahías de buses sin separador.



Fuente: SIECA/Manual para el Diseño de Carreteras.

Mojones kilométricos: Son una señal especial, pues no solamente informan al conductor de su ubicación respecto al inicio y final del viaje, sino que es usado por las autoridades para control de tráfico, de accidentes, para mantenimiento y rehabilitación.

Señalización: Son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales. Las señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda, y segura; las señales prohíben, obligan, y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

Señales verticales: Son aquellas que contienen símbolos ubicados en paralelas y que se encuentran localizados a la orilla de las vías por donde se circulan a fin de regular e informar sobre el tránsito.

Las señales verticales deben cumplir con los siguientes requisitos fundamentales:

- ❖ Satisfacer una necesidad importante.
- ❖ Llamar la atención.
- ❖ Transmitir un mensaje claro.
- ❖ Imponer respeto a los usuarios.

- ❖ Guiar al usuario a lo largo del camino y convencerlo de modificar su comportamiento al volante.
- ❖ Estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción.

De acuerdo a la función que cumplen se clasifican en:

Señales Reglamentarias: Son aquellas que tienen por objeto notificar a los conductores y peatones las limitaciones, prohibiciones y restricciones; cuya violación significa infracción a la ley de tránsito. Su forma es rectangular a excepción del ALTO y CEDA EL PASO que son octagonales y triangular, respectivamente. Tienen leyendas y símbolos que explican su significado. Los colores que distinguen estas señales deben ser: rojo, blanco y negro. Estas señales se clasifican según el tipo de restricción conforme a la SIECA.

Señales Preventivas: Son aquellas que tienen por objeto prevenir a los conductores y peatones de la existencia de un peligro inminente en la vía y la naturaleza de ese peligro. Su forma debe ser cuadrada y colocada de manera diagonal. Estas señales se clasifican según el tipo de prevención conforme a la SIECA.

Señales Informativas: Son aquellas que tienen por objeto identificar las vías y lugares por donde será circulado, así como guiar a los conductores y peatones de manera correcta y segura. La forma de estas señales debe ser rectangulares con excepción de las indicaciones de rutas que podrán tener una forma y tamaño especial, según sea el caso. Estas señales se clasifican según el tipo de información conforme a la SIECA.

Señales Horizontales: Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Clasificación de señales horizontales.

- a- Línea de borde o paralelas:** Estas líneas como su nombre lo indica se encuentran en el borde de la carretera, les indican a los conductores el ancho de su carril, y el espacio del arcén a la derecha.
- b- Línea continua:** Indican que no debe aventajar cuando hay un solo carril por sentido.
- c- Doble línea continua:** Indica que no puede aventajar en vías de dos carriles por sentidos.
- d- Línea discontinua:** Indica que puede aventajar o hacer cambio de carril.
- e- Línea continua con línea discontinua:** Indica al conductor que la línea que tiene a su izquierda cuando es continua no debe aventajar, cuando es discontinua puede aventajar.
- f- Líneas de pared o retención:** Estas líneas se encuentran en las intersecciones, son de color blanco y les indican a los conductores donde deben detenerse con el vehículo.
- g- Flechas direccionales:** Estas marcas son de color blanco, se ubican sobre los carriles para indicar las maniobras que se pueden realizar.
- h- Paso peatonal:** Marcas horizontales que indican donde deben de pasar los peatones con seguridad.

1.5.2- Estudio de tránsito.

Es obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos sobre puntos específicos dentro de un sistema de carreteras o calles expresadas en relación al tiempo.

Estos estudios determinan las características principales de la circulación, el conteo de tráfico permite tener estadísticas y clasificación según su tipología del volumen diario de tránsito que circulan por un punto determinado.

1.5.2.1- Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado.

Los estudios sobre volumen de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o tramo definidos dentro de un sistema vial.

Volúmenes de tránsito de máxima demanda (VHMD):

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se puede presentar durante un día particular.

Tasa de flujo o flujo (q):

Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora $T < 1$ hora.

Factor de la hora máxima demanda (FHMD):

Es un indicador de las características del flujo de tránsitos en períodos máximos. Indican como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora.

Los volúmenes de tránsito horario se utilizan para:

- a- Determinar la longitud y magnitud de los períodos de máxima demanda.
- b- Evaluar deficiencia de capacidad.
- c- Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforo y marcas viales; jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de establecimiento, paradas y maniobras de vueltas.
- d- Proyectar y rediseñar geoméricamente calles e intersecciones.

1.5.2.3- Aforo vehicular.

Consiste en un conteo del volumen de tráfico en un segmento de carretera dado, durante un período determinado y clasificarlo por tipo de vehículo en 16 categorías diferenciadas según tamaño y uso del vehículo.

Clasificación vehicular.

En la clasificación vehicular forman parte de ella todos los tipos de vehículos que transitan la vía, de acuerdo a su clasificación estos se encuentran divididos en transporte liviano y pesado.

a- Vehículos de pasajeros: Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte de pasajeros y algunos acondicionados para la realización de tal actividad, tales como motos, Autos, Jeeps, Camionetas, Microbús.

b- Vehículos de carga.

❖ **Livianos de carga:** Incluye todos aquellos vehículos diseñados para el transporte y mercadería livianos (peso máximo 4 toneladas o menores a ellas)

❖ **Camión de carga:** Son todos aquellos camiones tipo C2 (2 ejes) y C3 (3 ejes), con un peso mayor de 5 ton/eje

❖ **Camión de carga pesada:** Son aquellos vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada son del tipo **(Tx-Sx≤4)**.

Los **(Tx-Sx≥5)** Se consideran las combinaciones tractor camión y semi remolque, que sea igual o mayor de 5 ejes, camión **(Cx-Rx≤4)** Son combinaciones camión-remolque, que sea menor o igual a 4 ejes **Cx-Rx≥5** Son combinaciones iguales que las anteriores, pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.

c- Vehículos pesado:

Son todos aquellos vehículos que no son utilizados para el transporte de personas o carga, sino para fines más específicos, como la agricultura y la construcción.

Ejes de los vehículos.

Un eje es la barra que une las ruedas de un vehículo. Existen tres tipos de ejes, el eje simple, Tándem y Tridem, los cuales se definen a continuación.

- a- **Eje Simple o sencillo:** es un eje en cuyos extremos lleva una o dos ruedas sencillas y cuyo peso corresponde a 8.2 Toneladas (Ton), equivalente a 18 Kilo libras (Kip).
- b- **Eje Tándem o doble:** es aquel constituido por dos ejes sencillos con rueda doble en los extremos. Su peso es de 15 Toneladas (Ton), equivalente a 33 Kilo libras (kip).
- c- **Eje Tridem o Triple:** es aquel constituido por tres ejes sencillos con rueda doble en los extremos, cuyo peso es de 18.2 Toneladas, correspondiente a 40 Kilo libras.

1.5.2.2- Niveles de servicio.

El HCM (Highway Capacity Manual) establece seis niveles de servicio identificados subjetivamente por letras, desde la A hasta la F, donde en el nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que en el nivel F se alcanza un flujo forzado.

Nivel A: Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/h o más), la demora de los conductores no es más del 35% del total del tiempo de viaje. La razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/h.

Nivel B: Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida (80 km/h) por las condiciones del tráfico. La demora de los conductores no es mayor del 50% del total del tiempo de viaje. La razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/h.

Nivel C: Se mantiene en zona estable pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km/h). La demora de los conductores alcanza el 65 % del total del tiempo de viaje. La razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/h.

Nivel D: Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de los 60 km/h. La demora de los conductores alcanza el 80 % del total del tiempo de viaje. La razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/h.

Nivel E: Flujo inestable. Suceden pequeños congestionamientos. La velocidad cae hasta 40 km/h. La demora de los conductores es mayor al 80 % del total del tiempo de viaje.

Nivel F: Flujo forzado. Condiciones de “pare” y “siga”, congestión de tránsito.

1.5.3- Estudio de accidentalidad.

La accidentalidad estudia las estadísticas sobre el número de accidentes vehiculares ocurridos en las carreteras que acceden a la red vial actual. Conocer las principales causas por las que han sucedido los accidentes. Al realizar el estudio de accidentalidad se logra determinar las causas del por qué las estadísticas presentan un aumento de los accidentes de tránsito y los factores que influyen en este fenómeno.

Accidente de tránsito.

Acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muertes de personas, donde interviene por lo menos un vehículo en movimiento.

Tipos de Accidentes de Tránsito.

- ❖ **Atropello:** Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona
- ❖ **Colisión entre vehículos:** Ocurre entre dos o más vehículos.
- ❖ **Colisión con punto fijo:** Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera u otro vehículo estacionado.

- ❖ **Vuelcos:** Es un tipo de accidente en el cual el conductor de un vehículo pierde el control del mismo.
- ❖ **Accidente con semoviente:** Es un accidente donde participa un vehículo y un semoviente.
- ❖ **Caída de pasajeros:** Ocurre cuando una persona cae de un vehículo que es transportada sufriendo lesiones o muertes.
- ❖ **Caída de objetos:** Este accidente ocurre, cuando, los vehículos del transporte de carga no aseguran correctamente la misma o violan la ley de tránsito al sobrecargarlos.

Causas de los accidentes de tránsito.

Las causas que producen un accidente de tránsito pueden ser:

a- Carretera:

Entre estas se pueden contar aquellas que se deben a defectos de diseño o ingeniería, como son: asfalto o material inadecuado, curvas sin peralte mal diseñadas, pendientes o curvas muy pronunciadas, derrumbe, falta de señalización o demarcación, mal estado de la carretera, como son los baches y hundimientos, obstáculos en la vía tales como deslizamientos, piedras caídas, vehículos mal estacionados, animales.

b- Factores ambientales:

Estos pueden ser aquellos como la lluvia, la luz solar(amanecer, crepúsculo u oscuridad), viento, neblina, tormenta, inundación, temblor, terremoto.

c- Fallas mecánicas:

Entre estas se pueden contar aquellas como: llantas o frenos defectuosos, fallas en la dirección, suspensión o transmisión, entre otros.

d- Factores humanos:

Enfermedades o defectos físicos, impericia, imprudencia, negligencia, cansancio, conducción temeraria, irrespeto a las señales de tránsito, estado de ebriedad, bajo efectos de drogas o sustancias psicotrópicas, exceso de velocidad.

Factores de Tránsito.

En el tránsito se interrelacionan factores que determinan los niveles de seguridad vial entre ellos está el factor humano en su condición de peatón, pasajero y el vehículo como medio utilizado por el ser humano, la vía y su entorno como la infraestructura creada por el hombre para su circulación.

a- Peatón: Persona que camina sobre la vía , también se considera peatón a las personas que empujan o guían un coche de niño, una bicicleta o motocicleta, carretón de manos, o guían a pie un semoviente ,esto debe constituirse en elemento de preocupación para el conductor por cuanto algunos padecen discapacidades físicas, otros son ancianos/as, niños/as.

Comportamientos del peatón que puede causar accidentes:

- ❖ Incapacidad de comprender las señales instaladas en la vía de circulación por el bajo nivel cultural.
- ❖ Ignorancia de los dispositivos reglamentados vigentes.
- ❖ Factores emocionales incompatibles con la seguridad vial.
- ❖ Distracción o abstracción cuando se desplaza por una superficie transitable.
- ❖ Uso incorrecto de la vía de circulación.

b- Pasajero: Es la persona transportada en cualquier tipo de vehículo, sus actitudes usualmente no están directamente conectadas con los factores contributivos de accidentes de tránsito ya que muchas veces es una víctima de ellos, sin embargo la actitud del pasajero es muy importante puesto que debe poner en práctica su educación, respeto y cortesía hacia los demás usuarios.

c- Conductor: Persona que conduce un vehículo del tipo para el que está autorizado, de conformidad a su licencia de conducir.

d- Vehículo: Medio de transporte que circula por la vía pública o privada, con impulsión mecánica, animal o por la fuerza del hombre, excepto sillas de ruedas o artefactos especiales. Estos por su naturaleza se clasifican:

- ❖ **Tracción Mecánica:** Son impulsados por cualquier fuerza motriz (desde motocicletas hasta cabezales o equipos agrícolas)
 - ❖ **Tracción humana:** Son impulsados por fuerza muscular del hombre (carretillas, bicicletas)
 - ❖ **Tracción Animal:** Son los impulsados por fuerza animal (el más común es el jalado por caballos o bueyes).
- e- **Vía:** Es la infraestructura creada para la circulación de vehículos. Su construcción y mantenimiento requiere de largos períodos de tiempo y a la vez grandes inversiones en el aspecto económico, lo que motiva que su capacidad, durabilidad se limiten ante la creciente cantidad de vehículos que la utilizan. Las vías según su localización se dividen en dos tipos: Urbanas (Calles, Pistas, Avenidas) y Rurales (Carreteras, Autopistas y Caminos).

Los problemas enfrentados son los siguientes:

- ❖ Falta de Vías para la circulación rápida (Autopistas)
- ❖ Poca utilización de las vías secundarias
- ❖ Frecuente deterioro por la falta de mantenimiento.

1.6- DISEÑO METODOLÓGICO.

Para llevar a cabo los estudios para una propuesta de solución al congestionamiento vial del tramo de carretera del Km 45 al Km48 de la NIC-08, se utilizó fuentes primarias con métodos cuantitativos y cualitativos cuyo principal resultado fue la obtención de información y datos relevantes que permitieron dar alternativas de solución, con respecto a la problemática de congestionamiento que presenta el tramo, esto se logró con la aplicación de métodos como, aforo vehicular, inventario vial y estudio de accidentalidad. A la vez se consultó fuentes secundarias como tesis, temas monográficos, datos de la policía, entre otras información.

Para alcanzar los objetivos planteados se implementó la siguiente metodología:

- ❖ Se hizo un reconocimiento del tramo en estudio, su ubicación y longitud del Km 45 al Km 48, tomando en cuenta la iniciativa de la alcaldía municipal de San Rafael del sur para realizar este proyecto.
- ❖ En una segunda fase se realizó la recolección de información para conocer los datos más importantes del tramo y así dar propuesta de solución, que conlleva al mejoramiento del flujo vehicular de dicho municipio.
- ❖ En el inventario vial se conocieron las características geométricas, superficie de rodamiento, clasificación funcional, funcionamiento de los dispositivos de tránsito y elementos de seguridad vial en la infraestructura.
- ❖ En el estudio de tránsito, se realizaron conteos de volúmenes vehiculares, composición vehicular, capacidad de la vía y el nivel de servicio que está operando el tramo.
- ❖ En el estudio de accidentalidad se realizó el análisis estadístico de los datos brindados por la policía nacional del distrito 9 de San Rafael del sur del año 2011 - 2015 para poder conocer tipos, causas y factores que inciden en ellos.

Cada uno de estos estudios facilitó una herramienta de conocimiento en base al congestionamiento y seguridad vial. Toda esta información se procesó mediante los conocimientos estudiados en clase de ingeniería de tránsito, utilizado de apoyo de bases de datos, con el propósito de conseguir resultados que favorecieran a la propuesta de solución a dicho congestionamiento del tramo en estudio.

CAPÍTULO 2.

INVENTARIO VIAL.

2.1- INTRODUCCIÓN.

La importancia de realizar un inventario vial está en poder constatar y comparar entre la Información física y la real, el estado en el que se encuentra la carretera, sus características físico-geométricas, las superficies de rodamientos, drenajes mayor y menor, sitios peligrosos del tramo, el estado y ubicación de la señalización horizontal y vertical.

2.2- IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.

El tramo en estudio según la clasificación del MTI corresponde al código NIC-8, en el tramo que inicia Km 45 al Km 48 en San Rafael del sur, para un total de 3 Km de carretera en análisis.

2.3- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.

Para la elaboración del Inventario Vial, fue necesario realizar un recorrido a lo largo del tramo a estudiar para recopilar toda la información requerida para cuantificar y calificar sus condiciones, habiéndose utilizado los siguientes equipos:

Para levantamiento y mediciones se utilizó: Una cinta métrica de 50 metros, cinta métrica de 8 metros, un ciclómetro, y un GPS.

Para levantamientos de secciones transversales se utilizó un ciclómetro para definir su localización, una cinta métrica de 50 metros para medir ancho de la calzada y derecho de vía, una cinta métrica de 8 metros para medir ancho de andén y ancho de cunetas. Estas secciones transversales fueron registradas en formatos que han sido utilizadas en el Plan Nacional de Transporte (**Ver Formato Tabla A-1.1, Anexo A-1 pág. I**). Para longitud de cunetas existentes se ocupó un ciclómetro. Para las señales verticales y horizontales se utilizó un ciclómetro, para verificar su localización, un GPS para la Geo-Referencia, se ocupó una cintra métrica de 8 metros para medir la altura de la señal y distancia con respecto a la vía.

Estas señales verticales y horizontales se recolectaron en formatos de Monografía, Estudio de accidentalidad en la pista Juan Pablo II (Tramo siete sur- semáforos de la UCA) y posibles soluciones. Año 2013, Managua (**Ver Formato Tabla A-1.2 a Tabla A-1.4, Anexo A-1 pág. I**) y las tablas se tabularon con el programa Excel.

2.4- CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.

El tramo en estudio es una carretera pavimentada, es decir de acuerdo a su clasificación funcional en Nicaragua es una carretera colectora Principal (NIC-8) y es la que distribuye el tráfico urbano e interurbanos hasta la red vial, donde el flujo de tráfico es mayor de 250 vehículos por día, conecta una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10000 habitantes y se usa como conexión entre dos caminos troncales secundarios, por lo cual es una vía de suma importancia para el desarrollo social, económico, e Industrial en nuestro país.

2.5- TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.

La pendiente de un camino puede afectar la seguridad según varios mecanismos:

- ✓ Los vehículos tienden a disminuir la velocidad en las subidas y aumentarla en las bajadas, se sabe que la velocidad afecta la gravedad de los accidentes.
- ✓ La pendiente también influye en el índice al cual drena el agua desde la superficie del pavimento.

Según las Normas Nacionales, el terreno de acuerdo a la pendiente se clasifica:

- Plano cuando es menor del 3%,
- Ondulado entre el 3% y 6%,
- Montañoso cuando la pendiente es mayor al 6%

El recorrido de la vía en consideración, es predominantemente plano, donde las pendientes son suaves y moderadas en toda su longitud, con una elevación promedio de 129 msnm, aunque existen zonas ligeramente onduladas. A continuación que se muestran las pendientes en la siguiente tabla.

Tabla 1. Pendientes del tramo en estudio.

Estación	Pendiente	Longitud(mts)
45+000	6.0%	0
45+500	0.5%	500
46+000	-1.8%	500
46+500	-1.1%	500
47+000	-0.2%	500
47+500	-0.2%	500
48+000	-0.8%	500

Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

2.6- USO DEL SUELO.

El auge del crecimiento poblacional y socio económico de San Rafael del sur, conlleva al incremento del uso de suelo aledaño a la vía, este se encuentra constituido por zonas urbanas, con ocupación diferentes, tales como:

- ❖ Comercial (mercado municipal, supermercado pali, ferreterías, tiendas de electrodoméstico, farmacias, restaurantes, bancos).
- ❖ Zonas escolares (colegios y universidades).
- ❖ Habitacionales (barrios y colonias).
- ❖ Otros (empresas gubernamentales y privadas).

2.7- CARPETA DE RODAMIENTO.

La carpeta de rodamiento de la carretera en su totalidad es de pavimento asfáltico a excepción del carril en sentido ESTE- OESTE, estación 45+496 a la estación 45+948, la cual es un desvío con 452 metros de longitud de concreto hidráulico. El estado físico del pavimento asfáltico y del concreto hidráulico se encuentra en muy buenas condiciones **(Ver Imagen B-1.1 a Imagen B-1.5, Anexo B-2 pág. II)**.

A continuación se presenta el estado de la superficie de rodamiento.

Tabla 2. Estado de la superficie de rodamiento.

Estación	Código	Clasificación funcional	Carriles		Tipo de superficie por carril		Terreno	Condiciones de rodamiento
			derecho	izquierdo	derecho	izquierdo		
45+000	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	ondulado	buena
45+496	NIC-8	colectora	1	2	concreto	asfalto	plano	buena
45+500	NIC-8	colectora	1	2	concreto	asfalto	plano	buena
45+948	NIC-8	colectora	1	2	concreto	asfalto	plano	buena
46+000	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	plano	buena
46+500	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	plano	buena
47+000	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	plano	buena
47+500	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	plano	buena
48+000	NIC-8	colectora	1	1	asfalto	asfalto	plano	buena

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

2.8- CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA VÍA.

El tramo en estudio posee una sección transversal muy variada, donde los anchos de la calzada cambian desde 5.80 metros a 6 metros. Ya que la vía carece de hombros o espaldones a lo largo de su desarrollo este debe de poseer aceras o andenes peatonales como norma mínima según el manual centroamericano, normas para el diseño geométrico de carreteras regionales.

En la estación 45+294 a 45+451 y 45+858 a 45+948 la vía posee dos medianas definidas por un boulevard cuyos anchos es de 1.20 metro y 1.40. En la estación 45+294 a 45+451 la vía se convierte en dos carriles un carril de ESTE a OESTE y el otro carril de OESTE a ESTE, en la estación 45+858 a 45+948 la vía se convierte en tres carriles un carril de ESTE a OESTE y dos carril en la misma dirección de OESTE a ESTE.

A continuación se presentan las siguientes medianas.

Imagen 5. Mediana o boulevard.

Estación 45+294 a 45+451



Imagen 6. Mediana o boulevard.

Estación 45+858 a 45+948



Fuente: inventario vial realizado por los sustentantes.

A lo expuesto en los párrafos anteriores se tomaron siete puntos del tramo en estudio para determinar las secciones transversales de la carretera, estos se efectuaron desde el inicio hasta el final del tramo a cada quinientos metros en sentido ESTE a OESTE, a continuación se presenta la sección típica de la vía en estudio.

Tabla 3. Característica geométrica de la vía.

Características/Estaciones	45+000	45+500	46+000	46+500	47+000	47+500	48+000
Ancho de la vía (metros)	5.8	9	5.8	5.85	6	5.8	6
Ancho de carril							
Extremo derecho (metros)	2.9	3.1	2.9	2.91	3	2.9	3
Extremo izquierdo (metros)	2.9	5.9	2.9	2.91	3	2.9	3
Cantidad de extremo de carril por sentido							
Extremo derecho	1	1	1	1	1	1	1
Extremo izquierdo	1	2	1	1	1	1	1
Ancho de acera							
Extremo derecho (metros)	2.5	2.15	2	2.15	2	1.11	2.55
Extremo izquierdo (metros)	2.5	2.75	2.75	2.15	1.85	2.35	2.15
Derecho de vía (metros)	12.76	25.09	18.55	17.55	10.65	10.26	19.9
Tipo de terreno	Ondulado	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano

Fuente: inventario vial realizado por los sustentantes.

2.9- OBRAS DE DRENAJES VIAL.

Todas las obras para controlar el agua superficial en una carretera se le denominan Drenaje Vial y se clasifican en longitudinal y transversal, según la posición de las obras con respecto al eje del camino.

2.9.1- Drenaje transversal

El drenaje transversal da paso al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien la retira lo más pronto posible de la superficie de rodamiento, las aguas procedentes de ríos, arroyos, canales, a través del terraplén de la carretera como tubos, cajones, vados, sifones invertidos, puentes, alcantarillas y el bombeo de la corona.

