UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

"ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD VIAL DEL EMPALME LAS ESQUINAS A SAN MARCOS (4 KM), DEPARTAMENTO DE CARAZO"

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. María Cristina Hernández Hernández

Br. Jeyson Alexander Morales Solórzano

Tutor

M.Sc. Ing. Beatriz Tórrez Rodríguez

Managua, Septiembre 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo monográfico a Dios padre, Hijo y Espíritu Santo porque su amor y misericordia son infinitas, porque me permitió culminar este proceso de gran aporte en mi vida como profesional, porque me brindo la fortaleza y el privilegio de coronar mi carrera universitaria.

A mi mamá Cristina Hernández, quien ha formado parte fundamental de este proyecto porque siempre ha estado ahí animándome a no desesperar siendo para mí un ejemplo de superación y dedicación, instándome siempre a seguir adelante sin importar los obstáculos, por su apoyo espiritual, moral y económico, quien con su cariño y paciencia me ha ayudado a salir adelante.

Así también a cada uno de mis maestros de la Universidad Nacional de Ingeniería en especial a nuestra tutora M. Sc. Ing. Beatriz Tórrez Rodríguez por el cariño, por ayudarnos a forjarnos como excelentes profesionales, fomentando el amor a nuestra profesión como el aliciente para superarnos cada día y ser de utilidad a la sociedad.

Br. María Cristina Hernández Hernández

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis abuelos Clara y Mario, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis padres Eveling y Johnny, que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo, infinitamente.

A nuestros maestros y sobre todo a nuestra tutora M. Sc. Ing. Beatriz Torrez porque me han brindado su apoyo incondicional, y por compartir conmigo todos sus conocimientos.

Finalmente, a todas aquellas personas, colegas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de mis objetivos.

Br. Jeyson Alexander Morales Solórzano

AGRADECIMIENTO

“A ti, Oh Dios de mis padres, te doy gracias y te alabo, porque me has dado sabiduría y fuerza, y ahora me has revelado lo que te pedimos.” (Daniel 2:23).

A Dios le agradezco por permitirme el privilegio de la vida y la salud, por guiarme, porque me brindo la fortaleza y la paciencia requerida para culminar esta etapa más de aprendizaje, por acompañarme desde siempre y siempre.

Agradezco a mi mamá Cristina Hernández por haberme apoyado en esta y en cada etapa de mi vida de mi formación personal tanto como profesional, por enseñarme a dar lo mejor de mi sin importar las adversidades porque con esfuerzo y dedicación podemos lograr las metas que nos propongamos.

A mi tío Ing. Gerardo Miguel Gámez por su buena voluntad, disposición y consejos a lo largo de este proceso.

A la tutora M. Sc. Ing. Beatriz de los Ángeles Tórrez por brindarnos su tiempo e instrucciones en el proceso de elaboración de este trabajo, por su paciencia, cariño y por el respaldo que nos dio desde el principio hasta el final de esta jornada. A nuestros docentes que estuvieron desde el inicio de nuestra formación profesional instruyéndonos e impartiendo sus enseñanzas con paciencia y esmero.

Al capitán Ing. Fredy Vega Mayorga jefe de Departamento de Ingeniería vial de la policía nacional de la Dirección general de tránsito, por brindarnos información y datos estadísticos que fueron de mucha utilidad para la elaboración de nuestro trabajo monográfico.

Br. María Cristina Hernández Hernández

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios que, por su infinita misericordia, me ha permitido llegar hasta este momento especial de coronar mi carrera universitaria. Gracias por la salud, por la sabiduría y por no haberme dejado desfallecer en esta travesía.

A mis abuelos, Mario y Clara, por su apoyo incondicional todos estos años, por su cariño, y por acompañarme en mis noches de desvelo, que fueron necesarias para alcanzar este sueño.

A mi madre, Eveling, y a mi tío Jhonny, a quien considero mi padre. Gracias a ustedes por estar siempre conmigo en cada paso que doy.

A mis familiares, amigos y a todas aquellas personas, que me brindaron su apoyo.

A la tutora M. Sc. Ing. Beatriz de los Ángeles Tórrez por brindarnos su tiempo e instrucciones en el proceso de elaboración de este trabajo, por su paciencia y por el respaldo que nos dio desde el principio hasta el final de esta jornada. A nuestros docentes que estuvieron desde el inicio de nuestra formación profesional instruyéndonos e impartiendo sus enseñanzas con paciencia y esmero.

Al capitán Ing. Fredy Vega Mayorga jefe de Departamento de Ingeniería vial de la policía nacional de la Dirección general de tránsito, por brindarnos información y datos estadísticos que fueron de mucha utilidad para la elaboración de nuestro trabajo monográfico.