En el tramo en estudio solamente se encontraron drenajes menores, cajas sencillas, dobles alcantarillas, teniendo el tamaño máximo de 45 pulgadas o menores como se muestran en las siguientes tablas:

2.8.1.1- Drenaje menor

❖ Alcantarilla

Tabla 4. Dimensiones de doble alcantarillas.

Estación	Estado	Longitud (metros)	Rodamiento (metros)	Cantidad	Diametro	Tipo
					(Pulgadas)	
45+192	Buena	12	6	1	45	concreto
45+192	Buena	12	6	1	34	concreto

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

A continuación se presentas imágenes de alcantarilla.

Imagen 7. Alcantarilla este-oeste.

Estación 45+192



Imagen 8. Alcantarilla oeste-este.

Estación 45+192



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

❖ **Cajas**

Tabla 5. Dimensiones de cajas.

Estación	Estado	Rodamiento (metros)	Cantidad	Dimensiones(metros)		Tipo
				Ancho	Largo	
46+941	Mala	6	1	1.45	1.3	concreto
47+029	Mala	6	1	1.4	1.3	concreto
47+120	Mala	6	1	1.3	1.3	concreto

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Imagen 9. Caja de alcantarilla obstruida por desechos.

Estación 46+941



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Imagen 10. Obstruida por desechos.

Estación 47+029



Imagen 11. Obstruida por desechos.

Estación 47+120



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

2.9.2- Drenaje longitudinal.

El drenaje longitudinal tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él, causando desperfectos. En este tipo de drenaje se pueden mencionar las cunetas, bordillos y canales de encauzamiento o contra cunetas. A lo largo del tramo se observó la utilización de Cunetas para drenar las aguas pluviales longitudinalmente hacia cajas. En la siguiente tabla se pueden apreciar los puntos en que existen Cunetas y su longitud.

Tabla 6. Longitud de cunetas sentido Este-Oeste.

Estación Inicio	Estación Fin	Este-Oeste Der.	Estado de la cuneta
45+257	45+497	X	Buena
45+512	45+974	X	Buena
46+199	46+228	X	Buena
46+243	46+936	X	Buena
46+943	47+027	X	Buena
47+034	47+104	X	Buena
47+114	47+192	X	Buena
47+271	47+343	X	Buena
47+350	47+633	X	Buena
47+647	47+739	X	Buena
47+965	48+000	X	Buena

Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

Tabla 7. Longitud de cunetas sentido Oeste-Este.

Estación Inicio	Estación Fin	Oeste-Este Izq.	Estado de la cuneta
45+291	45+471	X	Buena
46+192	46+278	X	Buena
46+598	46+702	X	Buena
46+712	46+765	X	Buena
46+774	46+873	X	Buena
46+882	47+007	X	Buena
47+014	47+94	X	Buena
47+104	47+179	X	Buena
47+186	47+263	X	Buena
47+270	47+329	X	Buena
47+341	47+410	X	Buena
47+418	47+491	X	Buena
47+498	47+584	X	Regular
47+598	47+684	X	Regular
47+864	48+000	X	Regular

Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

2.10- BAHÍAS DE BUSES.

Las bahías para buses surgen de la necesidad de evitar a la mayor manera posible los conflictos en la corriente de tráfico que se puedan generar entre los vehículos y las unidades de transporte colectivo. Esta clase de infraestructuras está enfocada específicamente para brindar refugio y seguridad a los usuarios (los pasajeros).

En el tramo en estudio se constató dos bahías de buses, las cuales son las principales para dicho tramo, estas se ubican al costado norte y sur del Mercado Municipal de San Rafael del sur. En el costado norte en la estación 46+490 y en el costado sur en la estación 46+518. En la siguiente tabla se detalla las estaciones y condiciones de las bahías.

Tabla 8. Bahías de buses.

Bahías de buses			
Estación	Der.	Izq.	Observación
46+490	X		Con caseta y en buen estado
46+518		X	Sin caseta

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Estas dos bahías presentes en el tramo en estudio poseen características distintas, las que se encuentran definidas por los carriles de desaceleración, carriles de salida, área de paradas y ancho de bahía, tal como lo definen las Normas Para Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (Capítulo 4 – Componentes Principales para el Diseño Geométrico).

La tabla 9 muestra las características principales de las bahías antes mencionadas.

Tabla 9. Características Principales de las Bahías para Buses.

Estación (inicio)	Estación (fin)	Entrada (mts)	Parada (mts)	Salida (mts)	Ancho (mts)	Longitud (mts)
46+490	46+540	20	15	15	6.5	50
46+518	46+553	7	20	8	5.5	35

Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

La siguiente tabla muestra las dimensiones típicas para las bahías de autobuses, según lo establecido en las Normas Para el Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 10. Dimensiones Típicas de las Bahías para el refugio de los Autobuses en las Carreteras Regionales.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Longitud (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 Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales.

Al comparar las dimensiones de las bahías de buses en el tramo en estudio, se puede apreciar que para cada uno de los campos (entrada, parada, salida, ancho y longitud total), las estructuras cumplen con las mínimas dimensiones típicas, a excepción de la bahía del costado sur con estación 46+518 la cual no cumple con las dimensiones mostradas en la **tabla 10**.

A continuación se presentan las imágenes de las dos bahías en el tramo en estudio.

Imagen 12. Bahía de bus y caseta en un buen estado.

Estación 46+490



Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

Imagen 13. Bahía de bus sin caseta.

Estación 46+518



Fuente: Inventario vial elaborado por sustentantes.

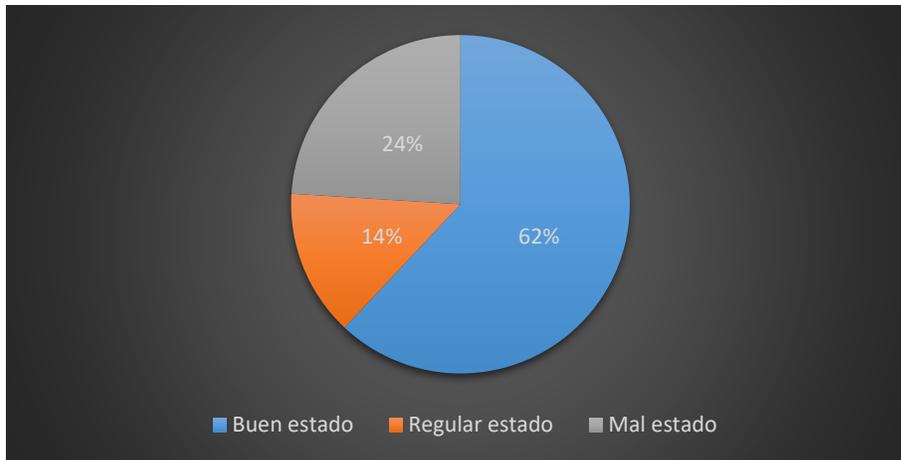
2.11- DISPOSITIVO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL.

2.11.1- Señalización vertical.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifiquen según un análisis de necesidad y estudios de campo. Las señales son esenciales donde rigen las regulaciones especiales, tanto en lugares específicos como durante períodos de tiempo o donde los peligros no son evidentes para los usuarios.

En el tramo en estudio se contabilizaron 21 señales verticales, de las cuales un 62% se califican en buen estado, un 14% regular estado y un 24% en mal estado. Se evaluaron las condiciones físicas de las señales, representándolas en la siguiente gráfica.

Gráfico 1. Porcentajes de las señales verticales.



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Estado de señales verticales en el tramo en estudio.

Imagen 14. Buen estado. Imagen 15. Regular estado. Imagen 16. Mal estado.

Estación 45+667



Estación 46+087



Estación 47+079



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Las señales de tránsito tienen la finalidad de advertir e informar a los usuarios de la vía, así como ordenar y reglamentar el comportamiento de los conductores, lamentablemente la señalización vertical de la vía se ha visto afectada por invasión de su espacio de visibilidad, en otros casos modifican el contenido y colocan carteles sobre o enfrente a señales de tránsito no permitiendo la visibilidad de las misma.

A continuación se muestra el detalle de las señalizaciones verticales inventariadas al momento del levantamiento.

Tabla 11. Dispositivos de control de tránsito en el tramo en estudio.

Estación	Código	Tipo	Tipo de tablero	Altura de arista(m)	Distancia de acera(m)	Ubicación		Contenido	Observación
						izq.	der.		
45+217	R-2-1	Reglamentaria	Rectangular	2.34	1.55	x		Velocidad maxima 30 kph	Buen estado
45+447	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.36	0.56		x	No estacionar	Buen estado
45+503	R-2-1	Reglamentaria	Rectangular	2.6	0.5		x	Velocidad maxima 30 kph	Buen estado
45+667	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.58	0.5		x	No estacionar	Buen estado
45+762	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.58	0.5		x	No estacionar	Buen estado
45+858	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.58	0.5		x	No estacionar	Buen estado
45+940	R-6-1	Reglamentaria	Rectangular	2.6	0.5		x	Mantenga su derecha	Buen estado
45+948	R-3-1a	Reglamentaria	Rectangular	2.6	0.34		x	No hay paso	Buen estado
46+087	P-9-12	Preventiva	Cuadrada	2.25	1.35		x	Reductor de velocidad	Regular y poco visible
46+196	P-3-4	Preventiva	Cuadrada	2.57	0.3	x		Rotonda	Buen estado
46+523	R-10-1	Informativa	Rectangular	3.2	0.1		x	Parada de buses	Buen estado
46+555	R-10-1	Informativa	Rectangular	2.6	0.5	x		Parada de buses	Buen estado
46+560	E-1-1,E-1-2	Preventiva	Pentagono	2.58	1.4		x	zona escolar a 100 metros	Buen estado
46+571	R-8-11	Reglamentaria	Rectangular	2.58	0.5	x		No parar	Buen estado
47+038	R-1-1	Reglamentaria	Octagono	2.37	1.6		x	Alto	Regular y poco visible
47+079	R-2-1	Reglamentaria	Rectangular	2.36	0.7		x	Velocidad maxima 25 kph	Poco visible y mal estado
47+124	R-10-1	Informativa	Rectangular	2.2	2.3		x	Parada de buses	Regular y poco visible
47+245	R-2-1	Reglamentaria	Rectangular	2.23	0.7		x	Velocidad maxima 30 kph	Poco visible y mal estado
47+262	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.36	1		x	No estacionar	Mal estado
47+318	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.3	0.7		x	No estacionar	Poco visible y mal estado
47+370	R-8-1	Reglamentaria	Rectangular	2.25	0.5		x	No estacionar	Poco visible y mal estado

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

2.11.2- Señalización horizontal.

La señalización horizontal es complemento y auxilio de las señales verticales, cumplen un importante elemento de seguridad al ubicar exactamente a los conductores en los espacios correspondientes para dar continuidad segura y realizar las maniobras correspondientes.

Es importante señalar, que las marcas sobre el pavimento como flechas direccionales, retenidas vehiculares, las islas canalizadoras, cruce de peatones, pintado de bordillo, permiten que los conductores mantengan su atención sobre sus respectivos carriles de circulación, y de los vehículos que vengán circulando en sentido contrario.

En el tramo en estudio en la estación 45+000 a 45+241 con una longitud de 241 metros se encontró línea de centro poco visible, en la estación 45+485 a 45+858 con una longitud de 373 metros se encontró línea de centro doble y líneas de borde derecha e izquierda en buen estado, en las estaciones 46+186, 46+380 y 47+311 se encontraron líneas de paso escolar en un estado poco visibles las cuales se presentan a continuación.

Imagen 17. Líneas de centro. Imagen 18. Líneas de centro doble y de bordes.

Estación 45+241



Estación 45+485



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Imagen 19. Paso escolar. Imagen 20. Paso escolar. Imagen 21. Paso escolar.

Estación 46+186



Estación 46+380



Estación 47+311



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

2.12- POSTE KILOMÉTRICOS.

Durante el levantamiento de campo en el tramo en estudio se encontraron cuatro postes kilométricos 45, 46, 47 y 48 lo cual los primeros tres se encuentran en regular estado y el último en buen estado. En la siguiente tabla se presenta la información de los postes kilométricos.

Tabla 12. Postes kilométricos.

Estación	Poste kilometrico	Coordenadas		Observacion
		X	Y	
45+000	Kilometro 45	0,562825	1310930	Mal estado, no aparece el kilometraje
46+000	Kilometro 46	0,562051	1310306	Regular estado
47+000	Kilometro 47	0,561220	1309850	Regular estado, poco visible
48+000	Kilometro 48	0,560244	1309535	Buen estado

Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Se presentan imágenes del estado de los postes kilométricos que se encontraron en el tramo en estudio.

Imagen 22. Mal estado.

Estación 45+000



Imagen 23. Poco visible.

Estación 46+000



Imagen 24. Poco visible.

Estación 47+000



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

Imagen 25. Buen estado.

Estación 48+000



Fuente: Inventario vial realizado por los sustentantes.

CAPÍTULO 3.

ESTUDIO DE TRÁNSITO.

3.1- INTRODUCCIÓN.

Los estudios de tráfico son herramientas fundamentales de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento. Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso conocer el funcionamiento del tráfico rodado sobre las infraestructuras varias ya sean estas existentes o de nueva implantación. Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

En este capítulo se presenta un análisis de los volúmenes de tránsito que circulan por la vía, lo cual dicho análisis nos va a definir la cantidad de vehículos que transitan por dicho tramo, las horas pico donde hay más congestionamiento vehicular y la capacidad de la vía, con el fin de obtener una información detallada acerca del tramo en estudio para así comprobar si cumple las normas necesarias para su uso.

3.2- LEVANTAMIENTO DE DATOS.

Los conteos se realizaron con recomendaciones del tutor y tomando como representación los planteamientos del anuario de aforos de tráfico año 2014 del Ministerio Transporte e Infraestructura.

El conteo fue registrado en formatos que han sido utilizados en el Plan Nacional de Transporte, que contienen la información general y las columnas para llenar los datos recolectados, ordenados por hora y tipo de vehículos. **(Ver Formato Tabla C-3.1, Anexo C-3 pág. III).**

En los sitios escogidos se ubicó el personal de apoyo en el conteo, el cual se les capacitó y se les explicó detalladamente los formatos a utilizar, contabilizando y clasificando de manera constante los vehículos que circularon en el período de doce horas en ambos sentidos de la carretera. Los aforos se realizaron durante 12 horas continuas entre las 6:00 a.m. hasta las 6:00 p.m., obteniéndose la variación horaria máxima y el flujo máximo. A partir de estos datos se calcula la hora de máxima demanda (hora pico).

3.3- DIGITACIÓN DE LOS AFOROS.

Una vez concluida las labores de campo se procedió a revisar cada hoja, para realizar los totales de cada casilla. Una vez revisada se pasa al proceso de digitación de los resultados. La digitación se realiza en una hoja de Excel que se utiliza como base de datos primaria.

En las **(Tabla C-3.2 a la Tabla C-3.7, Anexo C-3 pág. III)** del presente documento muestra los conteos vehiculares correspondientes a las estaciones 45+500, 47+000 y 48+000.

3.4- HORA Y VARIACIÓN DEL TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA.

La importancia de conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda es cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos períodos durante el día.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que el flujo sea constante durante toda hora, esto significa que existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora misma.

Para la hora de máxima demanda se llama factor de la hora de máxima demanda (FHMD), y el flujo máximo q_{\max} que esta representa durante un período dado dentro de dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$\text{FHMD} = \frac{\text{VHMD}}{N(q_{\max})} \text{ Ecuacion 3.1}$$

Donde

VHMD: Volumen de máxima demanda

q_{\max} .: Flujo máximo real en horario de máxima demanda

FHMD: Factor horario de máxima demanda

N: número de períodos durante la hora de máxima demanda

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda para el tramo en estudio fueron de cada 15 minutos, siendo el más utilizado en esta clase de trabajos, para tal caso el FHMD será igual a:

$$\text{FHMD} = \frac{\text{VHMD}}{4(q_{\text{max}})} \text{ Ecuacion 3.2}$$

Tabla 13. Volumen de máxima demanda para cada estación.

Horas de máximas demanda	VEHICULOS		
	KM 45+500 VHMD	KM 47 VHMD	KM 48 VHMD
5:00 p.m a 6:00 p.m	488		
9:00 a.m a 10:00 a.m		508	
2:00 p.m a 3:00 p.m			412

Fuente: Levantamiento por sustentantes.

Tabla 14. Factor de la hora de máxima demanda.

Hora	Vehículos KM 45+500
5:00 p.m a 5:15 p.m	115
5:15 p.m a 5:30 p.m	125
5:30 p.m a 5:45 p.m	116
5:45 p.m a 6:00 p.m	132
Total	488

Fuente: Levantamiento por sustentantes.

$$\text{FHMD} = \frac{488}{4(132)}$$

$$\text{FHMD} = 0.92$$

Tabla 15. Factor hora de máxima demanda.

Hora	Vehículos KM 47+000
9:00 a.m a 9:15 a.m	128
9:15 a.m a 9:30 a.m	123
9:30 a.m a 9:45 a.m	131
9:45 a.m a 10:00 a.m	126
Total	508

Fuente: Levantamiento por sustentantes.

$$FHMD = \frac{508}{4(131)}$$

$$FHMD = 0.97$$

Tabla 16. Factor hora de máxima demanda.

Hora	Vehículos KM 48+000
2:00 p.m a 2:15 p.m	101
2:15 p.m a 2:30 p.m	109
2:30 p.m a 2:45 p.m	98
2:45 p.m a 3:00 p.m	104
Total	412

Fuente: Levantamiento por sustentantes.

$$FHMD = \frac{412}{4(109)}$$

$$FHMD = 0.94$$

3.5- ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR.

Mediante el análisis del flujo vehicular se puede entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos el planeamiento y operación de calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte, mediante la aplicación de algunas leyes de la física y matemática es posible la forma en como circulan los vehículos, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de funcionalidad.

El objetivo de analizar el flujo vehicular radica en conocer aquellos puntos y/o períodos que generan mayor conflicto desde el punto de vista de los volúmenes de tráfico que circulan en el tramo de estudio.

3.5.1- Análisis de la tasa de flujo (q).

Anteriormente se estableció que la tasa de flujo “q” es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora, también podemos definirla como la frecuencia a la cual pasan los vehículos “N” por un punto o sección transversal de un carril o calzada durante un tiempo específico “T”, inferior a una hora en unidades de minutos para nuestro caso. Dicha frecuencia se puede comparar con la tasa de flujo teórica de la hora de máxima demanda.

$$q(15)\text{Teórico} = \frac{\text{VHMD}}{4} \text{ Ecuación 3.3}$$

Para este análisis:

VHMD: volumen horario de máxima demanda

q (15) Teórico: Flujo teórico en horario de máxima demanda

La siguiente tabla muestra la comparación entre la tasa de flujo máxima y la tasa de flujo teórica.

Tabla 17. Comparación de tasas de flujo.

Estación	VHMD	q(15)teórico	q max
45+500	488	122	132
47+000	508	127	131
48+000	412	103	109

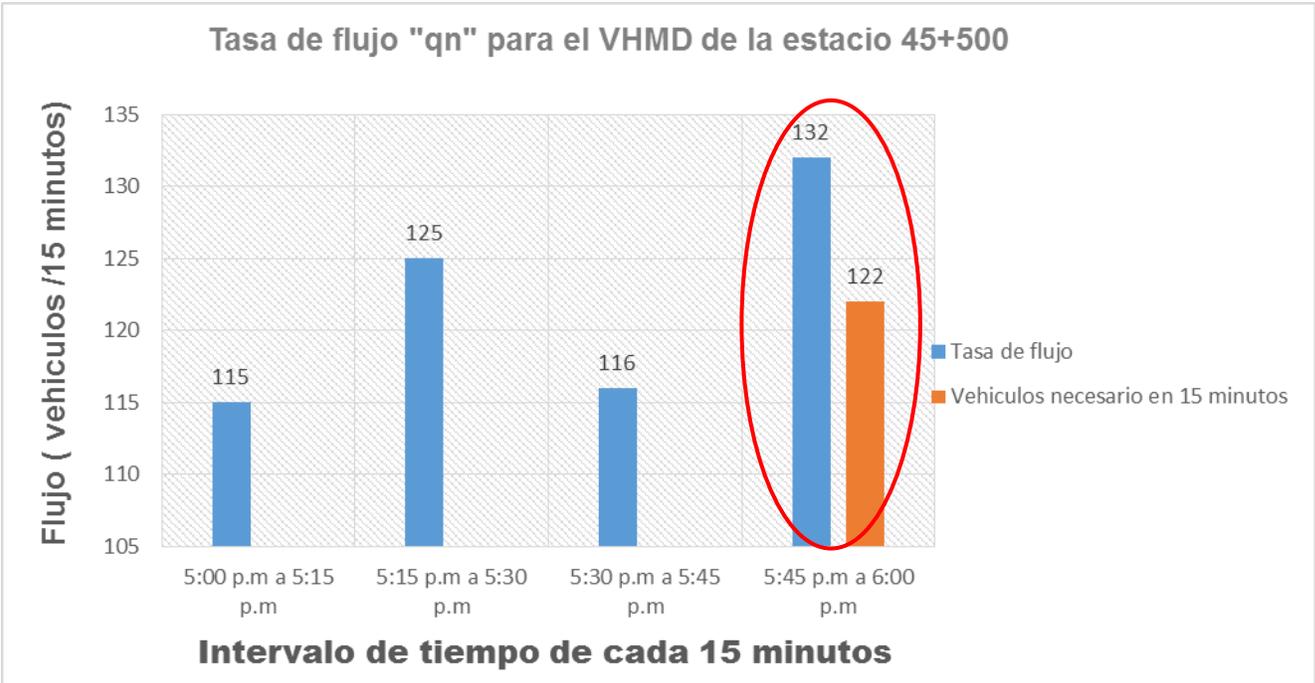
Fuente: Levantamiento por sustentantes.

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente, las tasas de flujo máximo analizados $q_{\text{máx}} > q(15) \text{ teórico}$, para todos los casos. Lo anterior significa que la frecuencia con la que pasan los vehículos en el cuarto de hora correspondiente a q_{max} es mayor a todos los cuartos de la hora de máxima demanda.

Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempo bastante cortos, que en caso de tratarse de períodos de máxima demandas, puede o generan problemas de congestión vial.

La siguiente **Gráfica 2** es un ejemplo tomado de la estación 45+500 el cual representa los intervalos de tiempo versus el flujo de dicha estación, la cual evidencia el posible problema de congestión vial con respecto a la tasa de flujo teórica (122 veh/15min)

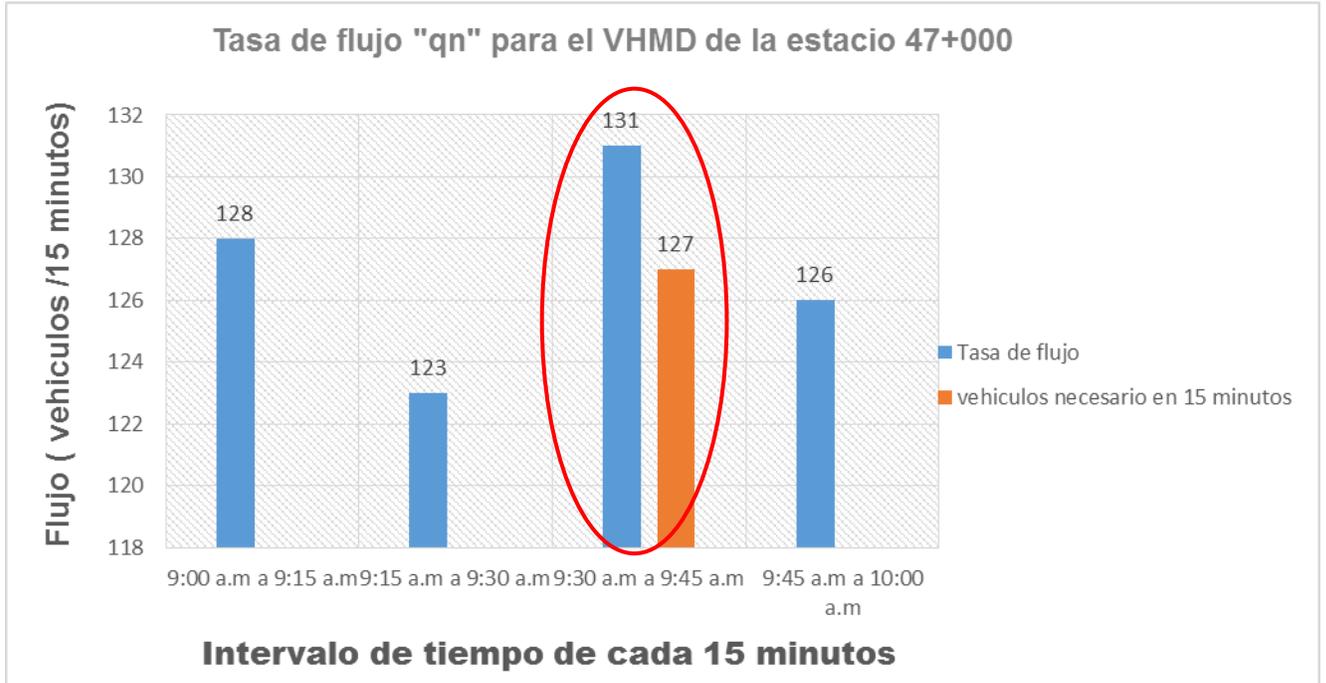
Gráfico 2. Tasa de flujo “qn” para el VHMD de la estación 45+500.



Fuente: Levantamiento por sustentantes.

Los siguientes **Gráficos 3 y 4** son tomados de las estaciones 47+000 y 48+000 el cual representa los intervalos de tiempo versus el flujo de dicha estación, la cual evidencia el posible problema de congestión vial con respecto a la tasa de flujo teórica de cada una de ellos.

Gráfico 3. Tasa de flujo “qn” para el VHMD de la estación 47+000.



Fuente: Levantamiento por sustentantes.

Gráfico 4. Tasa de flujo “qn” para el VHMD de la estación 48+000.



Fuente: Levantamiento por sustentantes.

3.6- ANÁLISIS DE CAPACIDAD.

El objetivo principal del análisis de capacidad es estimar la máxima cantidad de flujo vehicular a la que se puede dar servicio en una vía.

La capacidad es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito.

3.6.1- Niveles de servicios.

Los Niveles de Servicio son las medidas cualitativas que caracterizan las condiciones de circulación dentro de una corriente vehicular y su percepción por los usuarios de la vía, particularmente por conductores y pasajeros.

Estos depende de varios factores, tales como velocidad y tiempo de trayecto, interrupciones de tráfico, libertad de maniobra, seguridad y conveniencia de los usuarios, y costos de operación, en la práctica se selecciona una gama de niveles de servicio, definido cada uno, por ciertos valores límites de los factores que influyen en el funcionamiento de la carretera en orden descendente A, B, C, D, E, F, aunque estos son medidas cualitativas, los límites entre ellos se establecen mediante el valor de parámetros numéricos que son en realidad indicadores de efectividad ,según el Highway Capacity Manual (HCM).

3.6.2- Carreteras de dos carriles.

La capacidad (S_f) en carreteras de dos carriles en condiciones ideales se considera como 2,800 veh/hr, considerando solo vehículos pequeños en condiciones ideales.

Esta capacidad ideal se reduce en función de la relación volumen a capacidad máxima considerada posible sobre la base de la geometría longitudinal y transversal de la vía, porcentaje de zonas de no pasar, distribución direccional del tránsito y porcentaje de vehículos pesados (camiones y ómnibus) presentes en el tránsito. A estos efectos reductores se le han agregado el factor relativo al entorno de la vía, tipificado como rural, suburbano o urbano. La fórmula siguiente muestra los factores de reducción tomados en cuenta:

$$Sf_i = 2,800 \times v/c_i \times Fd \times Fw \times Fh_v \quad \text{Ecuacion 3.4}$$

Donde:

Sf_i : Capacidad para un nivel de servicio i .

v/c_i : Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio i .

Fd : Factor de reducción de la capacidad por el desbalance direccional.

Fw : Factor de reducción por carriles y bermas angostos.

Fh_v : Factor de reducción por la presencia de vehículos pesados.

❖ **Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio v/c_i**

La **Tabla 8.1 del HCM (Ver Tabla C-3.8, Anexo C-3 pág. III)** establece relaciones de v/c_i por nivel de servicio sobre la base de las características geométricas expresadas en términos del tipo de terreno y el porcentaje de zonas sin visibilidad de paso.

❖ **Factor de Distribución Direccional, Fd**

La **Tabla 8-4 El HCM (Ver Tabla C-3.9, Anexo C-3 pág. III)** establece una relación aproximadamente lineal para este valor, la cual se mantendrá en el cálculo de la capacidad.

❖ **Factor de ajuste por carriles y bermas angostos, Fw**

El factor Fw toma en cuenta la reducción en capacidad debido al efecto restrictivo de los carriles angostos, menores de 3.65 m, y de las bermas menores de 1.80 m de ancho. **La Tabla 8-5 del HCM** establece los valores recomendados. **(Ver Tabla C-3.10, Anexo C-3 pág. III).**

❖ **Factor de ajuste por vehículos pesados, Fh_v**

Este factor toma en cuenta el efecto restrictivo de los vehículos pesados en el flujo de tránsito, debido a su mayor tamaño y menor capacidad de ajuste de velocidad. Este efecto depende del tipo de terreno, del porcentaje de vehículos y del nivel de servicio o condición de operación de la vía y se expresa como:

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1)]} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

Donde:

P_T = Proporción de camiones en la corriente del tráfico.

P_B = Proporción de buses en la corriente del tráfico.

En la (Tabla C-3.12, Anexo C-3 pág. III) se encuentra los valores P_T y P_B obtenido del conteo vehicular.

E_T = Factor de ajuste en automóviles equivalente para camiones pesados.

E_B = Factor de ajuste en automóviles equivalente para Buses.

En la Tabla 8.6 del HCM (Ver Tabla C-3.11, Anexo C-3 pág. III) establece los valores recomendados para E_T , E_R Y E_B .

3.6.3- Cálculo de los niveles de servicios

Estación 45+500

A) De la Via

Tipo de Terreno = plano

Velocidad de diseño = 60 kph

Ancho de carril = 10 pies

Ancho de hombros = 0 pies

Restricciones de rebase = 40%

B) Del Trafico

DDT = 50/50

Camiones = 15%

Buses = 5%

V.Livianos= 80%

VHMD = 488Veh/h

P_T = 0.15

P_B = 0.05

Tabla 18. Relación volumen a capacidad.

Niveles	Porcentaje de zona de no Rebasar 40% V/C
A	0.09
B	0.21
C	0.34
D	0.6
E	1
F	-

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM).

EL Fd se obtuvo de la **Tabla 8.4 HCM** factor de ajuste para un DDT=50/50, el Fw se obtuvo de la **Tabla 8.5 HCM** ajuste por carriles y bermas angostos.

Tabla 19. Factor direccional y factor ancho de carril y bermas.

Nivel	Fd	Fw
A	1	0.58
B	1	0.58
C	1	0.58
D	1	0.58
E	1	0.75
F	-	-

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM).

EL ET y EB se obtuvo de la **tabla 8.6 HCM**

Tabla 20. Factor de ajuste por vehículos pesados.

Tipo de vehiculo	Nivel de servicio	Tipo de Terreno Plano
Camiones ET	A	2
	BYC	2.2
	DYE	2
Buses EB	A	1.8
	BYC	2
	DYE	1.6

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM).

Cálculo para el Nivel A

$$F_{h_v} = \frac{1}{[1 + 0.15(2 - 1) + 0.05(1.8 - 1)]}$$

$$F_{h_v} = 0.84$$

Cálculo para los Niveles BYC

$$F_{h_v} = \frac{1}{[1 + 0.15(2.2 - 1) + 0.05(2 - 1)]}$$

$$F_{h_v} = 0.81$$

Cálculo para los Niveles DYE

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.15(2 - 1) + 0.05(1.6 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.85$$

Cálculo de flujo de la demanda horaria (v, en vph) en flujo equivalente.

$$V = \frac{VHMD}{FHMD} \text{ Ecuacion 3.6}$$

El FHM es obtenido de la **tabla 14**. FHM=0.92

$$V = \frac{488}{0.92} = 530 \text{ vph}$$

Tabla de resultados

Tabla 21. Capacidad para cada nivel.

Sfi	2800	V/C	Fd	Fw	Fhv	Total (vph)
A	2800	0.09	1	0.58	0.84	123
B	2800	0.21	1	0.58	0.81	277
C	2800	0.34	1	0.58	0.81	449
D	2800	0.6	1	0.58	0.85	826
E	2800	1	1	0.75	0.85	1780
F	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Los resultados que se muestran en la **tabla 21** indican que la carretera está operando actualmente con una Demanda Máxima Horaria de **VMD = 530 vph**, esta se encuentra entre los Niveles de Servicio **C Y D**, por lo cual puede ser clasificado como un Nivel **C⁺** o **D⁻** debido a que excede el valor de **C** pero no es suficiente para llegar a un valor **D**. La característica del Nivel **C⁺**, el flujo se mantiene y es estable pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.

Estación 47+000

A) De la Vía

Tipo de Terreno = plano

Velocidad de diseño = 60 kph

Ancho de carril = 10 pies

Ancho de hombros = 0 pies

Restricciones de rebase = 40%

B) Del Trafico

DDT = 50/50

Camiones = 11%

Buses = 4%

V.Livianos= 85%

VHMD = 508Veh/h

$$PT= 0.11$$

$$PB= 0.04$$

Los datos son los mismo de la estación anterior lo que cambia es el VHMD, PT y PB, la cual el Fhv será distinto.

Cálculo para el Nivel A

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.11(2 - 1) + 0.04(1.8 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.88$$

Cálculo para los Niveles BYC

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.11(2.2 - 1) + 0.04(2 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.85$$

Cálculo para los Niveles DYE

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.11(2 - 1) + 0.04(1.6 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.88$$

Cálculo de flujo de la demanda horaria (v, en vph) en flujo equivalente.

$$V = \frac{VHMD}{FHM} \text{ Ecuacion 3.6}$$

El FHM es obtenido de la **tabla 15**. FHM=0.97

$$V = \frac{508}{0.97} = 524 \text{ vph}$$

Tabla 22. Capacidad para cada nivel.

Sfi	2800	V/C	Fd	Fw	Fhv	Total (vph)
A	2800	0.09	1	0.58	0.88	128
B	2800	0.21	1	0.58	0.85	291
C	2800	0.34	1	0.58	0.85	471
D	2800	0.6	1	0.58	0.88	859
E	2800	1	1	0.75	0.88	1852
F	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Los resultados que se muestran en la **tabla 22** indican que la carretera está operando actualmente con una Demanda Máxima Horaria de **VMD = 524 vph**, esta se encuentra entre los Niveles de Servicio **C Y D**, por lo cual puede ser clasificado como un Nivel **C⁺** o **D⁻** debido a que excede el valor de **C** pero no es suficiente para llegar a un valor **D**. La característica del Nivel **C⁺**, se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.

Estación 48+000

A) De la Vía

Tipo de Terreno = plano

Velocidad de diseño = 60 kph

Ancho de carril = 10 pies

Ancho de hombros = 0 pies

Restricciones de rebase = 40%

B) Del Trafico

DDT = 50/50

Camiones = 13%

Buses = 5%

V.Livianos= 82%

VHMD = 412Veh/h

$$PT= 0.13$$

$$PB= 0.05$$

Los datos son los mismo de la estación anterior lo que cambia es el VHMD, PT y PB, la cual el Fhv será distinto.

Cálculo para el Nivel A

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.13(2 - 1) + 0.05(1.8 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.85$$

Cálculo para los Niveles BYC

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.13(2.2 - 1) + 0.05(2 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.83$$

Cálculo para los Niveles DYE

$$Fh_v = \frac{1}{[1 + 0.13(2 - 1) + 0.05(1.6 - 1)]}$$

$$Fh_v = 0.86$$

Cálculo de flujo de la demanda horaria (v, en vph) en flujo equivalente.

$$V = \frac{VHMD}{FHM} \text{ Ecuación 3.6}$$

El FHM es obtenido de la **tabla 16**. FHM=0.94

$$V = \frac{412}{0.94} = 438 \text{ vph}$$

Tabla 23. Capacidad para cada nivel.

Sfi	2800	V/C	Fd	Fw	Fhv	Total (vph)
A	2800	0.09	1	0.58	0.85	125
B	2800	0.21	1	0.58	0.83	283
C	2800	0.34	1	0.58	0.83	458
D	2800	0.6	1	0.58	0.86	840
E	2800	1	1	0.75	0.86	1810
F	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Los resultados que se muestran en la **tabla 23** indican que la carretera está operando actualmente con una Demanda Máxima Horaria de **VMD = 438 vph**, esta se encuentra entre los Niveles de Servicio **B Y C**, por lo cual puede ser clasificado como un Nivel **B⁻** o **C⁺** debido a que está más lejos de **B** pero más cerca de **C**. La característica del Nivel **C⁺**, el flujo se mantiene y es estable pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.

CAPÍTULO 4.

ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD.

4.1- INTRODUCCIÓN.

Según la Dirección de Seguridad de Tránsito de la Policía Nacional; un accidente es la acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muerte de personas, donde interviene por lo menos un vehículo en movimiento.

Los accidentes son causa de lesiones y muertes en la población además de los daños materiales que causan, es importante trabajar en la prevención de estos, conociendo las causas que los originan y realizar un diseño de las medidas a tomar para que este riesgo de accidentes disminuya. Uno de los mayores propósitos es identificar aquellos sitios en los cuales se da mayor recurrencia de accidentes para prestar mayor atención por parte de las instituciones del MTI y la Policía Nacional.

Según los registros publicados por la Especialidad de Seguridad de Tránsito de la Policía Nacional de Nicaragua, existen problemas de congestión vial que se traducen en demoras en varios puntos y tramos, en las principales vías que comunican a Managua con otras ciudades; incidiendo año con año en los accidentes de tránsito, los cuales han venido perjudicando la calidad de vida.

El análisis de accidentalidad consiste básicamente en generar soluciones diversas aplicadas a través del correcto estudio del problema (accidentalidad en la vía), el cual puede rendir muy valiosos resultados, disminuyendo los índices de mortalidad, lesionados y las cuantiosas pérdidas económicas.

Al realizar el estudio de accidentalidad se logra determinar las causas del por qué las estadísticas presentan un aumento de los accidentes de tránsito y los factores que influyen en este fenómeno, lo cual conlleva lo siguiente: Analizar reportes estadísticos de accidentes brindados por el Departamento de Tránsito de la Policía de San Rafael del Sur, clasificar los datos para determinar los tipos, causas de accidentes y ubicación de estos en el tramo en estudio e identificar los principales factores y determinar las causas que ocasionaron el accidente.

4.2- Fuente, recolección y organización de datos.

Se estudió la estadística de accidentalidad con los inventarios registrados del 2011-2015 facilitados por la Policía Nacional del Distrito 9 de San Rafael del sur. Los datos de los años 2016 y 2017 no se presentan porque el distrito no lo tiene consolidado.

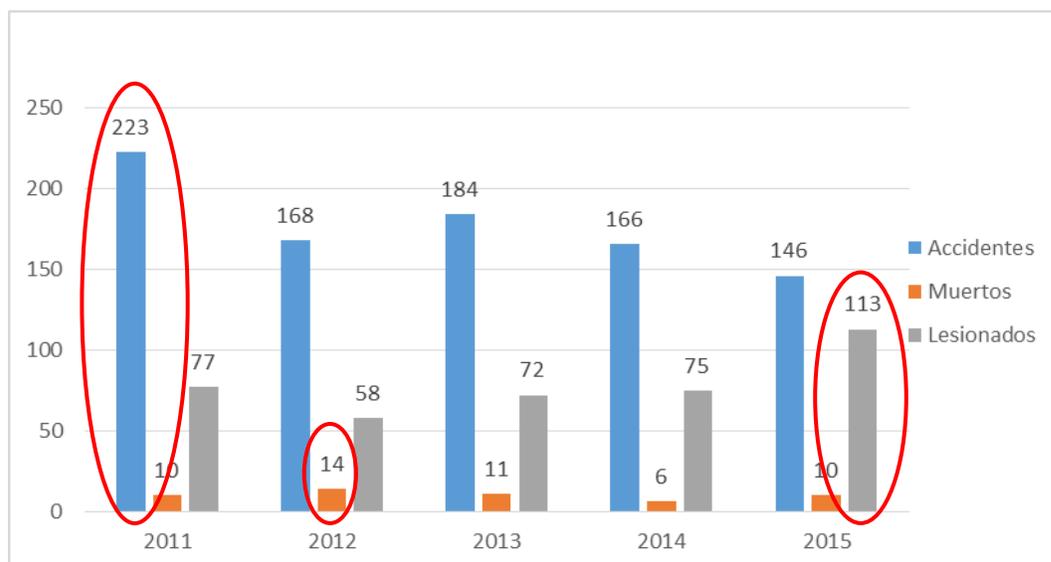
Se procedió a la jerarquización de los datos para determinar el total de accidentes de cada año de todo el distrito 9 y se determinó de los libros de datos de accidentes de tránsito de la Policía Nacional de San Rafael del Sur, los accidentes que se aproximaban al tramo en estudio.

Se procedió a la identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente.

4.3- CANTIDAD TOTAL DE ACCIDENTES, MUERTOS Y LESIONADOS.

Se muestran los valores de la totalidad de accidentes, muertos y lesionados del distrito 9.

Grafico 5. Total de accidentes, muertos y lesionados por años (2011-2015).



Fuente: Elaborado por sustentantes.

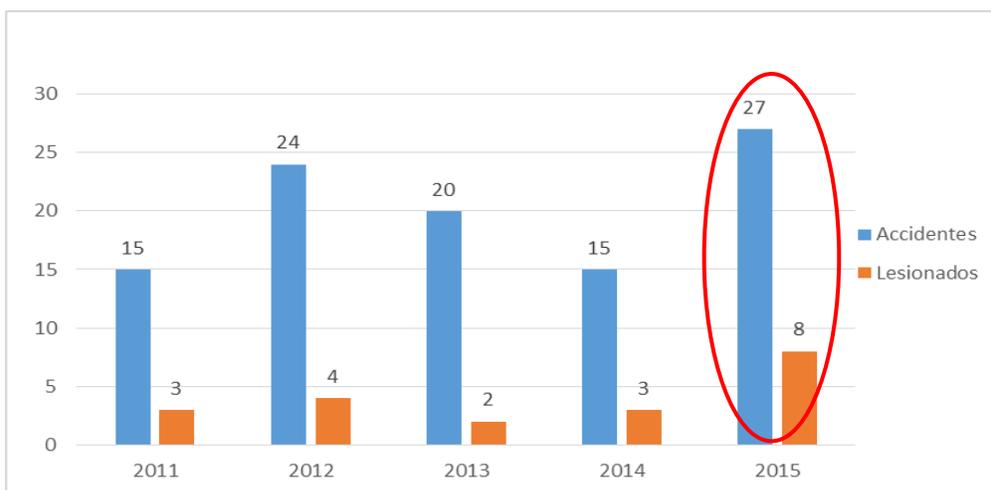
Siguientes datos muestran las cantidades de accidentes de tránsito, con muertos y lesionados por año del distrito 9 de San Rafael del sur, durante esos años ocurrieron 887 accidentes, 51 muertos y 347 lesionados.

Se puede observar una variación en los accidentes en carreteras por cada año, debido a que en el año 2011 esta cantidad se elevó considerablemente, en el año 2012 disminuyó a una cantidad 55 accidentes, aumentando en el año 2013 a una cantidad de 16 accidentes, disminuyendo en los años 2014 y 2015 a una cantidad de 18 a 38 accidentes. La cantidad de muertos tiene variación en los últimos años ya que en el 2011 fue de 10 muertos, en el 2012 la cantidad aumentó a 14 muertos, en el 2013 la cantidad disminuyó a 11 muertos, en el 2014 la cantidad disminuyó casi a la mitad siendo de 6 muertos, aumentando así en el 2015 con la cantidad de 10 muertos. En el 2011 se registraron 77 lesionados, aunque en el próximo año sufrió una disminución considerable de 19 lesionado menos y del año 2013 hasta el año 2015 se registra un aumento de lesionados, obteniendo en el año 2015 la cifra más elevada de lesionados.

4.4- ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

A continuación se presentan los valores totales de accidentes de cada año que se aproximan al tramo en estudio.

Gráfico 6. Total de accidentes y lesionados por años (2011-2015).



Fuente: Elaborado por sustentantes.

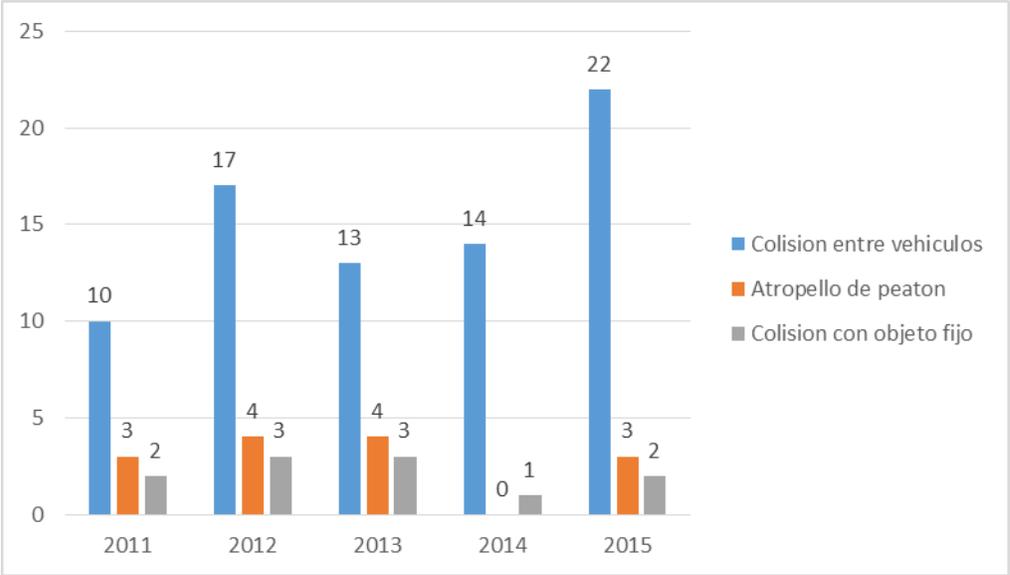
Se procedió a buscar en los libros de acta de accidentes de tránsito del distrito 9, los accidentes que se aproximaban al tramo en estudio, obteniendo durante los cinco años 101 accidentes, con 20 lesionados donde no se encontró ninguna persona fallecida en dicho tramo.