Br. Jeyson Alexander Morales Solórzano

RESUMEN

El análisis de accidentalidad vial, es una investigación detallada de un tramo de carretera de 4 kilómetros ubicado entre el empalme Las Esquinas y San Marcos, con el objetivo de identificar las posibles causas que producen los accidentes de tránsito en el sitio. Y de esta manera, buscar soluciones para garantizar la seguridad en la vía.

A continuación, una breve explicación de lo que se abordará por capitulo:

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

En este capítulo, se establecen los objetivos generales y específicos de este estudio, así como todos aquellos conceptos y aspectos teóricos de gran importancia para la realización de este trabajo monográfico. Se define también el sitio de análisis.

CAPITULO II. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

En este capítulo, se realiza el estudio de accidentalidad con datos estadísticos brindados por el Departamento de Tránsito de la Policía Nacional, entre el período 2016 al 2020, con el objetivo de determinar las causas más predominantes e índices de accidentalidad, y conocer los tramos de concentración de accidentes.

CAPITULO III. INVENTARIO VIAL

En este capítulo, se proporciona toda la información obtenida a través del levantamiento de campo acerca de los componentes de la carretera, incluyendo señalización vertical y horizontal, drenajes y bahías, entre otros; con el fin de evaluar su estado físico e identificar sus problemáticas, deficiencias y necesidades.

CAPITULO IV. ESTUDIO DE TRÁNSITO

En este capítulo, se analizan los datos obtenidos del conteo vehicular en los dos puntos de control establecidos, para obtener el volumen de hora de máxima demanda (VHMD), con el fin de determinar la capacidad de la vía y los niveles de servicio (LOS) en que se encuentra operando el tramo de carretera en estudio.

CAPITULO V. ESTUDIO DE VELOCIDAD

En este capítulo, se realiza el estudio de velocidad mediante datos obtenidos a través del levantamiento de campo de los 4 puntos de control correspondientes a las señalizaciones reglamentarias que restringen la velocidad en el tramo de estudio, con el objetivo de caracterizar el comportamiento de los conductores ante dichas señales y comprobar si existe incidencia en el exceso de velocidad.

CAPITULO VI. PROPUESTA TÉCNICA

En este capítulo, se plantean las propuestas técnicas dirigidas a la Policía Nacional, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y a la Alcaldía de San Marcos, para mejorar la infraestructura vial y reducir los percances en la vía.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES
1.1. Introducción 1
1.2. Antecedentes 2
1.3. Justificación 4
1.4. Objetivos 5
1.4.1. Objetivo General 5
1.4.2. Objetivos Específicos 5
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD
2.1. Introducción 6
2.2. Estudios de Accidentalidad 6
2.2.1. Accidentalidad por consecuencia 6
2.2.2. Accidentalidad por causa y Severidad 7
2.2.3. Accidentalidad por tipología 10
2.2.4. Accidentalidad por periodicidad 10
2.2.5. Accidentalidad por localización 14
2.2.6. Determinación de los puntos de concentración de accidentes. 15
2.2.7. Magnitud del problema 16
CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL
3.1. Introducción 22
3.2. Identificación del tramo de estudio 22
3.3. Descripción del trabajo de campo 22
3.4. Características de la vía 22
3.4.1. Clasificación de la vía 22
3.4.2. Topografía del sitio en estudio 25
3.4.3. Uso de suelo 29
3.5. Carpeta de Rodamiento 29
3.5.1. Estado de la carpeta de rodamiento 29
3.5.2. Sección transversal de la carretera 32
3.6. Dispositivos de Control de Tránsito 34
3.6.1. Requisitos que deben cumplir los Dispositivos de Control de Tránsito 34

3.6.2. Clasificación de los Dispositivos de Control de Tránsito.....35
3.6.3. Señalización Vertical.....36
3.7. Postes Kilométricos.....39
3.8. Postes Guías.....39
3.9. Señalización Horizontal.....40
3.9.1. Clasificación de señales horizontales. 40
3.10. Bahías.....45
3.11. Drenajes.....46
3.11.1. Drenaje Mayor.....47
3.11.2. Drenaje Menor.....49
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO
4.1. Introducción.....53
4.2. Descripción del Aforo 53
4.2.1. Clasificación Vehicular.....54
4.3. Volumen de Tránsito 54
4.4. Transito Promedio Diario Anual 57
4.5. Hora de Máxima Demanda.....64
4.6. Volúmenes de Tránsito en Estaciones de Aforo 64
4.7. Nivel de Servicio 67
4.7.1. Cálculo del Nivel de Servicio de la Carretera.....68
CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD
5.1. Introducción.....88
5.2. Levantamiento de datos.....88
5.3. Resultados obtenidos.....90
CAPÍTULO VI: PROPUESTAS TÉCNICAS
Propuestas Técnicas.....94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
Conclusiones.....102
Recomendaciones.....104
BIBLIOGRAFÍA
Bibliografía.....105
ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parque vehicular automotor nacional y departamental 2