Se observa que en año 2011 se obtuvieron 15 accidentes y que para el año 2012 hubo un aumento considerable de 9 accidentes más, ya para el año 2013 y 2014 se obtuvo una disminución de 4 a 9 accidentes, elevándose a una cantidad de 27 accidentes en el año 2015.

4.5- TIPOS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Los tipos de accidentes más frecuentes que se presentaron en el tramo en estudio en el año 2011 al 2015 fueron: **Colisión entre vehículos, Atropello de peatón y colisión con objeto fijo**, que se representan en la gráfica a continuación.

Gráfico 7. Distribución de accidentes según tipo.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Se muestra que los accidentes por **colisión entre vehículos** predominan en el tramo, representando un total de 76 accidentes de tránsito y en segundo lugar están los **atropellos** con un total de 14 accidentes y **colisión con objeto fijo** con un total de 11 accidentes.

4.6- CAUSAS DE ACCIDENTALIDAD EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Las causas de los accidentes están relacionadas con el factor humano, la falta de educación vial, el irrespeto a las señales de tránsito y la falta de aplicación de la ley de tránsito de la policía.

❖ **Invadir Carril**

Un conductor penetra en el carril que utiliza correctamente otro vehículo, generalmente con intenciones de adelantarlo.

❖ **No guardar distancia**

Esta causa se genera al no considerar el espacio suficiente con el vehículo que circula adelante, se requiere de un tiempo de reacción para aplicar los frenos, este tiempo está relacionado con la distancia y velocidad de los vehículos.

❖ **Desatender señales**

Los usuarios de la vía (conductores y peatones), hacen caso omiso a la señalización ubicada en la vía.

❖ **Imprudencia peatonal**

Los peatones que también son usuario de la vía, no respetan los espacios destinados para su circulación.

❖ **Vehículo contra la vía**

El conductor utiliza el carril contrario de la dirección que se dirige.

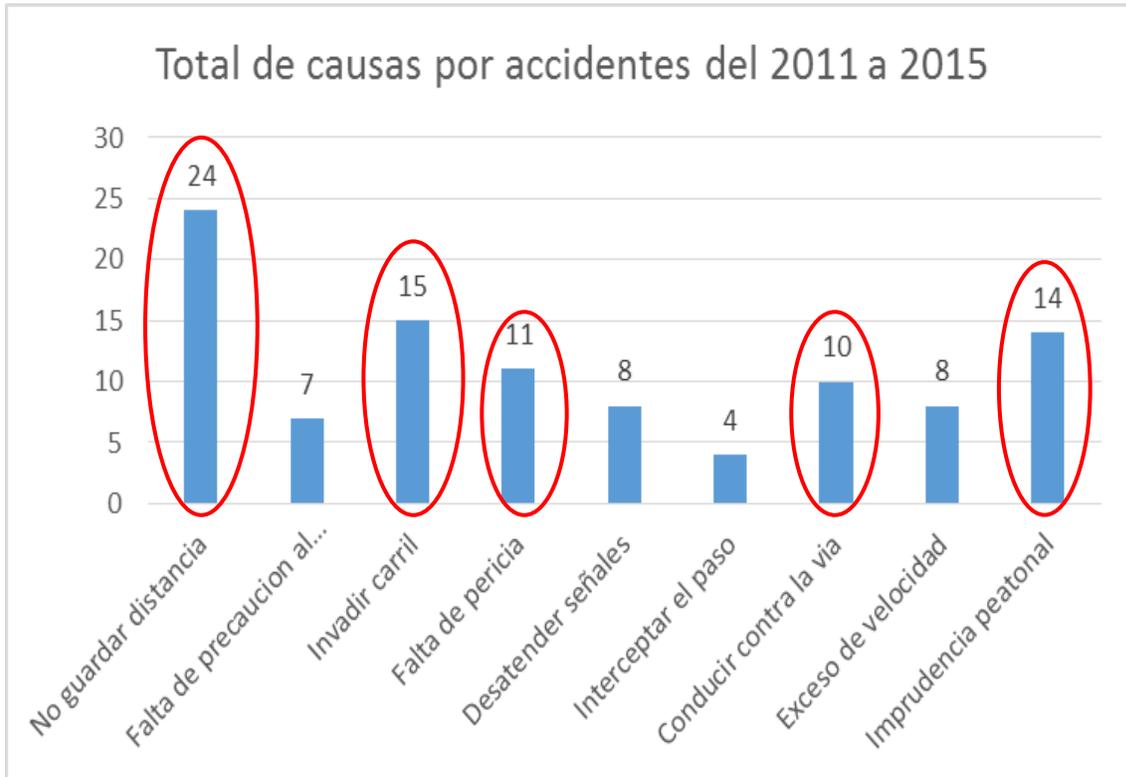
❖ **Falta de Pericia**

Conducir un vehículo de transporte en la vía y esto hace que el conductor no pueda reaccionar en una situación de emergencia en el instante que ocurre el accidente para poder evitar una colisión.

❖ **Exceso de velocidad**

Ocurre cuando los conductores exceden las velocidades reglamentada en la señalización.

Gráfico 8. Principales causas de accidentes ocurridas en el tramo en estudio (2011-2015).

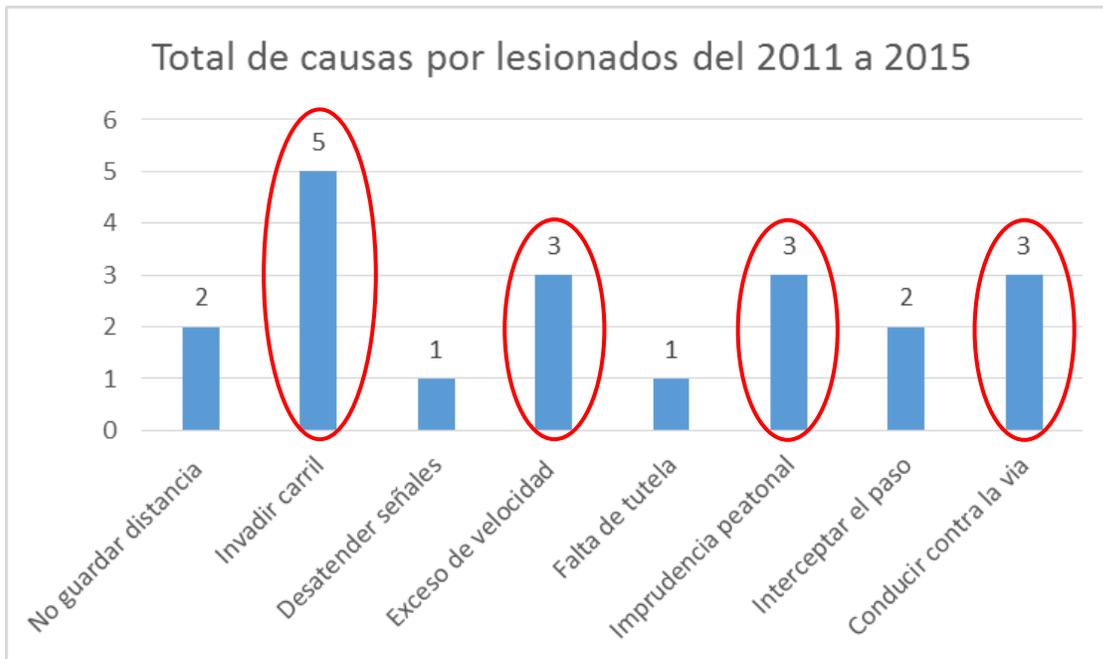


Fuente: Elaborado por sustentantes.

En este **Gráfico 8** se observan que las causas más representativas que provocan accidentes en este tramo, fueron **No Guardar Distancia, Invasión de carril, Imprudencia peatonal, conducir contra la vía, exceso de velocidad y falta de precaución.**

En el período del año 2011 al 2015 hubo un total de 101 accidentes, donde la mayor cantidad de accidentes se dio por **No guardar distancia** obteniendo un total de 24 accidentes, en **Invasión de carril** se obtuvo un total de 15 accidentes, en **Imprudencia peatonal** se obtuvo un total de 14 accidentes, en **Falta de pericia** se obtuvo un total de 11 accidentes, en **Conducir contra la vía** se obtuvo un total de 10 accidentes, en **Desatender señales** y en **Exceso velocidad** se obtuvo la misma cantidad de 8 accidentes, en **Falta de precaución al retroceder** hubo un total de 7 accidentes y en **Interceptar el paso** fue la más baja donde se obtuvo un total de 4 accidentes.

Gráfico 9. Causas por lesión en el tramo en estudio.



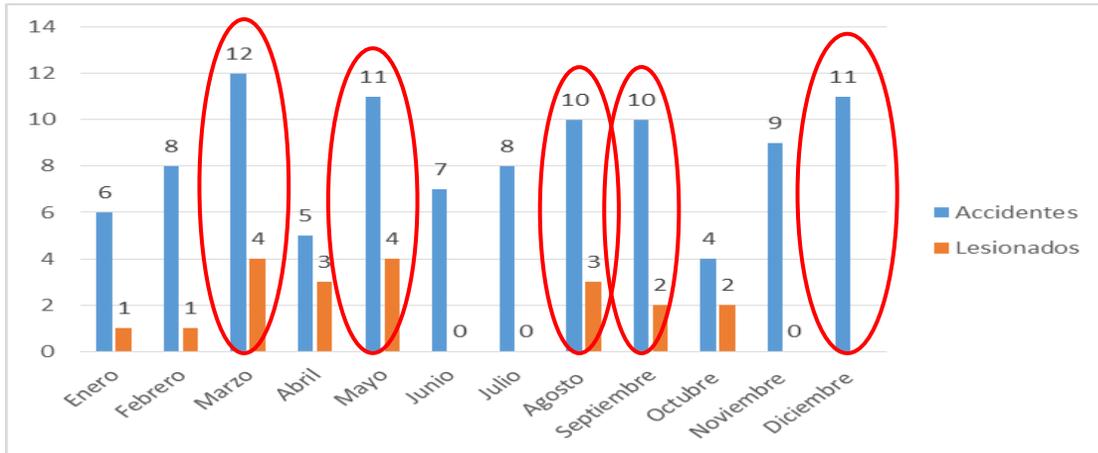
Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el caso de lesionados las causas más representativas que provocan accidentes en el tramo de estudio fueron, **invadir carril, exceso de velocidad, imprudencia peatonal y conducir contra la vía**. En el período del 2011 al 2015 hubo un total de 20 lesionados, obteniéndose la mayor cantidad de 5 lesionados por **invadir carril**, 3 lesionados por **exceso de velocidad, imprudencia peatonal y conducir contra la vía**, 2 lesionados por no **guardar distancia e interceptar el paso**, 1 lesionados por **desatender señales e falta de tutela**.

4.7- FRECUENCIA DE ACCIDENTES EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Para el desarrollo un sistema de administración sólida y efectiva de seguridad en carretera, no solo se requiere información de los accidentes con datos numéricos, por lo que se elaboró estadísticas en la que se analiza la frecuencia de accidentes con los siguientes, detalles como los meses, días y horas en las que ocurrieron los accidentes de tráfico y sus consecuencias.

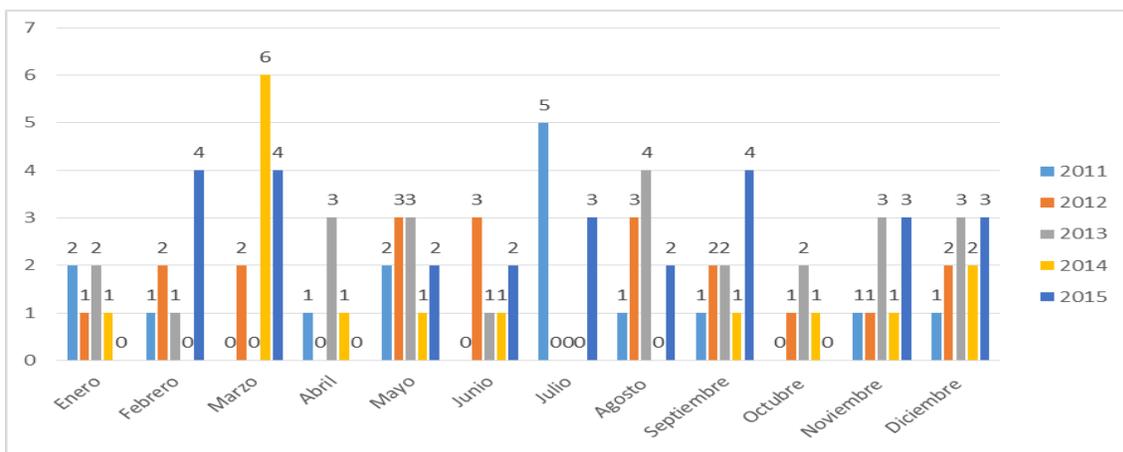
Gráfico 10. Distribución de accidentes y lesionados por mes de Enero a Diciembre de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 10** se muestra que los meses de mayor incidencia en accidentes y lesionados son: marzo, mayo, agosto, septiembre y diciembre.

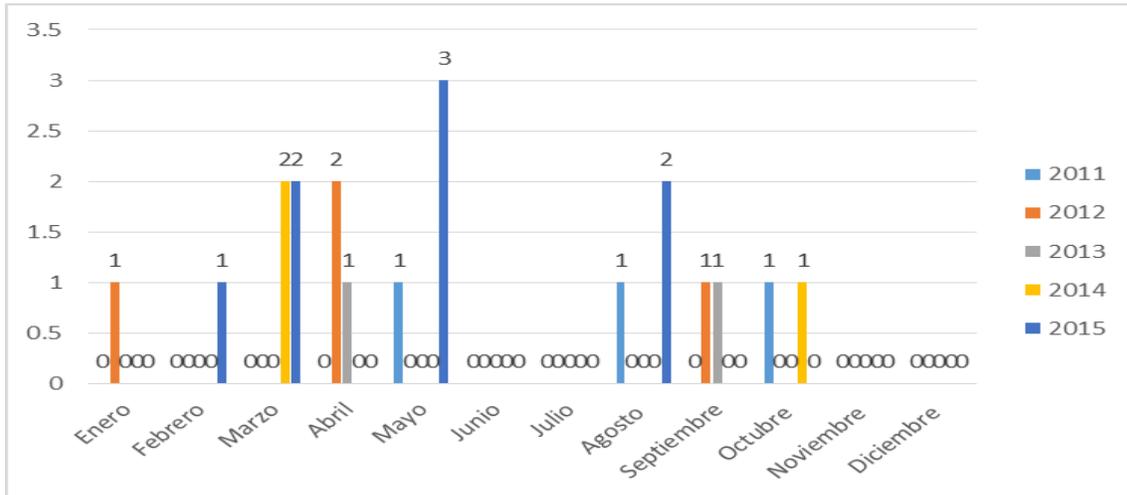
Gráfico 11. Distribución de accidentes por mes de Enero a Diciembre de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 11** se observa que el mes de marzo del año 2014 fue el más elevado, disminuyendo un 33% en el mismo mes del año 2015, aumentando en el mes de julio del año 2011 con un 25% y disminuyendo en los meses de agosto del año 2013 y septiembre del año 2015 con un 20%.

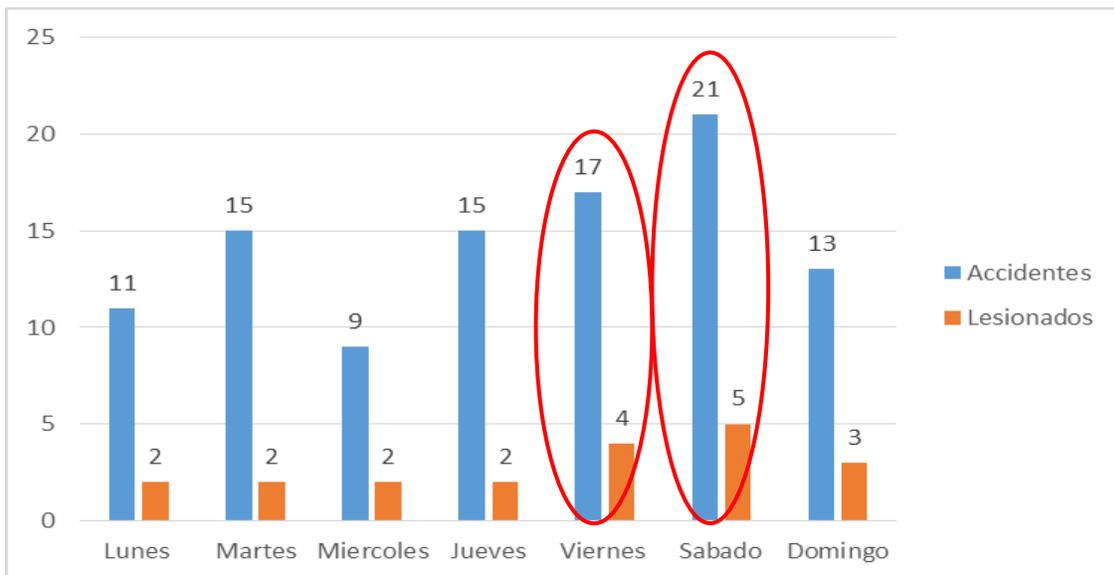
Gráfico 12. Distribución de lesionados por mes de Enero a Diciembre de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 12** se observa que el mes de mayo del año 2015 fue el más elevado, con un total de 3 lesionados, seguidos de los meses de marzo del 2014 y 2015, abril del 2012 y agosto del 2015 con 2 lesionados.

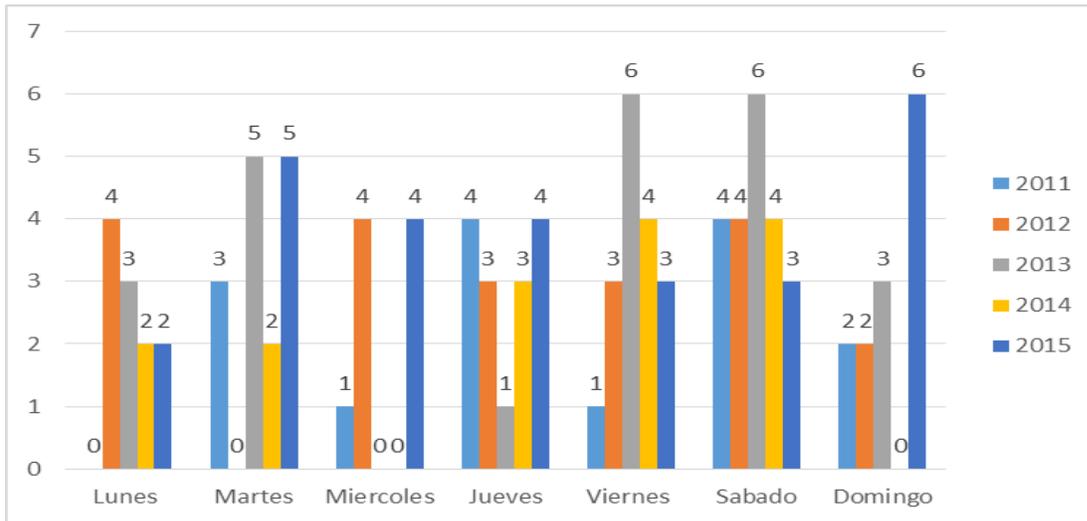
Gráfico 13. Distribución de accidentes y lesionados por días de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 13** se observa que los días que acumularon más accidentes son los viernes y sábados, los accidentes con lesionados mantienen un ritmo continuo de lunes a jueves y un aumento los días viernes, sábado y domingo.

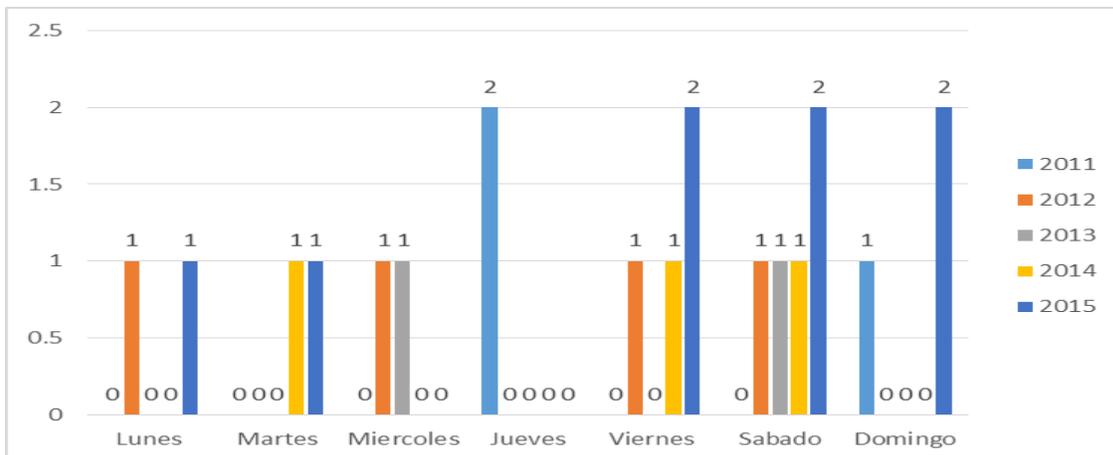
Gráfico 14. Distribución de accidentes por días de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 14** se muestra que los días donde ocurren más accidentes son los martes del 2013 y 2015, viernes del 2013, sábado del 2013 y domingo del 2015.

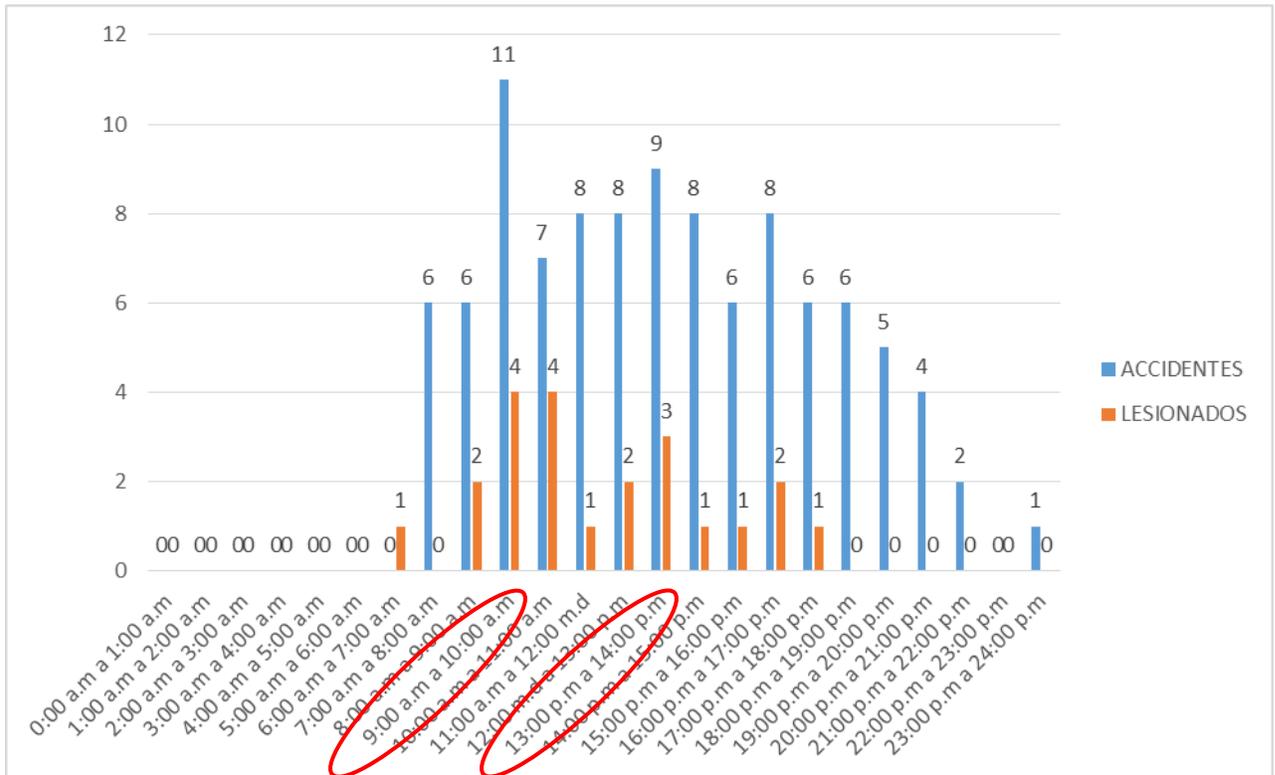
Gráfico 15. Distribución de lesionados por días de 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 15** se observa que los días que ocurren más lesionados son los jueves del 2011, viernes del 2015, sábado del 2015 y domingo del 2015.

Gráfico 16. Horario de accidentes y lesionados ocurridos en el tramo en estudio 2011 a 2015.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el **Gráfico 16** se puede apreciar los horarios de accidentes y lesionados que acumularon entre los años 2011 al 2015. Estos datos indican que la hora donde se acontece el mayor número de accidentes y lesionados es de 9:00a.m – 10:00 a.m. con 11 accidentes y 4 lesionados, de la misma forma por la tarde de las 13:00 p.m. – 14:00 p.m. con 9 accidentes y 3 lesionados.

CAPÍTULO 5.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VIAL.

5.1- INTRODUCCIÓN.

El congestionamiento es la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atascamiento. La congestión del tráfico se produce cuando el volumen de tráfico o de la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras. Hay una serie de circunstancias específicas que causan o agravan la congestión, la mayoría de ellos reducen la capacidad de una carretera en un punto determinado o durante un determinado período, o aumentar el número de vehículos necesarios para un determinado caudal de personas o mercancías. En muchas ciudades altamente pobladas la congestión vehicular es recurrente, y se atribuye a la gran demanda del tráfico, la mayoría del resto se atribuye a incidentes de tránsito, obras viales y eventos climáticos.

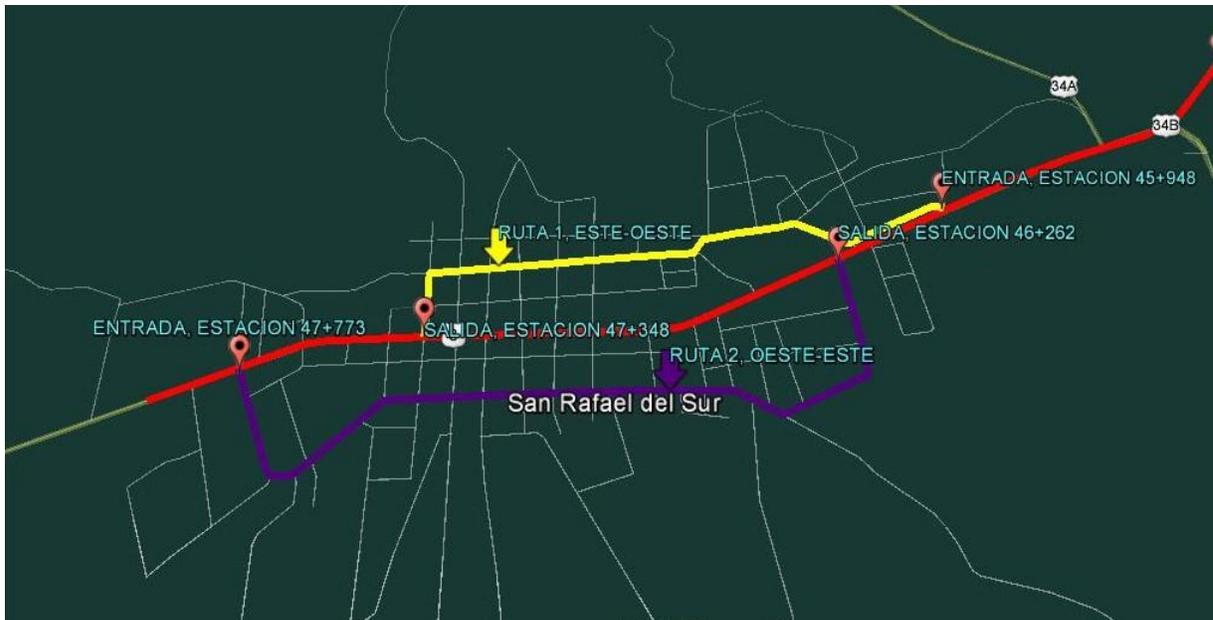
Este capítulo presenta un análisis a dos rutas alternas para dar solución al congestionamiento vial del tramo km 45 a km 48 de San Rafael del sur. Ya que este tramo es la vía comercial de la municipalidad, la cual es donde se encuentra la mayor concentración de vehículos.

Ya obtenidos los conteos vehiculares de las tres estaciones se constató la hora pico de mayor relevancia, fue de nueve de la mañana a diez de la mañana con un volumen horario de máxima demanda de 508 vehículos por hora que se distribuyen en un 85% de vehículos livianos, un 4% de buses y un 11% de vehículos pesados. Estas dos rutas alternas serán aptas para vehículos livianos y vehículos de carga. Lo cual dicho análisis conlleva hacer un inventario vial donde definirá el estado de las dos rutas alternas, y se realizarán radios de giros en las intersecciones que se observen más afectadas, utilizando el vehículo de diseño WEB-15 tomado del manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales SIECA, con el fin de obtener una información detallada acerca del tramo en estudio para así comprobar si cumple las normas necesarias para su uso.

5.2- IDENTIFICACIÓN DE LAS DOS RUTAS ALTERNAS.

La Ruta 1, sentido ESTE A OESTE con entrada en la estación 45+948 y salida 47+348 y Ruta 2, sentido OESTE A ESTE con entrada en la estación 47+773 y salida 46+26.

Imagen 26. Entradas y salidas de las rutas alternas.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

5.3- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.

Se hizo levantamiento de las dos rutas alternas, comenzando en la ruta 1, de ESTE a OESTE y terminando en la ruta 2, de OESTE a ESTE donde se levantaron secciones transversales, drenaje menor, la cual se utilizó un ciclómetro para definir su localización, una cinta métrica 50 metros para medir ancho de la calzada y derecho de vía, una cinta métrica de 8 metros para medir ancho de andén, ancho de cunetas, ancho y largo de alcantarillas. Se realizó estudio de los radios de giros en las intersecciones más afectadas. Las secciones transversales y drenaje menor fueron registradas en formatos del Plan Nacional de Transporte. **(Ver Formato Tabla A-1.1 a Tabla A-1.4, Anexo A-1 pág. I).**

5.4- TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.

La topografía de las dos rutas oscilan entre -0.2% a 3%. A continuación se presenta en las siguientes tablas las pendientes de las dos rutas a proponer.

Tabla 24. Pendientes de la ruta 1, de ESTE-OESTE.

Estación	Pendiente	Longitud(mts)
0+000	-2.5%	0
0+250	-2.5%	250
0+500	-0.4%	250
0+750	-0.5%	250
1+000	-1.2%	250
1+250	-0.3%	250
1+500	3.0%	250
1+550	0.2%	50

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla 25. Pendientes de la ruta 2, de OESTE-ESTE.

Estación	Pendiente	Longitud(mts)
0+000	3.0%	0
0+250	1.4%	250
0+500	2.0%	250
0+750	-0.7%	250
1+000	2.1%	250
1+250	1.3%	250
1+500	1.7%	250
1+750	1.5%	250
2+000	-2.60%	250
2+114	0.70%	114

Fuente: Elaborado por sustentantes.

5.5- CARPETA DE RODAMIENTO.

La carpeta de rodamiento de las dos rutas alterna son mixtas (adoquín, asfalto y concreto hidráulico). La ruta de ESTE a OESTE tiene una longitud de 1550.81 metros que corresponde a 1221.23 metros lineales de adoquinado y 329.58 metros lineales de asfalto, la ruta de OESTE a ESTE tiene una longitud de 2114 metros que corresponde a 1823 metros lineales de adoquinado y 291 metros lineales de concreto hidráulico.

Tabla 26. Estado de la superficie de rodamiento ruta 1 de ESTE a OESTE.

Estación Inicio	Estacion Fin	Carriles		Tipo de superficie	Terreno	Condiciones de rodamiento
		derecho	izquierdo			
0+000	0+491	1	1	Adoquin	Plano	Regular
0+491	0+643	1	1	Asfalto	Plano	Buena
0+643	0+968.6	1	1	Adoquin	Plano	Buena
0+968.6	1+146.18	1	1	Asfalto	Plano	Buena
1+146.16	1+550.81	1	1	Adoquin	Ondulado	Buena

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla 27. Estado de la superficie de rodamiento ruta 2 de OESTE a ESTE.

Estación Inicio	Estacion Fin	Carriles		Tipo de superficie	Terreno	Condiciones de rodamiento
		derecho	izquierdo			
0+000	1+578	1	1	Adoquin	Plano	Regular
1+578	1+869	1	1	Concreto hidraulico	Plano	Buena
1+869	2+114	1	1	Adoquin	Plano	Buena

Fuente: Elaborado por sustentantes.

En las estaciones 0+170 y 0+230 de la ruta 1 de ESTE a OESTE y en las estaciones 0+000 y 0+980 de la ruta 2 de OESTE a ESTE se observó un mal drenaje de las aguas de alcantarillas, donde el agua es el principal enemigo de durabilidad en los pavimentos, lo cual conlleva al deterioro de la misma causando roturas, hundimientos o desniveles en los pavimentos de adoquines. A continuación se presenta las imágenes de cada estación.

Imagen 27. Obstruido por agua.

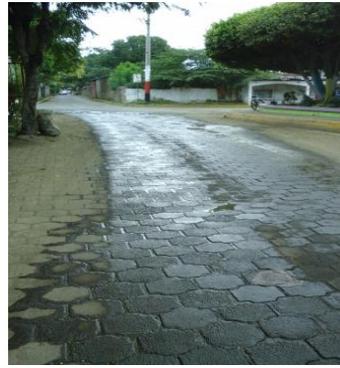
Estación 0+170



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen 28. Obstruido por agua.

Estación 0+230



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen 29. Obstruido por agua.

Estación 0+000



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen 30. Obstruido por agua.

Estación 0+980



Fuente: Elaborado por sustentantes.

5.6- CARACTERÍSTICA GEOMÉTRICA DE LA VÍA.

Las dos rutas en estudio poseen una sección transversal muy variada, donde los anchos de la calzada cambian desde 4 metros a 6.6 metros. En recomendación del tutor se tomaron cinco puntos para la ruta 1 de ESTE a OESTE y seis puntos para la ruta 2 de OESTE a ESTE, estos se efectuaron al inicio, al centro y al final del tramo a cada quinientos metros, a continuación, se presenta la sección típica de las dos rutas en estudio.

Tabla 28. Características geométricas de la vía ruta 1 de ESTE a OESTE.

Características/Estaciones	0+000	0+500	1+000	1+500	1+550.81
Ancho de la vía (metros)	4.2	5.6	6.3	6.4	6.5
Ancho de carril					
Extremo derecho (metros)	4.2	2.7	3.15	3.2	3.25
Extremo izquierdo (metros)	-	2.9	3.15	3.2	3.25
Cantidad de extremo de carril por sentido					
Extremo derecho	1	1	1	1	1
Extremo izquierdo	-	1	1	1	1
Ancho de acera					
Extremo derecho (metros)	1.15	1.35	1.45	1.45	1.45
Extremo izquierdo (metros)	1.15	1.45	1.45	1.4	1.4
Derecho de vía (metros)	7.3	9.2	10	10.05	10.15
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	ondulado

Fuente: inventario vial realizado por los sustentantes.

Tabla 29. Características geométricas de la vía ruta 2 de OESTE a ESTE.

Características/Estaciones	0+000	0+500	1+000	1+500	2+000	2+114
Ancho de la vía (metros)	6.6	6.3	6	5.4	6	6.2
Ancho de carril						
Extremo derecho (metros)	3.3	3.15	3	2.7	3	3.1
Extremo izquierdo (metros)	3.3	3.15	3	2.7	3	3.1
Cantidad de extremo de carril por sentido						
Extremo derecho	1	1	1	1	1	1
Extremo izquierdo	1	1	1	1	1	1
Ancho de acera						
Extremo derecho (metros)	1.5	1.45	1.4	1.2	1.45	1.4
Extremo izquierdo (metros)	1.45	1.5	1.5	2	2.05	2
Derecho de vía (metros)	10.35	10.05	9.83	9.4	10.3	10.4
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano

Fuente: inventario vial realizado por los sustentantes.

5.7- OBRAS DE DRENAJE EN LAS RUTAS ALTERNAS.

Se hizo el levantamiento de drenaje y solo se encontró una caja de alcantarilla de drenaje menor en la estación 0+646 de la ruta 1 de ESTE a OESTE.

5.7.1- Drenaje transversal

❖ Cajas

Tabla 30. Dimensiones de cajas de alcantarilla ruta 1 de ESTE A OESTE.

Estación	Estado	Rodamiento (metros)	Cantidad	Dimensiones(metros)		Tipo
				Ancho	Largo	
0+646	Mala	5.6	1	1.5	1.4	concreto

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen 31. Caja de alcantarilla Obstruida por desechos.

Estación 0+646



Fuente: Elaborado por sustentantes.

5.7.2- Drenaje longitudinal

Se hizo levantamientos de las cunetas existentes en las dos rutas a proponer las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 31. Longitud de cunetas ruta 1 de ESTE a OESTE.

Estación Inicio	Estación Fin	Derecha	Izquierda	Estado de la cuneta
0+270	0+420	X	X	Buena
0+420	0+467	X	X	Buena
0+467	0+646	X	X	Buena
0+646	0+700	X		Regular
0+700	1+400	X	X	Buena
1+400	1+530	X	X	Regular

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla 32. Longitud de cunetas ruta 2 de OESTE a ESTE.

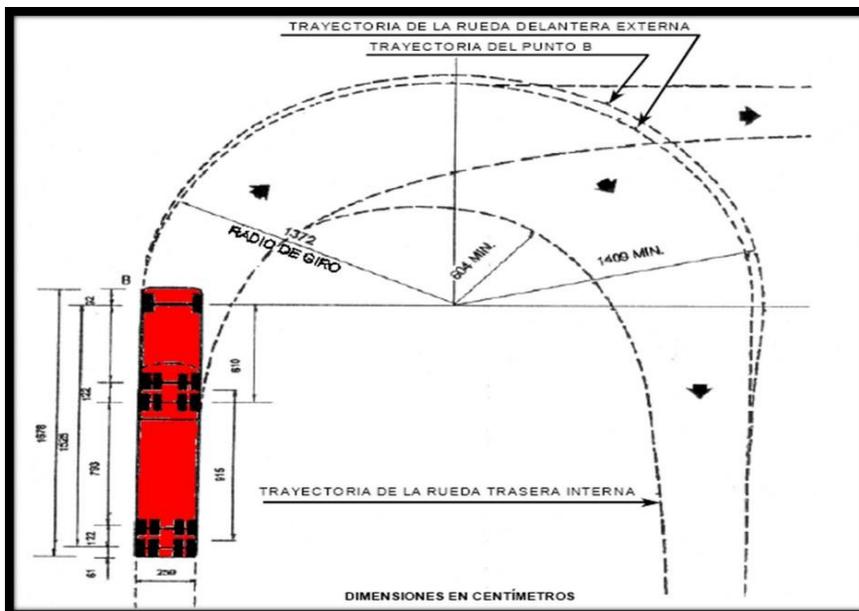
Estación Inicio	Estación Fin	Derecha	Izquierda	Estado de la cuneta
0+285	0+344	X	X	Buena
0+344	0+597		X	Mal estado
0+597	1+240	X	X	Buena
1+240	1+420	X	X	Buena
1+420	1+550	X	X	Buena
1+550	1+780	X	X	Buena
1+780	2+009	X	X	Regular

Fuente: Elaborado por sustentantes.

5.8- Característica del vehículo de diseño WEB-15.

En un rango intermedio entre los dos tipos extremos de vehículos para el transporte de carga, se puede considerar el vehículo identificado como WB-15, que puede cargar contenedores de 6.1 y 9.1 metros de largo (20 y 30 pies), tiene una altura de 4.1 metros, un ancho de 2.6 metros, una longitud de 16.8 metros, con un radio mínimo de giro interior de 5.8 metros y radio de diseño de 13.7 metros.

Imagen 32. Característica del vehículo de diseño WEB-15.

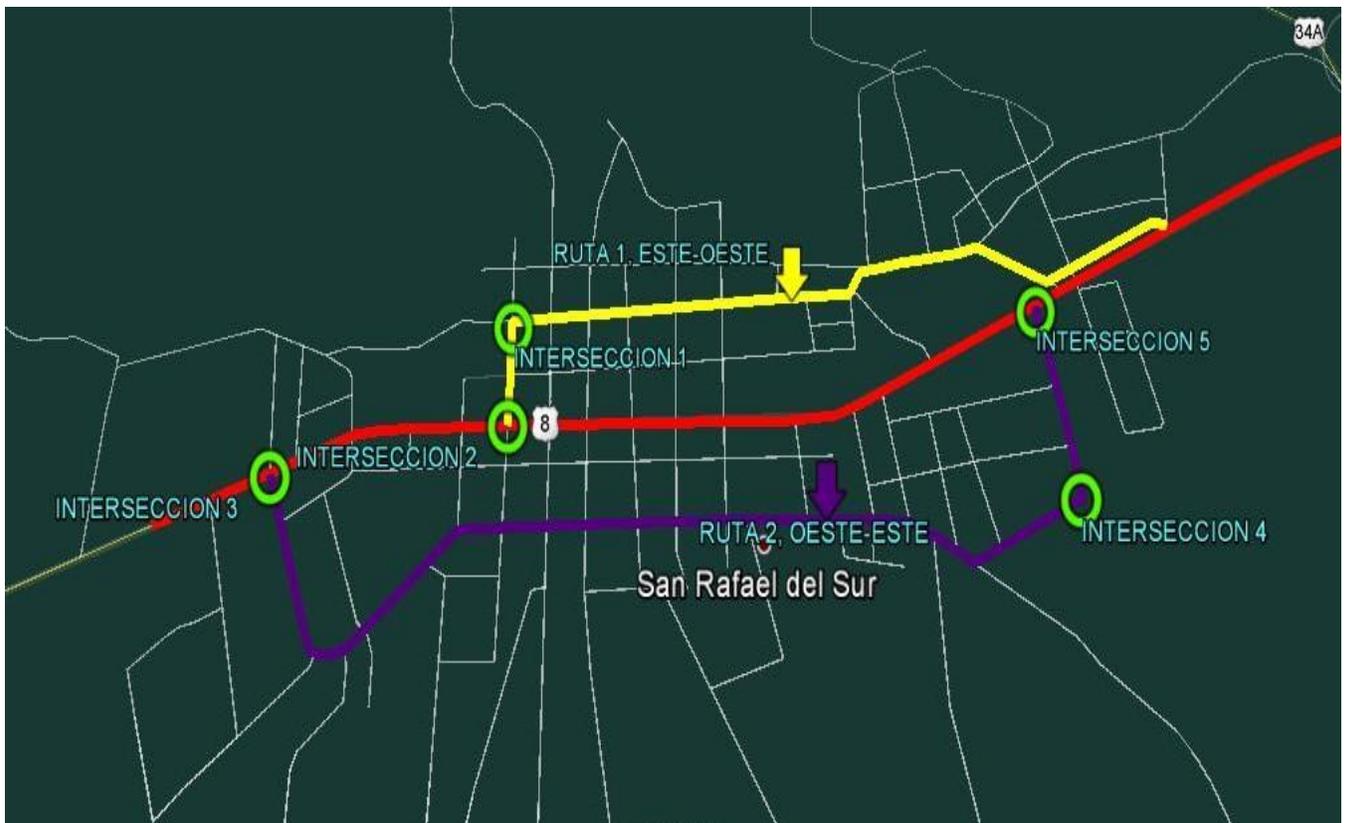


Fuente: Manual centroamericano de normas SIECA.

5.9- DEFICIENCIA EN LAS INTERSECCIONES.

Se denomina intersección a un área que es compartida por dos o más caminos y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. La intersección varía en complejidad desde un simple cruce, con solo dos caminos que se cruzan entre sí en ángulo recto. Se hizo el levantamiento de los radios de giros de las cinco intersecciones con deficiencias. Se dibujaron y se colocó a escala la imagen del vehículo de diseño WEB-15 en cada intersección para ver si cumple con el radio de giro de las cunetas. En la ruta 1, de ESTE a OESTE se encuentran dos intersecciones, llamadas intersección 1 e intersección 2. En la ruta 2, de OESTE a ESTE se encuentran tres intersecciones, llamadas intersección 3, intersección 4 e intersección 5.