Tabla 2. Datos poblacionales 3

Tabla 3. Accidentalidad en el departamento de Carazo 3

Tabla 4. Tramos de concentración de accidentes en el tramo de estudio 15

Tabla 5. Estimación de la población para el municipio de San Marcos para los años 2016 al 2020 18

Tabla 6. Historial de accidentes de tránsito en el tramo de estudio entre los años 2016 al 2020 19

Tabla 7. Resumen de los índices respecto a la población en el tramo de estudio entre los años 2016 al 2020 20

Tabla 8. Rango de pendiente por tipo de terreno 25

Tabla 9. Pendiente por cada 100 metros del tramo 26

Tabla 10. Observaciones del estado de la carpeta de rodamiento 30

Tabla 11. Sección transversal de la carretera 33

Tabla 12. Características físicas y geométricas de nuestras carreteras según el tipo de superficie 34

Tabla 13. Resumen de señalización existente 36

Tabla 14. Estado de los postes kilométricos del tramo en estudio 39

Tabla 15. Estado de los postes guías del tramo de carretera en estudio 40

Tabla 16. Señalización horizontal existente en el tramo de carretera en estudio 44

Tabla 17. Dimensiones típicas de las bahías para el refugio de autobuses 46

Tabla 18. Detalles de bahías existentes en el tramo de carretera en estudio 46

Tabla 19. Estado de los drenajes mayores existentes 47

Tabla 20. Estado de drenaje menor existente (izquierda y derecha) 50

Tabla 21. Resumen del aforo vehicular 12 horas 55

Tabla 22. Volúmenes de Tránsito en el día crítico 56

Tabla 23. Dependencia de Estaciones 58

Tabla 24. Factores de Ajuste del Segundo Cuatrimestre. (Estación de Mayor Cobertura 401 Masaya – Granada) 62

Tabla 25. Tránsito Promedio Diario Anual. Las Esquinas - San Marcos (Km 41) 63
Tabla 26. Tasa de demanda de flujo máxima y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021). 65
Tabla 27. Tasa de demanda de flujo máxima y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021). 66
Tabla 28. Características de la vía 70
Tabla 29. Factor de ajuste por ancho de hombros y de carril FLs 71
Tabla 30. Factor de ajuste para los puntos de acceso FA 71
Tabla 31. Intersecciones en el sentido derecho (Esquinas - San Marcos) 71
Tabla 32. Intersecciones en el sentido izquierdo (San Marcos - Esquinas) 72
Tabla 33. Factor de grado de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS) para terreno nivelado, terreno ondulado y degradaciones específicas. 74
Tabla 34. Equivalente de automóvil de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER) para terreno llano, terreno ondulado y pendientes específicas. 75
Tabla 35. Factores de Ajuste ATS para zona de no Rebase (FNP, ATS) .. 77
Tabla 36. Factor de ajuste por pendiente $fg, PTSF$ para terreno llano, terreno ondulado y degradaciones especificas 79
Tabla 37. Equivalente de vehículos de pasajeros para camiones (ET) Y vehículos recreativos (ER). 80
Tabla 38. Coeficientes (a, b) PTSF para estimar BPTSF 82
Tabla 39. Factor de ajuste para zonas de no rebase ($FNP, PTSF$) 83
Tabla 40. Criterios para los niveles de servicio (LOS) de carreteras de dos carriles 84
Tabla 41. Características de la vía 86
Tabla 42. Resultados de niveles de servicio para cada punto de control 86
Tabla 43. TPDA de la Estación de Corta Duración (ECD) 1803 89
Tabla 44. Estaciones para análisis de velocidad en el tramo de estudio .. 90
Tabla 45. Resumen del levantamiento de datos para el estudio de velocidad 90

Tabla 46. Resumen del análisis del estudio de velocidad 93
Tabla 47. Tramos que requieren reparación inmediata en la carpeta de rodamiento 94
Tabla 48. Señales verticales que requieren ser sustituidas por nuevas señales 95
Tabla 49. Señales verticales que requieren ser reemplazadas por nuevas señales 96
Tabla 50. Ubicación de las nuevas señales verticales con código R-10-1 a instalar 96
Tabla 51. Ubicación de la nueva señal vertical con código P-2-5 a instalar 96
Tabla 52. Ubicación de la nueva señal vertical con código ID-2-4 a instalar 97
Tabla 53. Ubicación de la línea central y la línea de borde de banda derecha a remarcar 97
Tabla 54. Ubicación del nuevo drenaje longitudinal derecho 97
Tabla 55. Ubicación del drenaje menor que requiere mantenimiento y reconstrucción. 98
Tabla 56. Ubicación del drenaje mayor que requiere ampliación y reconstrucción. 99
Tabla 57. Ubicación de las nuevas bahías y casetas 99
Tabla 58. Ubicación de la bahía y caseta que requiere reconstrucción y ampliación 99
Tabla 59. Ubicación de los postes guías que requieren mantenimiento y remplazo 100