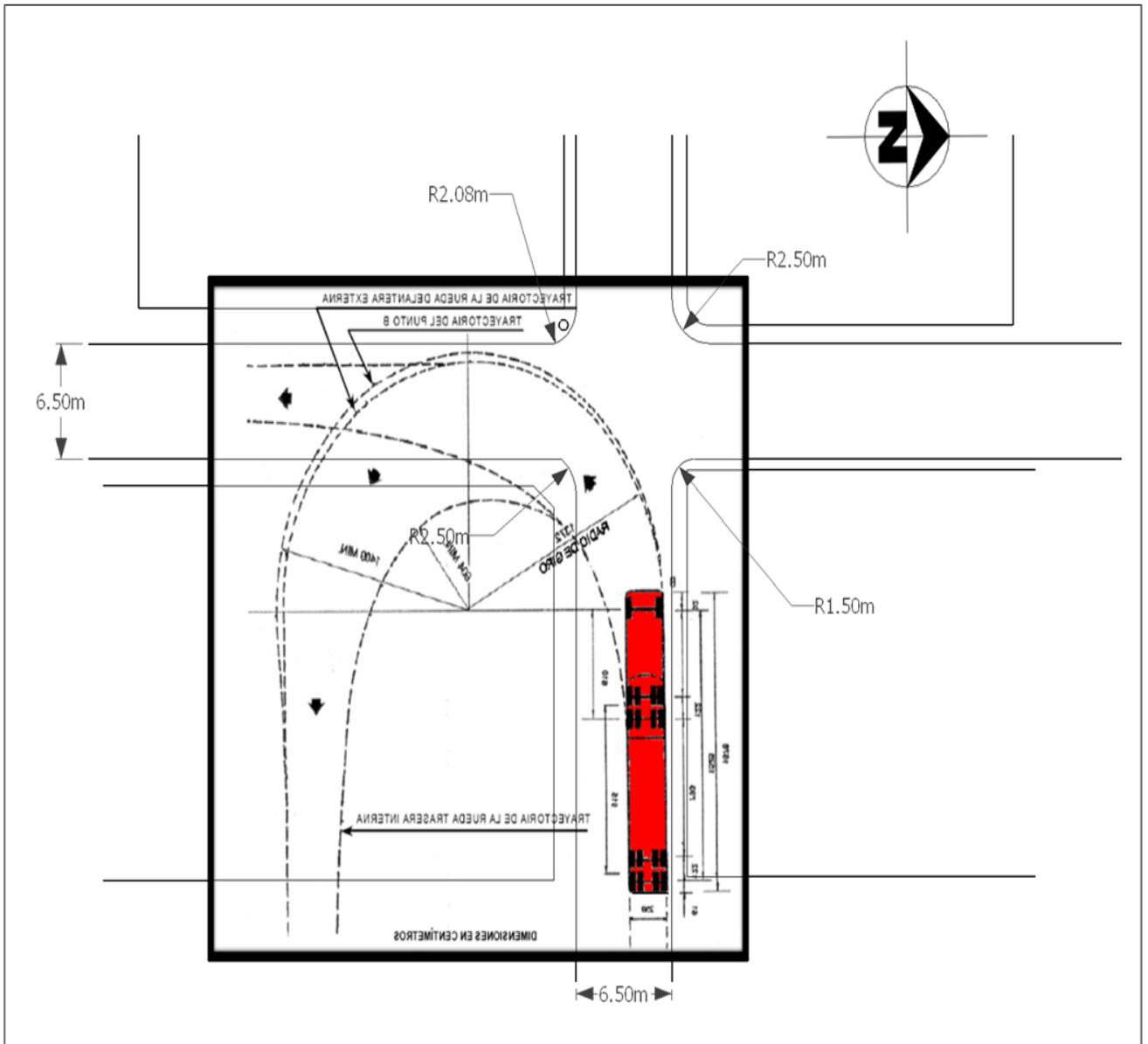
Imagen 33. Intersecciones de las dos rutas alternas.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

A continuación se presentan las intersecciones.

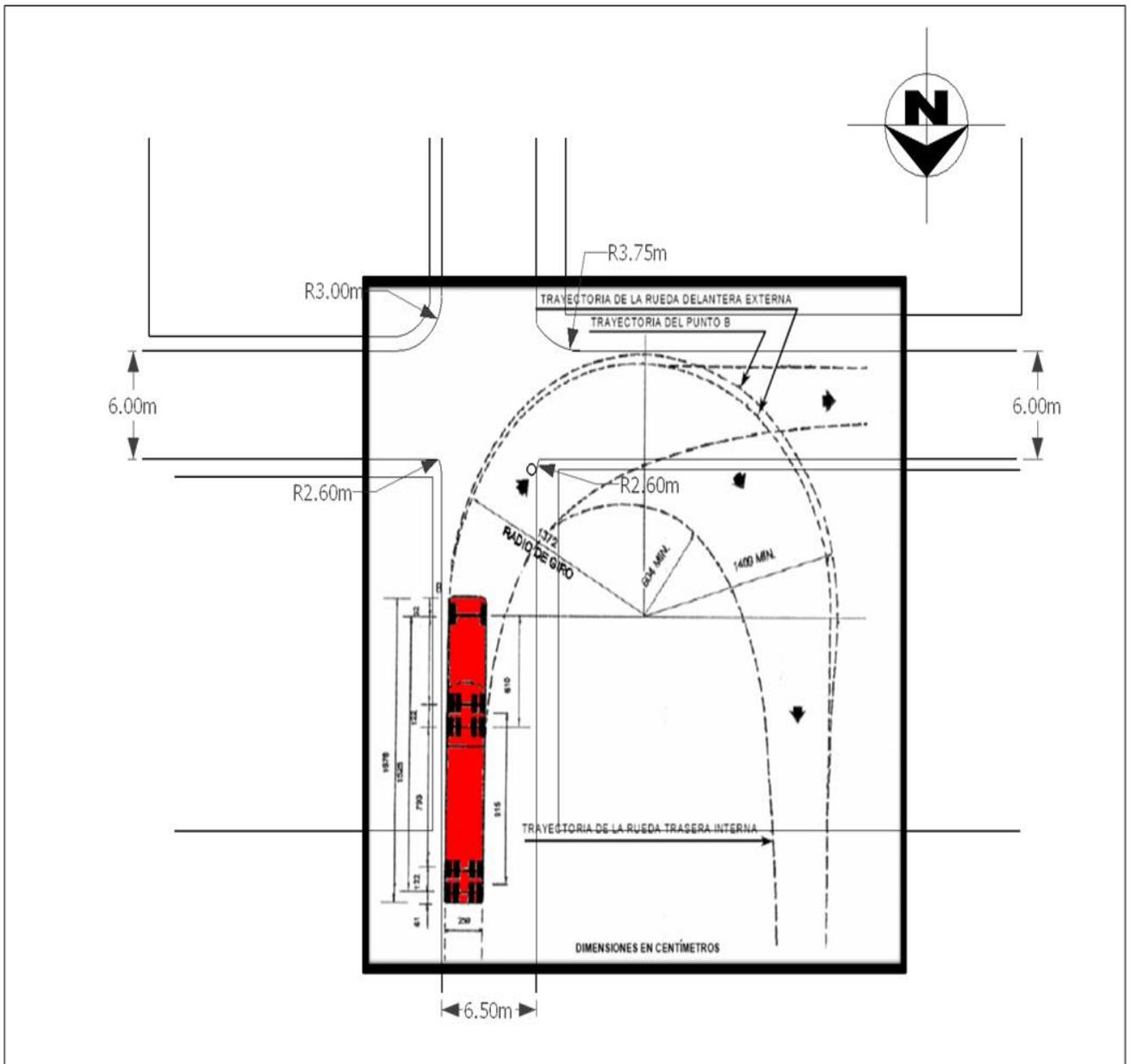
Imagen 34. Levantamiento de intersección 1.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En la imagen se puede apreciar que al hacer el giro en la intersección el vehículo de diseño WEB-15 no puede dar bien el giro, donde para poder dar el giro tiene que pasar sobre el andén y una parte de propiedad privada.

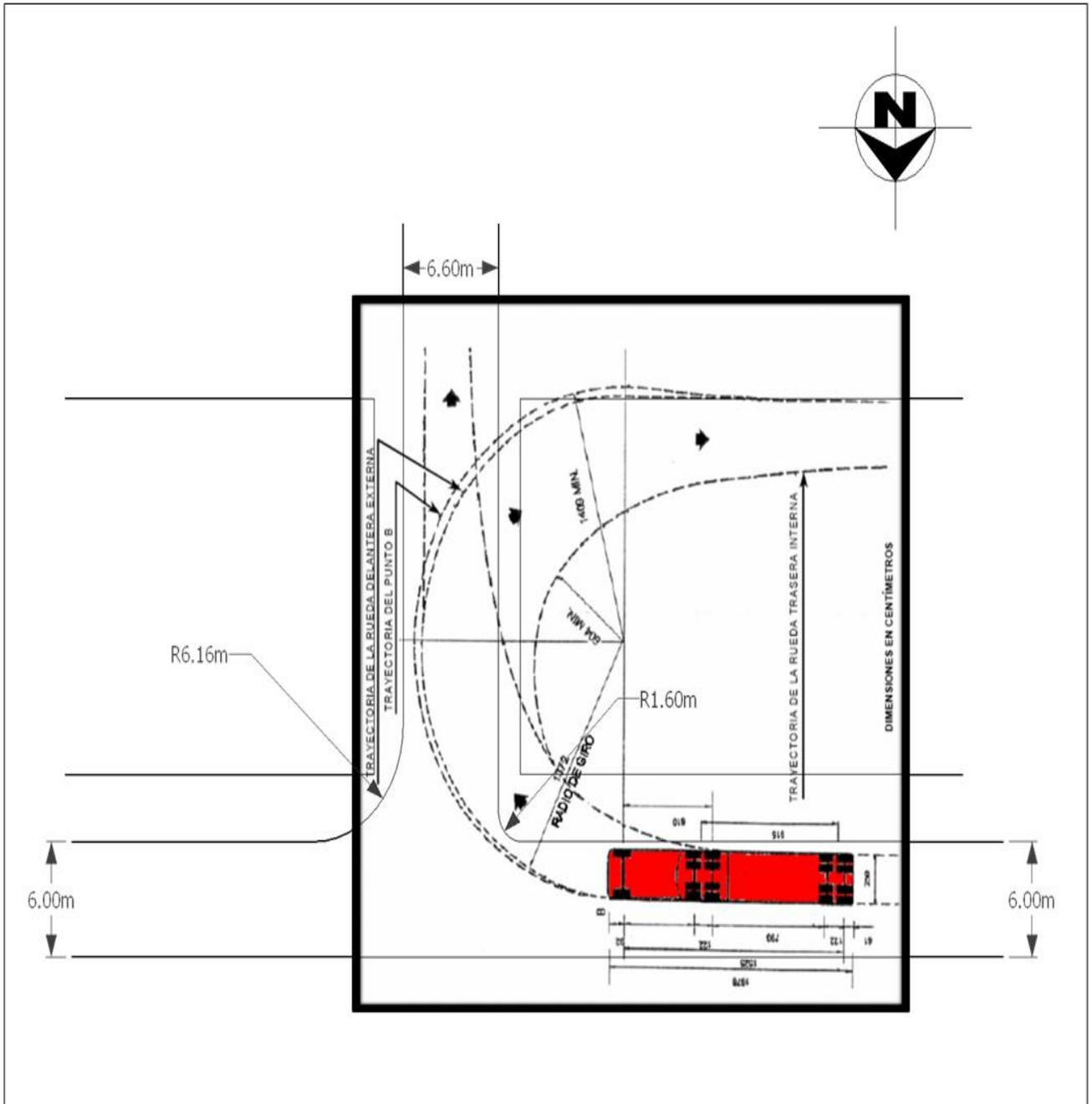
Imagen 35. Levantamiento de la intersección 2.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En la intersección 2 se demuestra que al hacer el radio de giro el WEB-15 en la intersección se le dificulta la cual tiene que pasar sobre el andén y una parte de propiedad privada, donde también se encuentra un poste de tendido eléctrico la cual es un obstáculo para el giro del vehículo.

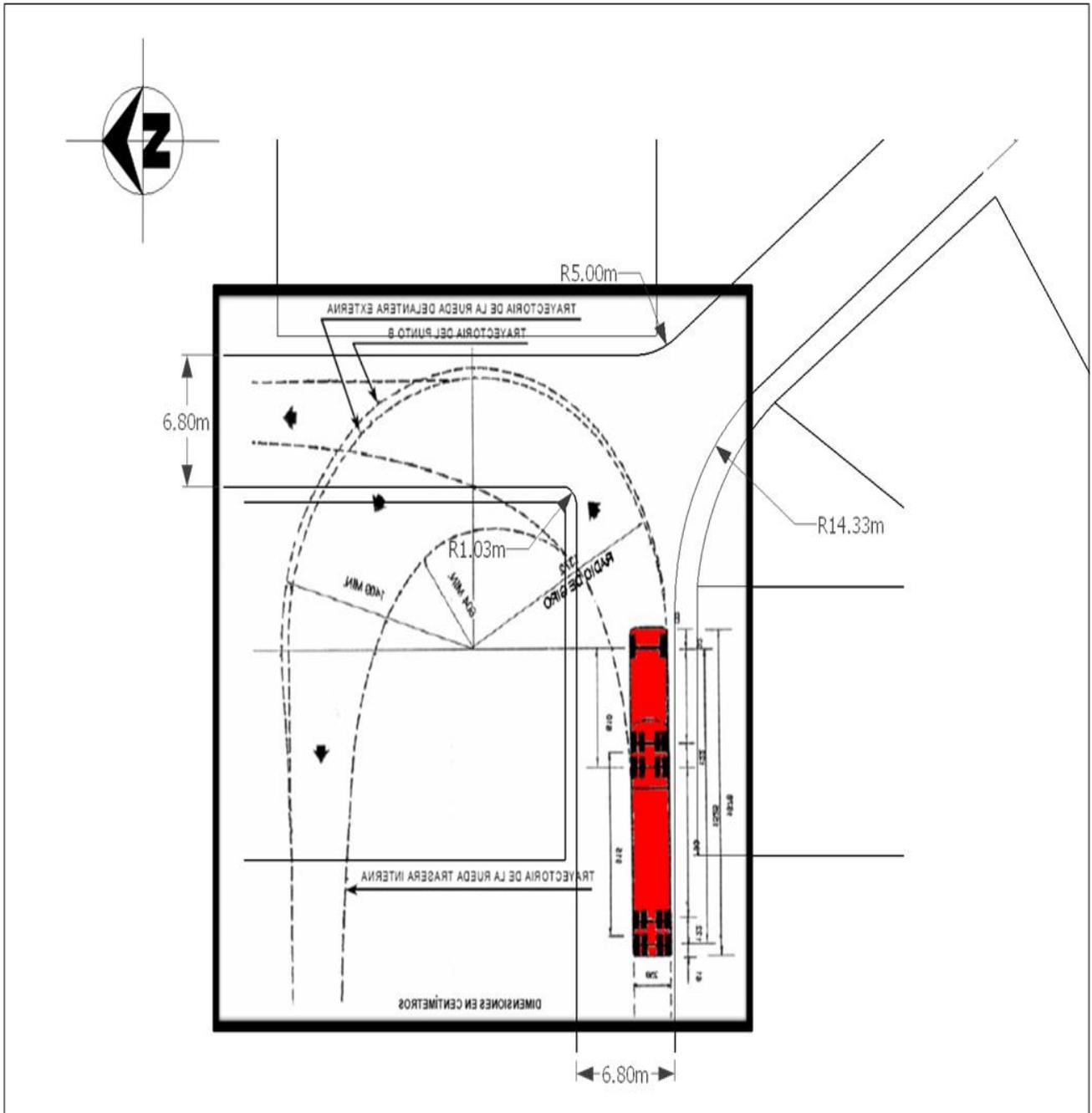
Imagen 36. Levantamiento de la intersección 3.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En la imagen de la intersección 3 es el mismo problema de las intersecciones 1 y 2. Al hacer el radio de giro del vehículo se observa que tiene que pasar sobre el andén y una parte de la propiedad privada.

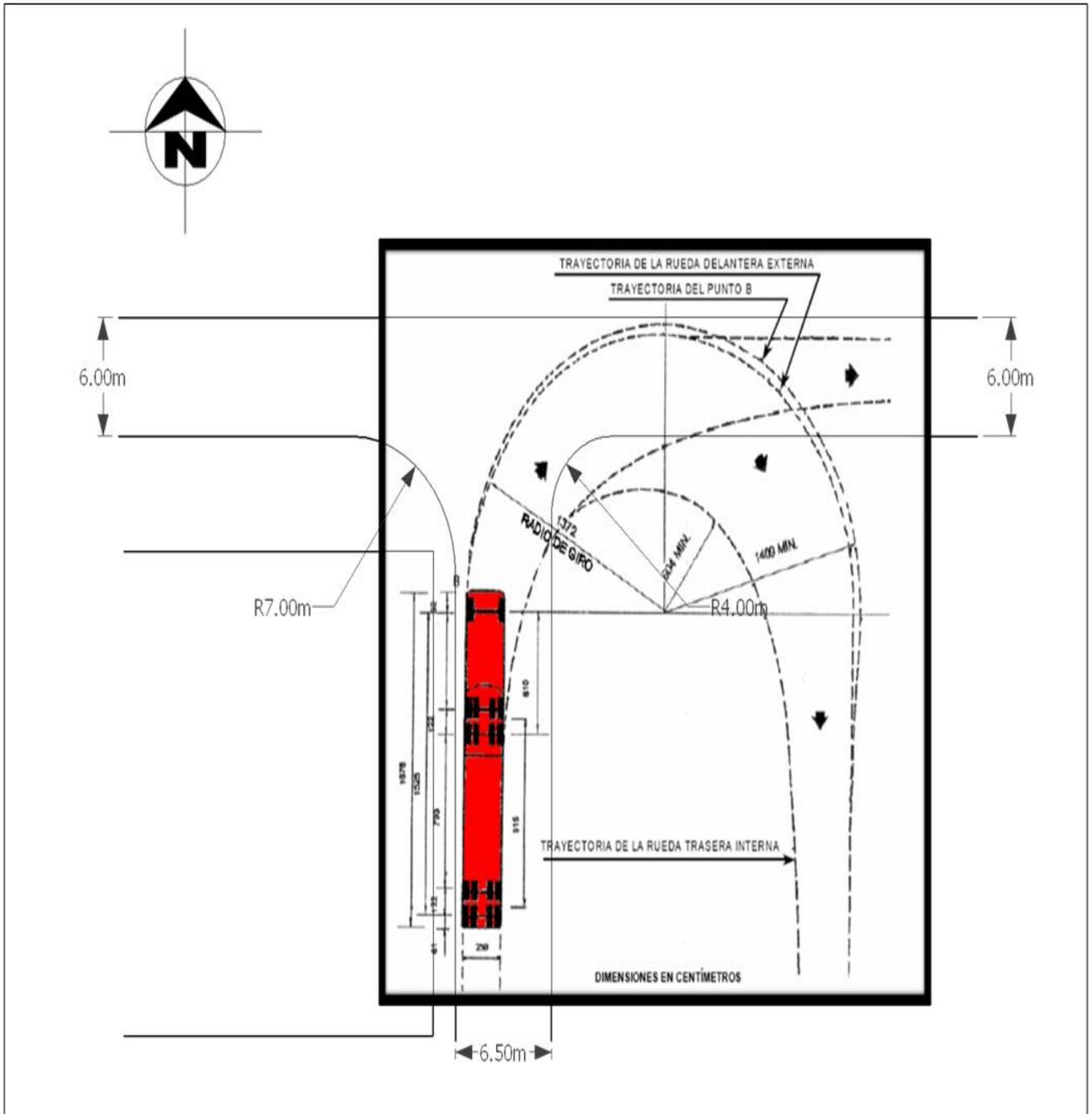
Imagen 37. Levantamiento de la intersección 4.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen de la intersección 4 tiene el mismo problema de las intersecciones 1,2 y 3. Ya que al hacer el vehículo su radio de giro en la intersección este pasa sobre el andén y una parte de propiedad privada.

Imagen 38. Levantamiento de la intersección 5.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

En la imagen de la intersección 5 tiene el mismo problema de las intersecciones anteriores. Que al hacer el vehículo su radio de giro en la intersección esta pasa sobre el andén peatonal, la cual dificulta la trayectoria de dicho vehículo.

5.10- PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.

La circulación vehicular y peatonal, necesariamente, requiere ser guiada y regulada para que pueda llevarse a cabo de manera segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito, entendida como todos aquellos signos, demarcaciones viales y dispositivos instalados por la autoridad en la faja adyacente a las calzadas de las vías o sobre éstas, un elemento fundamental para lograr tales objetivos. En efecto, a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el fin de evitar riesgos y disminuir demoras innecesarias.

Es importante tomar en cuenta la infraestructura peatonal para resguardar la seguridad de los peatones ya que ellos hacen diariamente un gran uso de la vía, Todos somos peatones, y como tales hacemos parte del sistema del tránsito interactuando con los demás usuarios de la vía pública de manera segura o riesgosa.

La vía es la parte comercial del municipio. La alcaldía municipal debe implementar medidas que prohíban los establecimientos de negocio en los andenes de la vía con el fin de no obstruir el paso peatonal evitando que las personas se vean obligadas a utilizar una parte de la calzada para poder pasar dicho establecimiento, poniendo en riesgo su seguridad y un posible accidente de tránsito.

Los peatones son los integrantes del tránsito más vulnerables o frágiles ya que no tienen ninguna protección corporal. En un choque entre un peatón y un vehículo, aún el más liviano, es el peatón el que, con mayor probabilidad, se llevará la peor parte. El mayor daño siempre será para el cuerpo del peatón, que puede golpear fuertemente contra el vehículo y ser aplastado por las ruedas o ser despedido lejos del vehículo para caer y golpearse contra el asfalto

Todo ser humano desde pequeño, es un peatón y como parte de un proceso natural de andar y movernos en el mundo, se le olvida que convivir con la motorización creciente de la sociedad representa un desafío.

Las señales de tránsito en el municipio de San Rafael del Sur en la vía principal de este municipio requieren una mejoría ya que el 14% de estas están en un regular estado, el 24% en mal estado y no son legibles a simple vista, en las señales horizontales solo se tiene un 21% de su longitud, la cual tendremos que implementar un cambio con nuevas señales para una mejor seguridad al transportarse por dicha vía.

En las rutas propuestas se requerirá el uso de señalización de tránsito ya sea horizontal y vertical debido a que no hay ningún tipo de señalización en dicha carreteras y ayudaría a tener una mayor seguridad en las vías.

Las entradas de estas dos rutas alternas tendrán señales verticales que indiquen no vehículos articulado de carga, ya que las cunetas no cumplen el radios de giros del vehículo de diseño WEB-15 en las cinco intersecciones con más deficiencia, la policía tendría que implementar medidas obligatorias para no permitir el estacionamiento de los vehículos en las dos rutas alternas y en la vía principal para así no retrasar el flujo vehicular y no poner en riesgo la seguridad de los pobladores.

Para garantizar la visibilidad de las señales y lograr la misma forma y color tanto en el día como en la noche, los dispositivos para la regulación del tránsito deben ser elaborados preferiblemente con materiales refractivos o estar convenientemente iluminados. La reflectividad se consigue fabricando los dispositivos con materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos, sin deslumbrar al conductor.

Uso

- ❖ La utilización de símbolos y pictogramas, así como de leyendas, letras, palabras y separaciones entre ellas, debe ajustarse a las orientaciones descritas en el **Manual Centroamericano de dispositivos para el control del Tránsito**.
- ❖ La uniformidad en el diseño y en la colocación de los dispositivos para la regulación del tránsito debe mantenerse siempre.

- ❖ Los dispositivos para la regulación del tránsito, y en especial las señales verticales, no deberán ir acompañados por mensajes publicitarios, dado que le resta efectividad a la señal, convirtiéndose en distractor e incrementando el riesgo de accidentes.

Todas las señales que regulen el tránsito, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles durante el tiempo que estén en la vía, se deben reemplazar aquéllas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

Criterios de Diseño

- Distancia lateral y altura de la Señal.

La distancia lateral debe ser 0.50m como mínimo, la altura de la señal medida, desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no debe ser menor de 1.50m, para aquellas que se instalen en el área rural.