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Accidentes por consecuencia en el tramo de estudio 6

Gráfico 2. Accidentalidad por causa inmediata entre los años 2016 al 2020 7

Gráfico 3. Accidentalidad por causa mediata entre los años 2016 al 2020 8

Gráfico 4. Severidad causa inmediata entre los años 2016 al 2020 9

Gráfico 5. Severidad causa mediata entre los años 2016 al 2020..... 9

Gráfico 6. Accidentalidad por tipología entre los años 2016 al 2020 10

Gráfico 7. Accidentalidad mensual por consecuencia entre los años 2016 al 2020 11

Gráfico 8. Accidentalidad diaria por consecuencia entre los años 2016 al 2020 12

Gráfico 9. Accidentalidad horaria diurna por consecuencia entre los años 2016 al 2020 13

Gráfico 10. Accidentalidad horaria nocturna por consecuencia entre los años 2016 al 2020 13

Gráfico 11. Accidentalidad por tramo entre los años 2016 al 2020..... 14

Gráfico 12. Índices con respecto a la población en el tramo de estudio entre los años 2016 al 2020. 20

Gráfico 13. Porcentaje de señalización vertical por tipo 37

Gráfico 14. Porcentaje de señalización vertical según su estado 37

Gráfico 15. Estado de los drenajes mayores existentes 48

Gráfico 16. Estado del drenaje menor existente (banda izquierda). 50

Gráfico 17. Estado del drenaje menor existente (banda derecha)..... 51

Gráfico 18. Resultado del aforo vehicular 12 horas por día 56

Gráfico 19. Hora de máxima demanda y comportamiento vehicular en Empalme Las Esquinas km 37+000 65

Gráfico 20. Hora de máxima demanda y comportamiento vehicular en San Marcos km 41+000..... 67

Gráfico 21. Medición de velocidad en señal de 60 kph..... 91

Gráfico 22. Medición de velocidad en señal de 80 kph..... 92

Gráfico 23. Medición de velocidad en señal de 25 kph..... 92

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Perfil longitudinal del tramo en estudio..... 28
Imagen 2. Señal arrancada en la Estación 39 + 842.12..... 38
Imagen 3. Señal arrancada en la Estación 40 + 034..... 38
Imagen 4. Drenaje mayor en mal estado en la Estación 30 + 036.10..... 48
Imagen 5. Drenaje mayor en buen estado en la Estación 39 + 339.58..... 49
Imagen 6. Presencia de agujeros en drenaje menor (banda derecha) desde la Estación 40+741.50 hasta la Estación 40+770.70..... 52
Imagen 7. Clasificación Vehicular. 54

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El ser humano se encuentra a lo largo del tiempo en constante movimiento y evolución, lo que antes eran caminos de tierra hechos de manera empírica y sin ninguna herramienta avanzada, hoy en día muchos de ellos se han convertido en carreteras construidas con gran detalle y resistencia para soportar distintos tipos de cargas lo que les hace de gran importancia y funcionalidad. Pero, así como avanzamos en cuanto a infraestructura vial también vienen consigo una serie de responsabilidades que se deben cumplir a la hora de transitar o traficar en la vía, cabe destacar que tanto peatones como conductores de vehículos deben respetar estar normas o medidas de seguridad vial.

En la actualidad podemos darnos cuenta que el índice de accidentes de tránsito ha aumentado en comparación con años anteriores, es preocupante darse cuenta del número de víctimas fallecidas a causa de estos incidentes. Es de suponer que mientras más crezca la población de una zona específica mayor demanda vial habrá y posterior a esto accidentes en la vía, por eso es importante que las personas tomen buenos hábitos, conciencia y amabilidad para prevenir estas catástrofes. En nuestro país constantemente vemos que los motociclistas se han convertido en protagonistas de muchos de estos escenarios en los que resultan gravemente heridos y peor aún, pierden la vida en el proceso.

En el presente trabajo monográfico que tiene como tema **“Análisis de Accidentalidad vial del empalme Las Esquinas a San Marcos (4km), departamento de Carazo, 2021”** se pretende realizar un estudio de tránsito e inventario vial y de esta manera llevar a cabo el análisis de accidentalidad del tramo en estudio. *Ver macro localización y micro localización en Anexo I y II.*

1.2. Antecedentes

La carretera que conecta a San Marcos con el empalme Las Esquinas es una de las carreteras de Nicaragua que se encuentran pavimentadas. Según informes comprendidos en el Anuario Estadístico del Sector Transporte (2019, Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI) son al menos 24,768.8 km, que representan un 18.8% de las carreteras pavimentadas en nuestro país. El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), Tránsito Nacional, y autoridades locales son las instituciones que trabajan de la mano para disminuir la accidentalidad de tránsito en distintas zonas del país.

La vía en estudio corresponde a la NIC-18A, que permite conectar a San Marcos con el municipio de Diriamba y con la conocida ruta al municipio El Crucero que forma parte del departamento de Managua, esto solo por mencionar los lugares más destacados; por lo cual no es de extrañarse que sea una carretera bastante concurrida y en consecuencia ocurran muchos accidentes de tránsito. En la actualidad Tránsito Nacional cuenta con estadísticas y/o informes de los accidentes que ocurren a cada año en esta zona.

La siguiente tabla muestra el Parque Automotor Nacional y del Departamento de Carazo, con periodo del 2016 – 2019.

Tabla 1. Parque vehicular automotor nacional y departamental

Año	Parque A. Carazo	Parque A. Nacional
2016	22,156.00	772,112.00
2017	19,505.00	679,259.00
2018	26,105.00	950,762.00
2019	27,735.00	1,001,327.00

Fuente: Estadísticas de crecimiento vehicular. Policía Nacional, Direc.Gral. de tránsito, 2019.

Es necesario conocer la población y el crecimiento que se ha generado, se conoce que mientras haya aumento de la población habrá mayor demanda en el sector del transporte, en la siguiente tabla se muestran datos de la población (2016 – 2019).

Tabla 2. Datos poblacionales

Año	Población Carazo	Población Nacional
2016	192,054.00	6,327,927.00
2017	193,331.00	6,393,824.00
2018	194,606.00	6,460,411.00
2019	195,873.00	6,527,691.00

Fuente: Estadísticas de crecimiento poblacional. Policía Nacional 2019.

Según datos brindados por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional, se tienen los registros de accidentes y daños en los últimos cuatro años (2016-2019) en el departamento de Carazo, se menciona que la carretera del empalme Las Esquinas a San Marcos tiene incidencia.

Tabla 3. Accidentalidad en el departamento de Carazo

Año	Accidentes	Daños Materiales	Victimas	Muertos	Lesionados
2016	878	622	109	12	135
2017	865	785	80	21	84
2018	713	643	70	15	63
2019	943	834	109	60	102

Fuente: Policía Nacional, Direc.Gral. de tránsito, 2019.

1.3. Justificación

En este trabajo de monografía se pretende llevar a cabo un objetivo primordial, el de brindar posibles soluciones a la problemática de accidentalidad vial, para esto se planean llevar a cabo estudios, así como otras actividades relacionadas que serán de ayuda para acercarse y/o cumplir con el objetivo antes mencionado. Tanto el Ingeniero Civil como los usuarios de la vía, están conscientes de cuán importante y delicada es esta situación, es por eso que se desea contribuir en lo más que se pueda a dar alternativas de solución que ayuden a mejorar esta problemática de accidentalidad.

Cabe mencionar que el estudio servirá de consulta para futuros egresados de la carrera de Ingeniería Civil, y estudiantes en general, que deseen estudiar más a fondo lo impartido en el salón de clases, así tener un entendimiento más profundo.

Será de utilidad para mejorar en cuanto a razonamiento en el ámbito de seguridad vial, esto de manera más cercana al suceso en análisis; sin pasar por alto el hecho de que permitirá ampliar y consolidar los conocimientos adquiridos en el área de obras viales a lo largo de la carrera, en pocas palabras fortalecerá la formación de futuros ingenieros civiles comprometidos con la labor de brindar soluciones en favor de la población.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Realizar un análisis de accidentalidad vial del empalme Las Esquinas a San Marcos (4 km), departamento de Carazo con la intensión de identificar las causas y sugerir posibles soluciones.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar los datos estadísticos del tránsito vehicular con el fin de conocer los factores que han dado lugar al suceso de accidentalidad vial en el tramo.
- Efectuar un inventario vial para verificar el estado físico en que se encuentra el tramo en estudio.
- Realizar un estudio de Tránsito vehicular cuya ejecución tendrá como propósito la obtención del volumen de flujo de tráfico y el nivel de servicio presente en la vía.
- Ejecutar un estudio de velocidad que permita distinguir la situación actual del cumplimiento de las normas de tránsito en la carretera en evaluación.
- Proponer alternativas de solución correspondientes a la problemática de accidentalidad con el objeto de reducir la tasa de mortalidad en el sitio.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

2.1. Introducción

En este capítulo, se pretende analizar los datos estadísticos de accidentes de tránsito del tramo en estudio entre el período 2016 al 2020, brindados por el Departamento de Tránsito de la Policía Nacional. Para así determinar sus causas, identificar los tramos de concentración de accidentes, calcular los índices de accidentalidad y proponer soluciones aplicando la Ingeniería de Tránsito para disminuir la tasa de accidentes.

2.2. Estudios de Accidentalidad

2.2.1. Accidentalidad por consecuencia

Los accidentes ocurridos en el tramo Las Esquinas a San Marcos (km 36+890.70 – km 41), han incrementado de forma significativa a través del tiempo, a como se puede observar en el gráfico 1, obtenido de los resultados finales del análisis realizado.