En áreas urbanas, la distancia lateral debe ser 0.30m, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no debe ser menor de 2.1m.

- Ángulo de Colocación de la Señal.

Los tres tipos de señales, se colocarán a noventa grados con respecto al eje central del camino.

- Tableros de las Señales.

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio.

En el transcurso de las dos rutas alternas se encontrarán señales de No estacionar, Alto, Velocidad Máxima 30 Kph, No hay paso, siga adelante, entrada a ruta, salida de ruta, en la vía principal se encontrara señales de No girar a la derecha, No girar a la izquierda, Velocidad Máxima de 25 Kph, Alto, cruce escolar, cruce peatonal, zona escolar y peatón en la vía.

Alto: Notifica al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.

No estacionar: Se utiliza en zonas donde está prohibido estacionarse.

Circulación o siga de frente: Muestra el sentido de la circulación. Se usa en entradas de calles a fin de evitar la invasión de carriles con circulación única.

Velocidad máxima: Se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida a la que los vehículos pueden circular en un tramo de vía determinado.

Prohibida circulación vehículos de cargas: Se usa para indicar la prohibición de vehículos de carga o de cierto tonelaje. Es recomendable limitar en ciertas vías la entrada sólo en las horas de mayor congestión.

Prohibido girar a la izquierda o derecha: Se emplean para notificar al conductor que no puede girar a la izquierda o a la derecha.

Peatones en la vía: Se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones caminan sobre la calzada o la cruzan. Se debe usar a 120 metros antes de llegar a un lugar transitado por peatones, que cruzan o se movilizan a lo largo de la carretera y en zonas donde únicamente la seguridad de los peatones lo justifique.

Cruce peatonal: Se empleará para advertir al conductor que el lugar donde esté ubicada la señal es exclusivamente un cruce para peatones y que debe tomar precauciones. Se debe instalar a 75 metros como máximo, antes de las marcas horizontales de cruce de peatón, esta debe existir solamente si hay marcas horizontales de cruce de peatón.

Zona escolar: Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona de actividad escolar, debe complementarse con la señal de velocidad máxima o con la señal que indique la distancia al centro escolar. (Escolares presentes a 100 metros)

Cruce escolar: Se empleará para indicar al conductor que existe un cruce especial destinado a los escolares.

No hay paso: Se emplea para advertir al conductor que la vía es de un solo sentido.

Siga de frente: Permite la continuación del movimiento directo de los vehículos.

A continuación, se presentan imágenes de las señales que se utilizarán.

Imagen 39. Señales en rutas alternas y vía principal.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Todas estas señales estarán ubicadas en las dos rutas alternas y en la vía principal, en la ruta 1 se ubicarán un total de 37 señales, en la ruta 2 un total de 36 señales y en la vía principal se colocará un total de 44 señales nuevas, las señales existentes de dicha vía principal que están en un regular y mal estado serán reparadas o restauradas. En la **(Tabla D-4.1 a Tabla D-4.3, Anexo D-4 pág. IV)** se encuentra su estación, código y ubicación ya sea derecha o izquierda de todas estas señales, en los **(Plano E-5.1 a Plano E-5.3, Anexo E-5 pág. V)** se encuentran los planos de las dos rutas alternas y vía principal con su señalización vertical.

Distribución del flujo vehicular de las dos rutas alternas y vía principal.

Ya obtenidos los resultados de los radios de giros en las intersecciones y los volúmenes de tránsito, se procede a la distribución del flujo vehicular en las dos rutas alternas y en la vía principal. En la ruta 1 con sentido ESTE a OESTE van a transitar los vehículos que vienen de Managua hacia Pochomil, en la ruta 2 con sentido OESTE a ESTE van a transitar los vehículos que vienen de Pochomil hacia Managua. En estas dos rutas alternas transitarán vehículos livianos y vehículos de carga tales como: C2, C3 y C4, en la vía principal transitarán vehículos articulados de carga, vehículos livianos y buses, para así disminuir el flujo y no se produzca congestión.

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1- CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que se cumplieron los objetivos propuestos, primero se realizó un inventario vial el cual dio información valiosa acerca de las características físicas que se encontraba el tramo, el cual presenta grandes debilidades con respecto a la señalización vertical y horizontal, ya que el tramo presenta un 72% de su longitud con señalización vertical y un 21% de su longitud con señalización horizontal, con respecto al estado físico de la carpeta de rodamiento el 100% se encuentra en buen estado. También se encontró que el derecho de vía no cumple con los estándares que dice las normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA), a excepción de la estación 45+500 con derecho de vía de 25.09 metros, ya que para el tipo de clasificación funcional el derecho de vía debe ser de 20.00 metros a 30.00 metros.

El estudio de tránsito permitió conocer las características de la conformación del flujo vehicular y frecuencia horaria, obteniendo el volumen máximo de 508 vehículos por hora que transita por la vía ocasionando un congestionamiento vial. Se logró determinar también la capacidad de la carretera en función del flujo vehicular obteniendo que en las estaciones 45+500 y 47+000, operan en un nivel de servicio **C y D**, en la estación 48+000 opera en un nivel de servicio **B y C**. La cual cumple con la norma para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA) en el cuadro 1 elemento de diseño geométrico de las carreteras regionales.

En el análisis de accidentalidad se pudo determinar que el tramo en estudio del año 2011 a 2015 se ocasionaron 101 accidentes con 20 lesionados ningún muerto, lo cual significa que no es un tramo de alta peligrosidad, estos datos estadísticos dieron como resultado que el factor humano es la principal causa que genera accidentes de tránsito y que las primeras nueve causas son: No guardar la Distancia, Invasión de carril, Imprudencia peatonal, Falta de pericia, Conducir contra la vía, Desatender las señales, Exceso de velocidad, Falta de precaución al retroceder, Interceptar el paso, estas son causas que demuestran una falta de educación vial de los conductores y peatones.

También se determinó que los meses donde ocurren más accidentes son Marzo, Mayo, Agosto, Septiembre y Diciembre, los días de mayor accidente son los viernes y sábados.

En la propuesta de solución al congestionamiento vial, se analizaron las dos rutas a proponer para dicho problema la cual se hizo un inventario vial donde se determinó que la carpeta de rodamiento de las dos rutas alternas son mixtas, en la ruta 1 de ESTE a OESTE cuenta con el 21% de su longitud de asfalto y el 79% de su longitud de adoquinado, ya que se encuentra con el 68% en un buen estado y el 32% en un regular estado, en la ruta 2 de OESTE a ESTE cuenta con el 86% de su longitud de adoquinado y el 14% de su longitud de concreto hidráulico, con el 74% en un regular estado y el 25% en un buen estado.

No se encontraron señales verticales en ninguna de las dos rutas alternas, solo se encontró una caja de alcantarilla que estaba obstruida por desechos. Con respecto a las intersecciones se encontró que las cunetas no cumplen con el radio de giro del vehículo de diseño WEB-15, de las cinco intersecciones de la ruta 1 y ruta 2, Donde también se encontraron obstáculos en la ruta 1 y ruta 2 tales como: postes de tendidos eléctricos, árboles y muros perimetrales de propiedades privada ubicados en las esquinas de las intersecciones las cuales no cumplen con el ancho de andén requerido. Por lo cual los vehículos que transitarán en las dos rutas alternas serían vehículos livianos y vehículos de carga como: C2, C3 y C4, en la vía principal transitarían vehículos articulados de carga como: T2S2, T3S3, vehículos livianos y buses.

6.2- RECOMENDACIONES.

Después de haber plasmado las conclusiones, para resolver los problemas que generan congestión en el tramo en estudio se recomienda:

- ❖ Se recomienda realizar estudios de factibilidad para implementar mejores materiales en la elaboración de demarcación horizontal y mejorar la supervisión por parte de los entes involucrados con la calidad de estos materiales y mano de obra respectiva, tanto para la vía principal como las rutas alternas.
- ❖ Si se opta por una ampliación de la vía principal como solución a mejorar la capacidad vial, es necesario que se construyan hombros en ambas bandas de la calzada, para uso eventual de vehículos dañados o como área de seguridad para vehículos fuera de control que no obstruyan el paso vehicular.
- ❖ En sitios de concentración comercial las aceras no deben ser invadidas por puestos de ventas, para que se utilicen adecuadamente por los peatones.
- ❖ La alcaldía de San Rafael del sur debe estudiar el cambio del tipo de la superficie de rodamiento, debido a que el adoquín presenta muchos problemas en algunos tramos de las rutas alternas.
- ❖ Incorporar planes de mejoras en el drenaje para mitigar los efectos dañinos por las lluvias en algunos tramos de las rutas alternas.
- ❖ Coordinar con la Alcaldía de San Rafael del sur y el Departamento de tránsito de la policía de San Rafael del sur, a través del departamento de ingeniería vial, el mantenimiento de la señalización vial (horizontal y vertical) que incluye la reparación o restauración de las que están en mal estado y la colocación de las faltantes en la vía principal y rutas alternas.
- ❖ Dar mantenimiento a las cajas de alcantarilla que se encuentran tanto en la vía principal como en la Ruta 1 de ESTE-OESTE.

BIBLIOGRAFÍA.

- Ficha municipal el municipio de San Rafael del sur [http: www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/san Rafael del sur](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/san%20Rafael%20del%20sur).
- “HIGHWAY CAPACITY MANUAL”, Transportation Research Board, HCM 2000.
- Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones, Séptima edición. Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, James Cárdenas Grisales, (Edición por ALFAOMEGA) 1994.
- Ingeniería de Tránsito y de Carreteras; Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel – 2004.
- Libro de datos de accidentes de tránsito de la Policía Nacional de San Rafael del Sur Distrito 9.
- LEY 431, LEY PARA EL REGIMEN DE LA CIRCULACION VEHICULAR E INFRACCIONES DE TRÁNSITO, República de Nicaragua.
- Manual Para la Revisión de Estudios de Tránsito. Ministerio de Transporte e Infraestructura Nicaragua.
- “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), U.S. AID Guatemala, Durán Ortiz, Mario Roberto, Diciembre 2000.
- “Manual Centroamericano - NORMAS PARA EL DISEÑO GEÓMETRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES”, Raúl Leclair, Segunda edición, Convenio 596 – 0184.20. PROALCA II, SIECA.
- “Manual del conductor”, Dirección de Seguridad d Tránsito de la Policía Nacional de Nicaragua, segunda edición.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), División General de Planificación, División de Administración vial, Anuario de Aforos de tráfico año 2010, 2014, 2013.
- Monografía, Estudio de accidentalidad en la pista Juan Pablo II (Tramo siete sur- semáforos de la UCA) y posibles soluciones. Año 2013, Managua.
- Red vial 2015, ministerio de transporte e infraestructura (MTI).

ANEXOS A-1

- **FORMATO DE SECCION TRANSVERSAL.**
- **FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES.**
- **FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES HORIZONTALES.**
- **FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE DRENAJE MENOR Y MAYOR.**

ANEXOS B-2

- **ESTADO DE LA CARPETA DE RODAMIENTO.**

Imagen B-1.1. Buen estado.

Estación 45+000



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen B-1.2. Buen estado.

Estación 45+500



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen B-1.3. Buen estado.

Estación 46+000



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen B-1.4. Buen estado.

Estación 47+000



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Imagen B-1.5. Buen estado

Estación 48+000



Fuente: Elaborado por sustentantes.

ANEXOS C-3

- **FORMATO DE CONTEO VEHICULAR.**
- **CONTEO DE TRÁNSITO.**
- **DATOS DEL PT Y PB.**
- **TABLAS DE HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM).**

Tabla C-3.1

FORMATO CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

ESTACION

Punto N°: _____

FECHA

SECUENCIAL

CONTADOR DE TRÁFICO

Sentido

: _____

COORDINADOR DE SITIO

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

Fuente: Plan Nacional de Transporte.

Tabla C-3.2

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 45+500 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: ESTE-OESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO DE 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							total			
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminones				Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx				
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1		T2-S2	T3-S2	T3-S3
6:00 a 6:15	16	17	1	5	2	1	3	1	4	0	0	0	0	0	0	2	1	53
6:15 a 6:30	13	15	0	3	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	37
6:30 a 6:45	11	9	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
6:45 a 7:00	18	19	0	6	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	49
7:00 a 7:15	22	15	2	8	2	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	1	0	58
7:15 a 7:30	18	19	1	6	3	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	56
7:30 a 7:45	21	21	0	4	1	0	2	4	4	0	0	0	0	0	0	1	1	59
7:45 a 8:00	25	23	3	7	2	0	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	68
8:00 a 8:15	24	21	1	5	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57
8:15 a 8:30	23	20	1	10	1	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	64
8:30 a 8:45	17	18	2	9	4	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	58
8:45 a 9:00	20	19	3	12	0	1	1	5	3	0	0	0	0	0	0	1	1	66
9:00 a 9:15	14	16	2	10	1	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	50
9:15 a 9:30	19	16	0	7	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	47
9:30 a 9:45	18	20	1	10	1	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	58
9:45 a 10:00	15	18	0	14	1	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	57
10:00 a 10:15	13	12	2	10	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	1	46
10:15 a 10:30	18	10	2	12	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	49
10:30 a 10:45	18	14	2	8	3	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
10:45 a 11:00	14	16	1	9	0	1	0	4	3	1	0	0	0	0	0	4	1	54
11:00 a 11:15	14	15	1	13	2	0	1	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	54
11:15 a 11:30	19	16	1	4	0	2	1	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	53
11:30 a 11:45	17	13	1	10	1	2	1	2	5	2	0	0	0	0	0	3	2	59
11:45 a 12:00	18	15	1	11	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	2	0	54
12:00 a 12:15	15	10	1	4	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1	2	40
12:15 a 12:30	15	17	0	15	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
12:30 a 12:45	16	15	1	11	0	0	1	2	3	2	0	0	0	0	0	2	0	53
12:45 a 1:00	16	13	0	6	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	40
1:00 a 1:15	17	15	0	9	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	3	1	51
1:15 a 1:30	12	11	1	11	4	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	4	50
1:30 a 1:45	10	10	1	10	1	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	2	0	40
1:45 a 2:00	17	16	1	9	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	51
2:00 a 2:15	19	20	2	9	1	0	1	6	4	1	0	0	0	0	0	1	0	64
2:15 a 2:30	14	17	2	15	4	1	1	4	3	0	0	0	0	0	0	1	0	62
2:30 a 2:45	13	21	3	10	1	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	1	2	58
2:45 a 3:00	16	19	0	11	3	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	55
3:00 a 3:15	17	16	0	13	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	2	0	55
3:15 a 3:30	17	13	1	11	1	0	1	5	4	3	0	0	0	0	0	2	0	58
3:30 a 3:45	16	15	4	8	1	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	2	1	54
3:45 a 4:00	18	20	3	10	2	1	0	5	3	1	0	0	0	0	0	3	0	66
4:00 a 4:15	14	16	2	5	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	43
4:15 a 4:30	19	21	1	8	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	2	59
4:30 a 4:45	15	16	1	6	1	0	0	3	5	2	2	0	0	0	0	2	0	53
4:45 a 5:00	11	14	2	9	0	0	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	3	48
5:00 a 5:15	17	15	0	10	3	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	53
5:15 a 5:30	18	14	3	14	0	1	1	2	1	3	0	0	0	0	0	1	1	59
5:30 a 5:45	15	18	2	11	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2	0	54
5:45 a 6:00	20	18	1	13	2	0	1	3	2	4	0	0	0	0	0	0	2	66
total	802	777	61	434	60	27	43	144	107	36	4	0	0	0	2	49	30	2576

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.3

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 45+500 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: OESTE-ESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							total			
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminones			Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4ejes	≥ 5ejes	T2-S1		T2-S2	T3-S2	T3-S3
6:00 a 6:15	24	13	1	6	5	0	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	60
6:15 a 6:30	20	3	0	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	30
6:30 a 6:45	24	13	0	4	4	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	54
6:45 a 7:00	15	8	0	10	1	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	41
7:00 a 7:15	23	22	0	9	3	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	63
7:15 a 7:30	20	18	1	7	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	52
7:30 a 7:45	13	15	0	11	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	49
7:45 a 8:00	11	22	1	10	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	48
8:00 a 8:15	25	17	4	7	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57
8:15 a 8:30	18	20	5	9	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	60
8:30 a 8:45	17	17	2	2	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	3	0	47
8:45 a 9:00	20	18	2	15	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	60
9:00 a 9:15	14	14	2	13	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	50
9:15 a 9:30	18	17	0	6	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
9:30 a 9:45	19	18	2	8	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	2	2	58
9:45 a 10:00	15	12	2	4	3	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	43
10:00 a 10:15	17	15	1	14	2	1	1	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	58
10:15 a 10:30	19	17	3	9	2	1	0	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	62
10:30 a 10:45	18	15	1	14	1	1	0	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	59
10:45 a 11:00	14	12	0	10	0	0	3	5	2	0	0	0	0	0	1	2	2	51
11:00 a 11:15	15	15	2	9	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	51
11:15 a 11:30	14	16	1	8	0	0	1	8	4	2	0	0	0	0	0	2	0	56
11:30 a 11:45	17	9	1	11	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	3	1	51
11:45 a 12:00	12	11	2	8	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	39
12:00 a 12:15	15	13	2	8	0	1	1	2	1	6	0	0	0	0	0	1	1	51
12:15 a 12:30	16	11	3	10	0	2	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	51
12:30 a 12:45	16	15	1	12	0	1	1	2	4	1	0	0	0	0	0	2	0	55
12:45 a 1:00	18	15	0	11	3	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	55
1:00 a 1:15	16	8	0	11	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	44
1:15 a 1:30	10	10	0	9	0	0	2	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	39
1:30 a 1:45	17	15	0	13	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	52
1:45 a 2:00	20	13	2	9	1	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	52
2:00 a 2:15	11	12	1	10	1	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	44
2:15 a 2:30	13	17	0	9	0	0	1	3	3	1	0	0	0	0	0	2	0	49
2:30 a 2:45	14	16	2	4	2	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	44
2:45 a 3:00	12	13	1	12	1	0	1	4	3	1	0	0	0	0	0	2	0	50
3:00 a 3:15	15	15	1	10	2	0	3	2	1	0	1	0	0	0	0	2	0	52
3:15 a 3:30	14	16	0	7	2	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	48
3:30 a 3:45	14	15	1	12	3	1	0	4	4	1	0	0	0	0	1	1	2	59
3:45 a 4:00	20	14	2	10	2	0	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	58
4:00 a 4:15	13	16	0	11	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	1	2	0	49
4:15 a 4:30	19	20	2	14	2	1	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	1	68
4:30 a 4:45	11	18	2	8	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	2	3	0	51
4:45 a 5:00	16	19	1	10	4	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	58
5:00 a 5:15	14	17	0	13	1	2	2	4	2	4	0	0	0	0	1	2	0	62
5:15 a 5:30	18	20	3	9	2	1	1	5	3	0	0	0	0	0	0	2	2	66
5:30 a 5:45	20	15	4	11	1	1	1	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0	62
5:45 a 6:00	15	18	2	15	2	2	0	3	5	1	0	0	0	0	0	2	1	66
total	789	718	63	455	56	24	44	142	119	39	3	0	0	0	6	51	21	2530

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.4

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 47 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: ESTE-OESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO DE 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							total			
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminiones				Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx				
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4ejes	≥ 5ejes	T2-S1		T2-S2	T3-S2	T3-S3
6:00 a 6:15	20	22	0	5	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	56
6:15 a 6:30	21	18	1	6	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
6:30 a 6:45	19	19	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52
6:45 a 7:00	20	20	0	9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	53
7:00 a 7:15	19	21	1	10	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	59
7:15 a 7:30	18	22	0	12	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	60
7:30 a 7:45	21	19	0	14	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	64
7:45 a 8:00	19	21	1	12	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58
8:00 a 8:15	14	13	1	8	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	40
8:15 a 8:30	21	18	3	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	53
8:30 a 8:45	20	21	2	11	0	2	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	66
8:45 a 9:00	17	22	2	9	2	0	1	3	2	1	0	0	3	0	0	0	1	63
9:00 a 9:15	22	20	2	10	2	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	62
9:15 a 9:30	20	21	3	8	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	59
9:30 a 9:45	28	23	2	10	1	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	71
9:45 a 10:00	19	26	2	9	0	1	2	3	2	2	0	0	0	0	1	0	2	69
10:00 a 10:15	25	20	2	6	2	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	60
10:15 a 10:30	19	19	2	6	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	53
10:30 a 10:45	21	18	0	11	2	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	59
10:45 a 11:00	16	19	0	5	0	0	1	3	4	2	0	0	0	0	0	0	3	53
11:00 a 11:15	18	17	0	8	2	1	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	55
11:15 a 11:30	23	19	0	8	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	58
11:30 a 11:45	19	16	1	6	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	49
11:45 a 12:00	18	20	0	10	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	56
12:00 a 12:15	25	18	2	7	2	1	1	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	67
12:15 a 12:30	18	18	0	7	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
12:30 a 12:45	15	13	2	8	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	45
12:45 a 1:00	14	14	1	9	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	44
1:00 a 1:15	22	15	0	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50
1:15 a 1:30	15	15	1	8	2	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	1	50
1:30 a 1:45	12	10	0	8	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	40
1:45 a 2:00	14	15	1	5	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	41
2:00 a 2:15	13	15	1	4	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	42
2:15 a 2:30	18	16	0	8	3	0	1	1	4	2	0	0	0	0	0	1	1	55
2:30 a 2:45	14	18	2	10	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	50
2:45 a 3:00	17	19	0	11	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	54
3:00 a 3:15	19	13	0	12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	48
3:15 a 3:30	14	15	0	13	1	0	1	4	2	0	1	0	0	0	0	3	2	56
3:30 a 3:45	18	16	1	15	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	55
3:45 a 4:00	15	19	0	11	0	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	52
4:00 a 4:15	14	20	0	12	1	1	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	2	58
4:15 a 4:30	17	21	3	12	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	60
4:30 a 4:45	18	19	0	8	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	3	54
4:45 a 5:00	20	18	0	9	0	0	0	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0	56
5:00 a 5:15	14	15	1	5	2	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	44
5:15 a 5:30	13	16	1	7	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	44
5:30 a 5:45	17	18	0	6	0	0	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	1	51
5:45 a 6:00	19	20	0	10	0	0	1	3	2	3	0	0	0	0	0	0	2	60
total	872	870	41	426	50	23	41	98	77	32	4	0	3	1	2	19	41	2600