Gráfico 1. Accidentes por consecuencia en el tramo de estudio

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

El año 2020 presentó la mayor cantidad de accidentes registrados en comparación a los años anteriores, manteniéndose el número de lesionados con respecto al año anterior, sin víctimas mortales. Cabe destacar, que en cuanto al registro de

muertos y lesionados, la Policía Nacional no posee una estrategia de seguimiento a los lesionados por accidentes de tránsito que ingresan a los hospitales y que pueden fallecer a consecuencia de accidente.

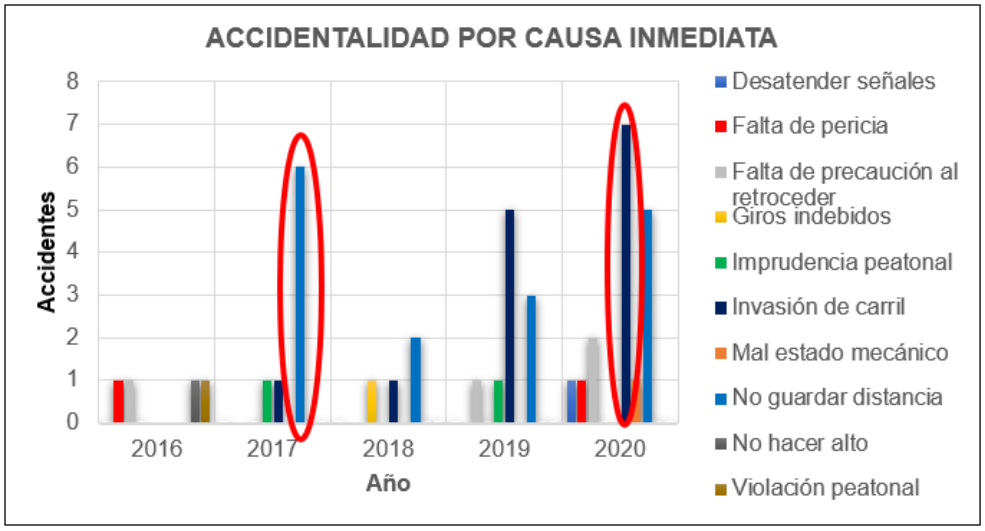
2.2.2. Accidentalidad por causa y Severidad

Este análisis se realizará tomando en cuenta tanto las causas inmediatas como las causas mediatas de los accidentes ocurridos en el tramo de estudio. Las causas inmediatas son las que intervienen en el accidente de forma directa, mientras que las causas mediatas influyen de manera indirecta en la ocurrencia de los mismos.

- **Accidentalidad por causa inmediata**

A como se observa en el gráfico 2, la **invasión de carril** y el **no guardar la distancia** son las principales causas de los accidentes presentados en el tramo. Otras causas de menor impacto han sido la **falta de pericia,** la **falta de precaución al retroceder** y la **imprudencia peatonal** durante los 5 años que abarca el análisis. Esto indica que los conductores frecuentemente ignoran dos de las normas de seguridad vial más importantes, como lo son la distancia de frenado y el manejo defensivo.

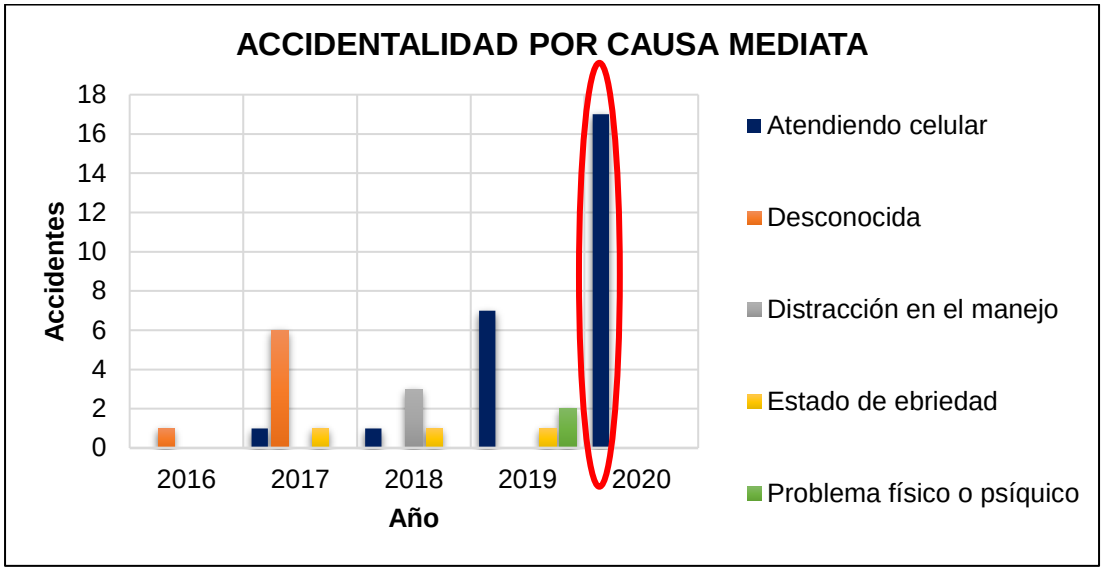
Gráfico 2. Accidentalidad por causa inmediata entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

- **Accidentalidad por causa mediata**

Gráfico 3. Accidentalidad por causa mediata entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

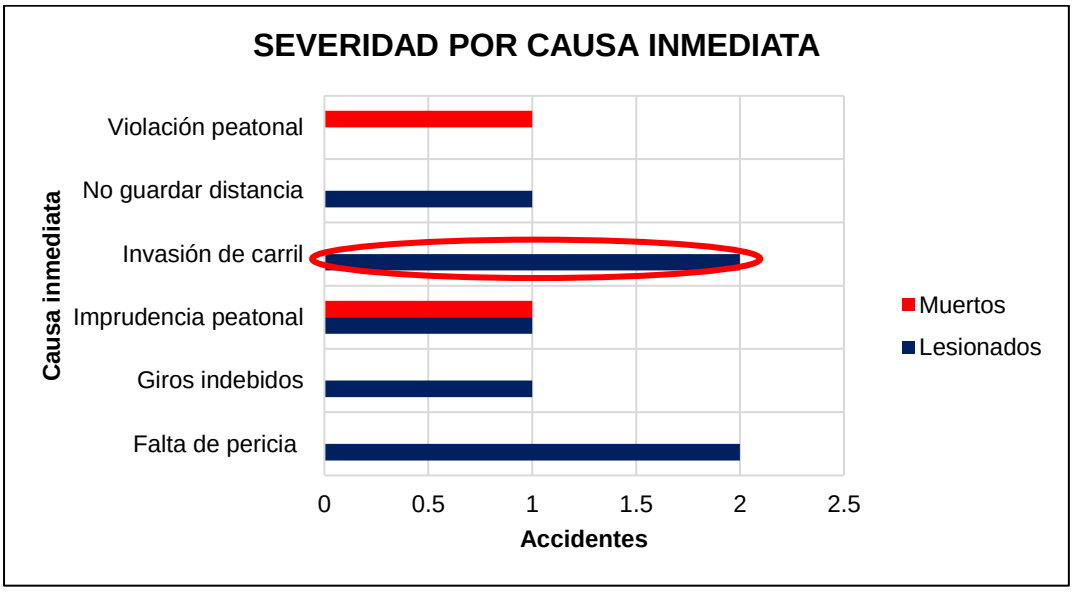
Según se muestra en el gráfico 3, el **atender celular** representa la causa mediata predominante en los accidentes ocurridos (en poco más del 60%). Según diversos estudios, el uso del teléfono móvil es un factor que multiplica por cuatro el riesgo de sufrir accidentes. La **distracción en el manejo**, el **estado de ebriedad** y los **problemas físicos o psíquicos** son las otras causas que han influido en una menor magnitud en la ocurrencia de los accidentes registrados.

- **Severidad de accidentes**

El impacto de estas causas en la integridad física de las personas se muestra en los gráficos 4 y 5, que refleja cuantitativamente los accidentes por muertos y lesionados ocasionados por causas inmediatas y mediatas respectivamente. La severidad de los accidentes está en función de las víctimas (muertos y lesionados), la mayor cantidad de personas lesionadas han sido por **invasión de carril** y **falta de pericia** (causas inmediatas), y por **atender celular** (causa mediata). En cuanto a las víctimas mortales, las causas inmediatas fueron

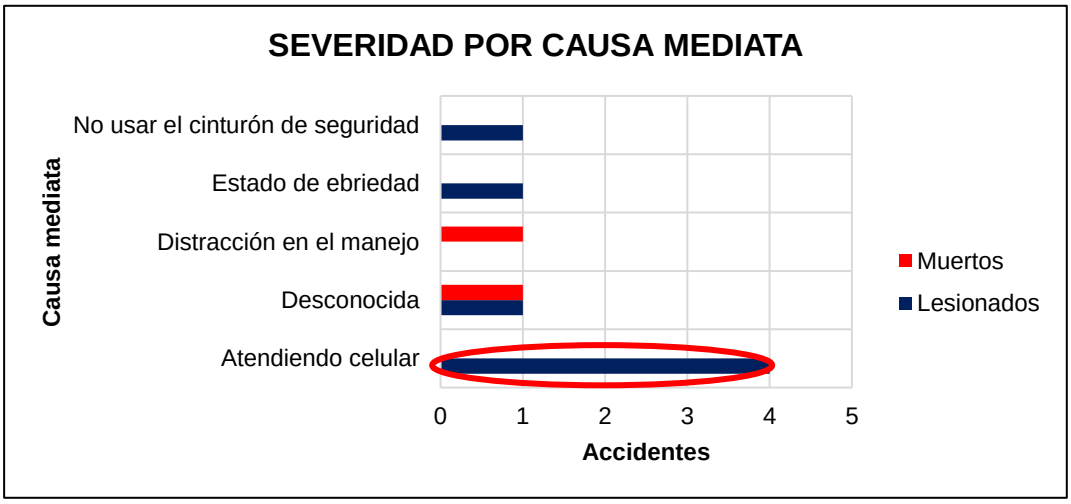
violación e imprudencia peatonal y como causa mediata la **distracción en el manejo**.