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.5

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 47 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: OESTE-ESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO DE 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							total			
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminiones			Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4ejes	≥ 5ejes	T2-S1		T2-S2	T3-S2	T3-S3
6:00 a 6:15	22	20	0	8	1	2	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	60
6:15 a 6:30	18	21	1	11	0	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	61
6:30 a 6:45	20	24	1	10	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	62
6:45 a 7:00	24	18	0	12	1	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	63
7:00 a 7:15	19	23	1	9	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	59
7:15 a 7:30	18	19	0	8	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	50
7:30 a 7:45	23	21	0	10	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	59
7:45 a 8:00	21	18	1	13	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	59
8:00 a 8:15	20	11	1	8	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
8:15 a 8:30	16	19	0	10	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	51
8:30 a 8:45	20	21	1	8	1	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	57
8:45 a 9:00	18	28	1	12	0	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	67
9:00 a 9:15	22	20	3	10	0	2	2	3	1	1	0	0	1	0	0	0	1	66
9:15 a 9:30	23	24	1	7	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	4	64
9:30 a 9:45	27	17	4	9	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	60
9:45 a 10:00	19	20	0	9	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	57
10:00 a 10:15	15	15	3	5	0	1	1	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	47
10:15 a 10:30	16	22	1	6	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	53
10:30 a 10:45	17	22	1	12	1	2	0	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	63
10:45 a 11:00	20	15	2	13	0	0	1	2	6	1	0	0	0	0	0	0	1	61
11:00 a 11:15	16	23	1	10	3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
11:15 a 11:30	20	17	0	9	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	54
11:30 a 11:45	21	21	0	6	2	1	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	60
11:45 a 12:00	19	20	0	11	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	55
12:00 a 12:15	23	20	2	10	0	2	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	1	67
12:15 a 12:30	14	17	2	15	2	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	61
12:30 a 12:45	16	15	2	11	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
12:45 a 1:00	18	11	1	9	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44
1:00 a 1:15	22	14	3	10	3	1	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	61
1:15 a 1:30	15	16	1	9	1	1	1	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	54
1:30 a 1:45	18	15	1	7	1	0	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	50
1:45 a 2:00	19	14	1	7	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	3	49
2:00 a 2:15	20	18	0	8	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	1	2	55
2:15 a 2:30	18	15	1	8	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
2:30 a 2:45	19	16	2	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48
2:45 a 3:00	19	17	0	12	2	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	56
3:00 a 3:15	14	11	0	6	0	0	0	4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	39
3:15 a 3:30	20	15	1	8	2	1	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	2	57
3:30 a 3:45	18	16	0	9	1	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	52
3:45 a 4:00	16	19	1	10	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53
4:00 a 4:15	12	20	2	11	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	50
4:15 a 4:30	19	18	0	9	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	51
4:30 a 4:45	15	16	2	12	1	0	1	4	1	1	2	0	0	0	0	0	2	57
4:45 a 5:00	22	20	1	6	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	55
5:00 a 5:15	16	21	1	8	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	52
5:15 a 5:30	15	19	1	7	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	48
5:30 a 5:45	17	20	0	8	1	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2	57
5:45 a 6:00	18	22	1	9	1	0	1	4	2	1	0	0	0	0	0	1	1	61
total	897	884	49	445	37	28	40	118	73	35	4	0	6	1	2	10	36	2665

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.6

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 48 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: ESTE-OESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA									total	
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminiones				Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx				
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4ejes	≥ 5ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2		T3-S3
6:00 a 6:15	12	9	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
6:15 a 6:30	9	12	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27
6:30 a 6:45	9	9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	20
6:45 a 7:00	16	8	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
7:00 a 7:15	10	8	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
7:15 a 7:30	13	8	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
7:30 a 7:45	10	9	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
7:45 a 8:00	20	9	3	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	37
8:00 a 8:15	13	9	0	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	30
8:15 a 8:30	10	5	0	8	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	31
8:30 a 8:45	22	6	0	9	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
8:45 a 9:00	14	14	0	6	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	39
9:00 a 9:15	16	7	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	30
9:15 a 9:30	11	9	1	3	1	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	32
9:30 a 9:45	13	10	1	9	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	36
9:45 a 10:00	13	6	0	5	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	31
10:00 a 10:15	10	6	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	0	0	23
10:15 a 10:30	10	12	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
10:30 a 10:45	13	7	0	6	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	31
10:45 a 11:00	11	8	0	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:00 a 11:15	17	10	0	4	0	0	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	39
11:15 a 11:30	8	10	1	1	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:30 a 11:45	10	9	0	9	1	0	1	3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	36
11:45 a 12:00	11	8	0	5	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	31
12:00 a 12:15	9	6	0	8	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	28
12:15 a 12:30	11	6	0	5	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	30
12:30 a 12:45	8	7	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	20
12:45 a 1:00	8	8	1	6	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	29
1:00 a 1:15	10	8	0	7	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29
1:15 a 1:30	8	12	0	5	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	35
1:30 a 1:45	13	6	0	6	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30
1:45 a 2:00	9	8	1	7	1	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	32
2:00 a 2:15	8	24	0	5	2	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	2	3	49
2:15 a 2:30	16	19	0	8	0	0	2	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	54
2:30 a 2:45	11	15	0	14	0	0	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	48
2:45 a 3:00	14	22	0	12	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52
3:00 a 3:15	20	20	1	11	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	58
3:15 a 3:30	12	15	0	18	4	0	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	59
3:30 a 3:45	16	13	0	12	3	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	50
3:45 a 4:00	10	17	3	10	2	1	0	4	3	1	0	0	0	0	0	1	0	52
4:00 a 4:15	9	16	0	9	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	39
4:15 a 4:30	11	15	0	10	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	45
4:30 a 4:45	12	14	1	8	1	0	0	5	4	3	1	0	0	0	0	2	0	51
4:45 a 5:00	15	14	2	9	0	0	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	3	53
5:00 a 5:15	8	15	0	10	3	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	44
5:15 a 5:30	9	13	2	12	0	1	1	3	2	3	2	0	0	0	0	0	1	49
5:30 a 5:45	14	16	0	11	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	2	0	50
5:45 a 6:00	18	14	1	15	2	0	1	4	2	4	0	0	0	0	0	0	1	62
total	580	531	19	309	32	6	51	98	58	41	3	0	0	0	6	16	16	1766

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.7

CONTEO VEHICULAR

ESTACION: KM 48 HORA INICIO: 6:00 a.m. PERIODO: 15 MINUTOS
 SENTIDO: OESTE-ESTE HORA FINAL: 6:00 p.m. FECHA: 30 DE JULIO DE 2016

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA									total	
	Vehiculos Livianos				Autobuses			Caminiones				Camiones Cx-Rx		Trailer Tx-Sx				
	Motos	Autos	Jeep	Cmta	Microbus	Minibus	Grande	Ligero	C2	C3	C4	≤ 4ejes	≥ 5ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2		T3-S3
6:00 a 6:15	11	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
6:15 a 6:30	13	10	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	30
6:30 a 6:45	11	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	21
6:45 a 7:00	18	11	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	38
7:00 a 7:15	12	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
7:15 a 7:30	11	8	0	7	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31
7:30 a 7:45	10	6	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19
7:45 a 8:00	7	9	0	4	1	0	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
8:00 a 8:15	9	12	0	4	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	30
8:15 a 8:30	10	10	0	5	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	28
8:30 a 8:45	12	9	0	6	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
8:45 a 9:00	14	11	0	4	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34
9:00 a 9:15	11	10	0	7	2	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	36
9:15 a 9:30	13	14	0	6	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	38
9:30 a 9:45	14	7	0	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	32
9:45 a 10:00	16	10	0	5	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	38
10:00 a 10:15	10	10	0	6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
10:15 a 10:30	13	11	0	7	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	35
10:30 a 10:45	11	12	0	6	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	37
10:45 a 11:00	11	12	0	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	31
11:00 a 11:15	18	12	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38
11:15 a 11:30	10	5	0	5	1	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	27
11:30 a 11:45	10	6	1	6	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:45 a 12:00	10	12	0	8	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	35
12:00 a 12:15	14	7	0	8	0	0	1	6	2	1	0	0	0	0	0	1	0	40
12:15 a 12:30	19	13	0	6	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	44
12:30 a 12:45	10	4	1	14	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	34
12:45 a 1:00	10	7	0	12	0	0	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	37
1:00 a 1:15	12	8	0	6	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
1:15 a 1:30	10	18	0	5	1	0	0	5	4	1	0	0	0	0	0	0	3	47
1:30 a 1:45	10	15	1	12	2	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	45
1:45 a 2:00	13	10	2	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33
2:00 a 2:15	10	16	2	14	3	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	52
2:15 a 2:30	9	22	3	12	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	2	1	0	55
2:30 a 2:45	11	19	2	9	2	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	50
2:45 a 3:00	16	15	2	10	0	0	2	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	52
3:00 a 3:15	16	12	0	8	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	42
3:15 a 3:30	13	13	0	10	1	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	44
3:30 a 3:45	12	12	1	12	1	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	46
3:45 a 4:00	11	8	0	10	0	1	0	5	3	1	0	0	0	0	0	3	0	42
4:00 a 4:15	12	7	2	10	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	37
4:15 a 4:30	15	10	1	9	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	2	45
4:30 a 4:45	16	18	0	8	1	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	2	0	55
4:45 a 5:00	18	15	2	9	0	0	1	5	3	1	0	0	0	0	0	0	3	57
5:00 a 5:15	10	12	0	10	2	1	0	2	4	0	0	0	0	0	1	1	2	45
5:15 a 5:30	11	11	2	8	0	0	1	2	1	3	0	0	0	0	0	1	3	43
5:30 a 5:45	13	18	2	11	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	2	0	53
5:45 a 6:00	12	16	0	12	2	1	1	3	2	4	0	0	0	0	0	0	2	55
total	588	540	25	348	31	7	49	94	60	37	0	0	0	0	5	23	18	1825

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla C-3.8

TABLA 8.1 (HCM)

Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles

Nivel de Servicio (NS)	Terreno plano						Terreno Ondulado						Terreno Montañoso					
	Restricción de paso, %						Restricción de paso, %						Restricción de paso, %					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, 1994

Tabla C-3.9

TABLA 8.4 (HCM)

Factores de Ajuste por Distribución Direccional del Tránsito en Carreteras de dos Carriles

Separación Direccional (%/%)	Factor
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, 1994

Tabla C-3.10

TABLA 8.5 (HCM)

Factores de Ajuste por Efecto Combinado de Carriles Angostos y Hombros Restringidos, Carretera de dos Carriles

Hombro (m)	Carril de 3.65m		Carril de 3.35m		Carril de 3.05m		Carril de 2.75m	
	NS A-D	NS E						
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, 1994
NS: Nivel de Servicio

Tabla C-3.11

TABLA 8.6 (HCM)

.Automóviles Equivalentes por Camiones y Autobuses, en Función del Tipo de Terreno, Carreteras de dos Carriles

Tipo de Vehículo	NS	Tipo de Terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones, Et	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.0	5.0	12.0
Buses, Eb	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, 1994
NS: Nivel de Servicio

Tabla C-3.12

Datos del PT y PB

Estación	V.livianos	Buses	Camiones	Total
45+500	4099	254	753	5106
47+000	4484	219	562	5265
48+000	2940	176	475	3591
	%	%	%	Total %
45+500	80	5	15	100
47+000	85	4	11	100
48+000	82	5	13	100

Fuente: Elaborado por sustentantes.

ANEXOS D-4

- **UBICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES EN LAS RUTA1, RUTA 2 Y VÍA PRINCIPAL.**

Tabla D-4.1

Ubicación de señales verticales en la Ruta 1.

Estación	Código	Ubicación		Contenido
		izq.	der.	
0+055	R-8-1		x	No estacionar
0+167	R-8-1		x	No estacionar
0+221	R-3-1a	x		No hay paso
0+278			x	Siga de frente
0+278		x		Entrada a Ruta 1
0+278	R-7-1	x		Prohibido camiones
0+354	R-2-6	x		Velocidad maxima 30 kph
0+365	R-8-1		x	No estacionar
0+418	R-3-1a	x		No hay paso
0+446	R-1-1		x	Alto
0+480			x	Siga de frente
0+520	R-8-1		x	No estacionar
0+630	R-8-1		x	No estacionar
0+655	R-3-1a	x		No hay paso
0+673	R-1-1		x	Alto
0+679			x	Siga de frente
0+690	R-3-1a	x		No hay paso
0+714			x	Siga de frente
0+763	R-3-1a	x		No hay paso
0+831	R-2-6	x		Velocidad maxima 30 kph
0+899	R-8-1		x	No estacionar
0+962	R-1-1	x		Alto
1+050	R-1-1		x	Alto
1+102	R-3-1a	x		No hay paso
1+112	R-8-1		x	No estacionar
1+142	R-1-1	x		Alto
1+178			x	Siga de frente
1+223	R-1-1		x	Alto
1+253	R-3-1a	x		No hay paso
1+259	R-8-1		x	No estacionar
1+283	R-1-1	x		Alto
1+335	R-1-1		x	Alto
1+348			x	Siga de frente
1+398	R-3-1a	x		No hay paso
1+403	R-8-1		x	No estacionar
1+481	R-8-1		x	No estacionar
1+511			x	Salida de Ruta 1

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla D-4.2

Ubicación de señales verticales en la Ruta 2.

Estación	Código	Ubicación		Contenido
		izq.	der.	
0+044	R-8-1	x		No estacionar
0+052	R-3-1a		x	No hay paso
0+123	R-2-6		x	Velocidad maxima 30 kph
0+212	R-8-1	x		No estacionar
0+247	R-3-1a		x	No hay paso
0+299			x	Siga de frente
0+359			x	Siga de frente
0+458	R-3-1a		x	No hay paso
0+471	R-8-1	x		No estacionar
0+562	R-2-6		x	Velocidad maxima 30 kph
0+572	R-8-1	x		No estacionar
0+604	R-1-1	x		Alto
0+642		x		Siga de frente
0+661	R-3-1a		x	No hay paso
0+688	R-1-1		x	Alto
0+709	R-8-1	x		No estacionar
0+771	R-1-1	x		Alto
0+814	R-3-1a		x	No hay paso
0+836	R-1-1	x		Alto
0+971	R-8-1	x		No estacionar
0+991	R-3-1a		x	No hay paso
1+138		x		Siga de frente
1+186	R-8-1	x		No estacionar
1+186	R-2-6		x	Velocidad maxima 30 kph
1+253	R-3-1a		x	No hay paso
1+376	R-8-1	x		No estacionar
1+432		x		Siga de frente
1+490	R-3-1a		x	No hay paso
1+554		x		Siga de frente
1+613	R-8-1	x		No estacionar
1+658	R-2-6		x	Velocidad maxima 30 kph
1+770	R-3-1a		x	No hay paso
1+783			x	Siga de frente
1+852	R-8-1		x	No estacionar
1+913	R-3-1a	x		No estacionar
1+951	R-2-6	x		Velocidad maxima 30 kph

Fuente: Elaborado por sustentante.

Tabla D-4.3

Ubicación de señales verticales en la vía principal.

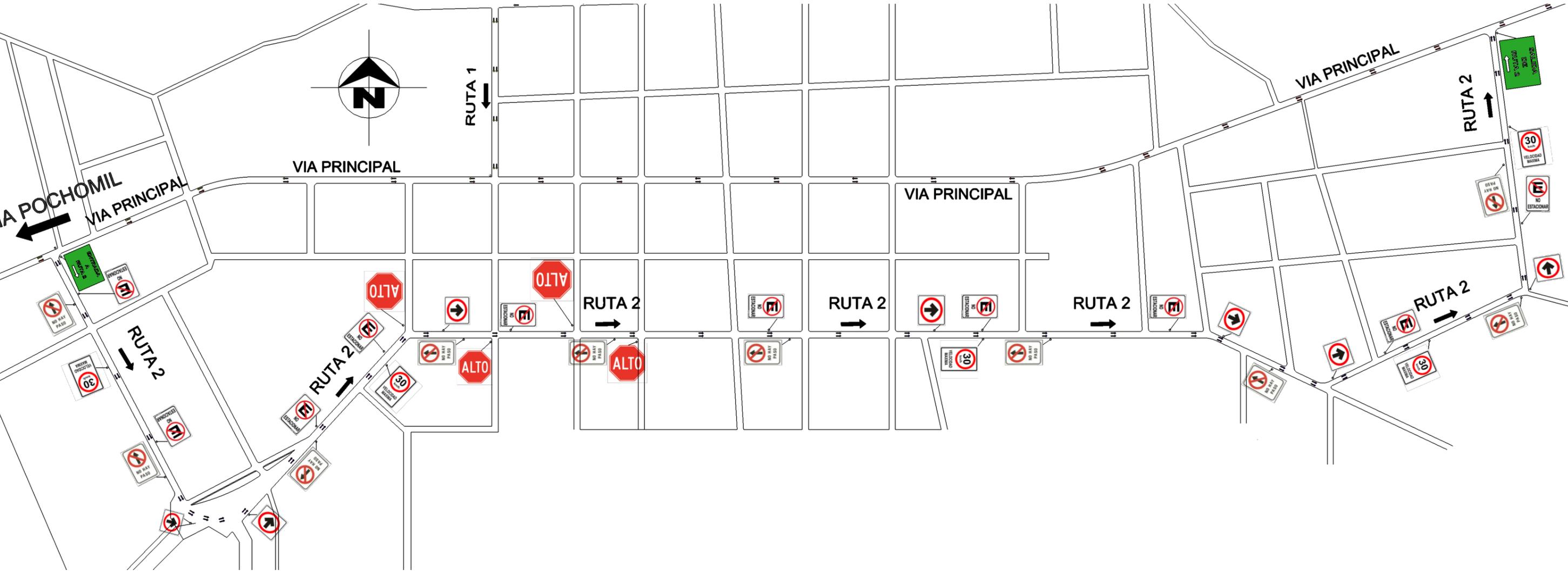
Estación	Código	Ubicación		Contenido
		izq.	der.	
45+958	R-2-1	x		Velocidad maxima 30 kph
45+996	R-3-1a		x	No hay paso
46+181	R-1-1	x		Alto
46+202	E-1-3	x		Cruce escolar
46+233	R-3-4a	x		Prohibido girar a la izquierda
46+256	R-8-1	x		No estacionar
46+275		x		Salida de Ruta 2
46+275	E-1-1,E-1-2		x	Zona escolar
46+308	R-1-1	x		Alto
46+314	R-3-3a		x	Prohibido girar a la derecha
46+389	E-1-3		x	Cruce escolar
46+389	E-1-3	x		Cruce escolar
46+461	R-2-1	x		Velocidad maxima 25 kph
46+565	R-8-1	x		No estacionar
46+640	E-1-1,E-1-2		x	Zona escolar
46+672	R-1-1		x	Alto
46+711	R-2-1		x	Velocidad maxima 25 kph
46+751	E-1-3		x	Cruce escolar
46+751	E-1-3	x		Cruce escolar
46+851	E-1-1,E-1-2	x		Zona escolar
46+870	R-8-1		x	No estacionar
47+035	R-1-1	x		Alto
47+035	R-1-1		x	Alto
47+058	P-g-1		x	Peaton en la via
47+075	R-2-1		x	Velocidad maxima 25 kph
47+084	R-8-1	x		No estacionar
47+141	P-g-4		x	Cruce peatonal
47+141	P-g-4	x		Cruce peatonal
47+175	P-g-1	x		Peaton en la via
47+205	R-1-1		x	Alto
47+205	R-1-1	x		Alto
47+250	E-1-1,E-1-2		x	Zona escolar
47+280	E-1-3		x	Cruce escolar
47+280	E-1-3	x		Cruce escolar
47+309	E-1-1,E-1-2	x		Zona escolar
47+313	R-3-3a		x	Prohibido girar a la derecha
47+352	R-1-1		x	Alto
47+352	R-1-1	x		Alto
47+387	R-8-1		x	No estacionar
47+492	R-2-1	x		Velocidad maxima 25 kph
47+587	R-8-1		x	No estacionar
47+770		x		Entrada a Ruta 2
47+701	R-3-4a		x	Prohibido girar a la izquierda
47+775	R-7-1	x		Prohibido camiones

Fuente: Elaborado por sustentante.

ANEXOS E-5

- **PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE LA RUTA1.**
- **PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE LA RUTA 2.**
- **PLANO DE SEÑALIZACIÓN VERICAL DE LA VÍA PRINCIPAL.**

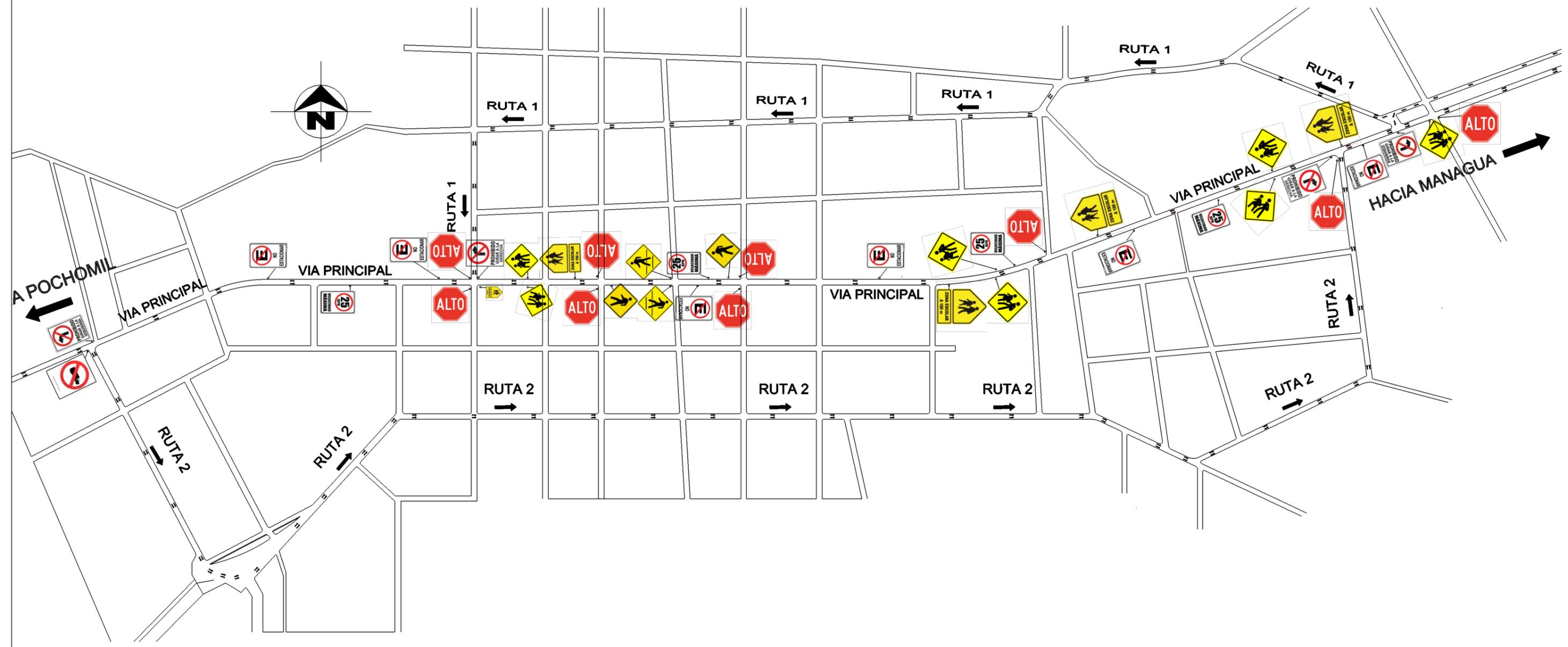
Plano E-5.2



Contenido: Señalización vertical de la Ruta 2

Dibujado por : Mario Rayo y Hernaldo Soza

Plano E-5.3



Contenido: Señalización vertical de la via principal

Dibujado por:

Mario Rayo y Hernaldo Soza

Ing. civil

Facultad: Facultad de Tecnología de la Construcción

Fecha: 16/09/17

Escala: 1:8000

Hoja:

3/3