Gráfico 4. Severidad causa inmediata entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Gráfico 5. Severidad causa mediata entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

2.2.3. Accidentalidad por tipología

Gráfico 6. Accidentalidad por tipología entre los años 2016 al 2020

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Como se muestra en el gráfico 6, la mayor parte de los accidentes ocurridos en el tramo de carretera en estudio, fueron colisiones entre vehículos, que representan el 86% del total de accidentes (véase en Anexo VIII, tabla B5). Siendo el año 2020 el más representativo por tener la mayor cantidad de accidentes en el periodo analizado.

2.2.4. Accidentalidad por periodicidad

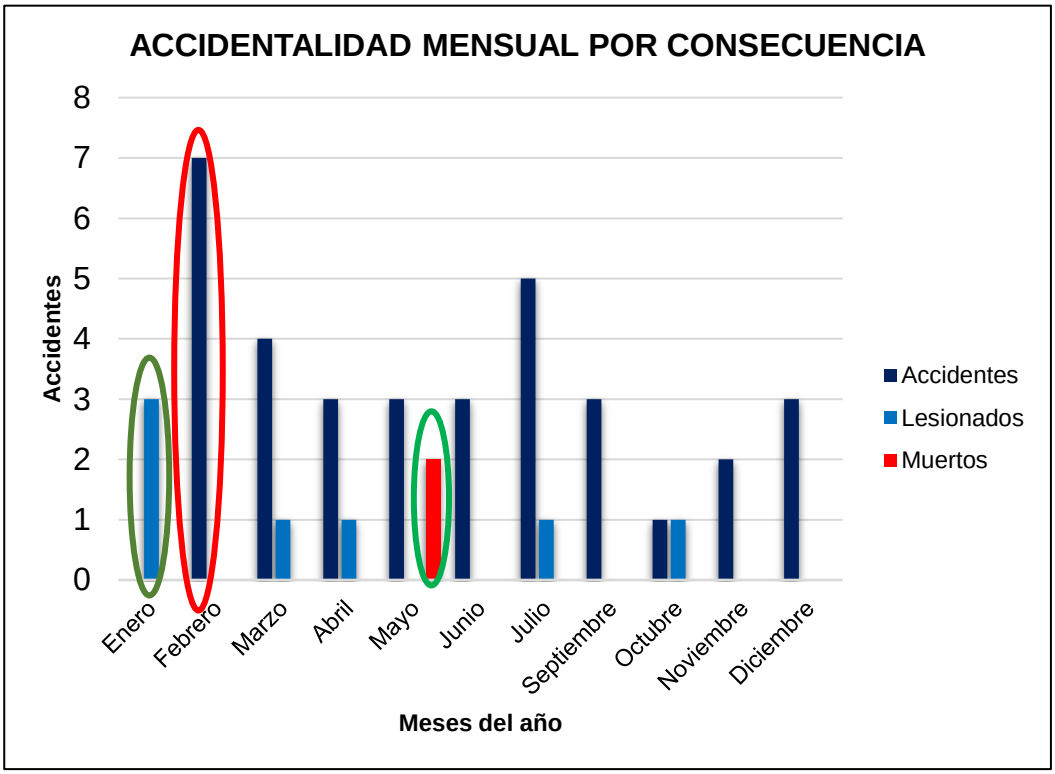
Dentro del estudio de accidentalidad no sólo es importante analizar la cantidad, causas y consecuencias de los accidentes, también es relevante conocer en qué mes, día y hora ocurren estos, para que instituciones como la Policía Nacional pueda crear y poner en práctica planes para disminuir el índice de accidentes.

- **Accidentalidad mensual**

La época en que más accidentes ocurrieron fue en los meses de enero hasta julio en el período de estudio, a como se puede apreciar en el gráfico 7 (véase en Anexo VIII, tabla B6) los cuales concuerdan cronológicamente con festividades religiosas, períodos de vacaciones estudiantiles y feriados nacionales. Épocas en

las que tradicionalmente las personas suelen viajar por carretera con mayor frecuencia.

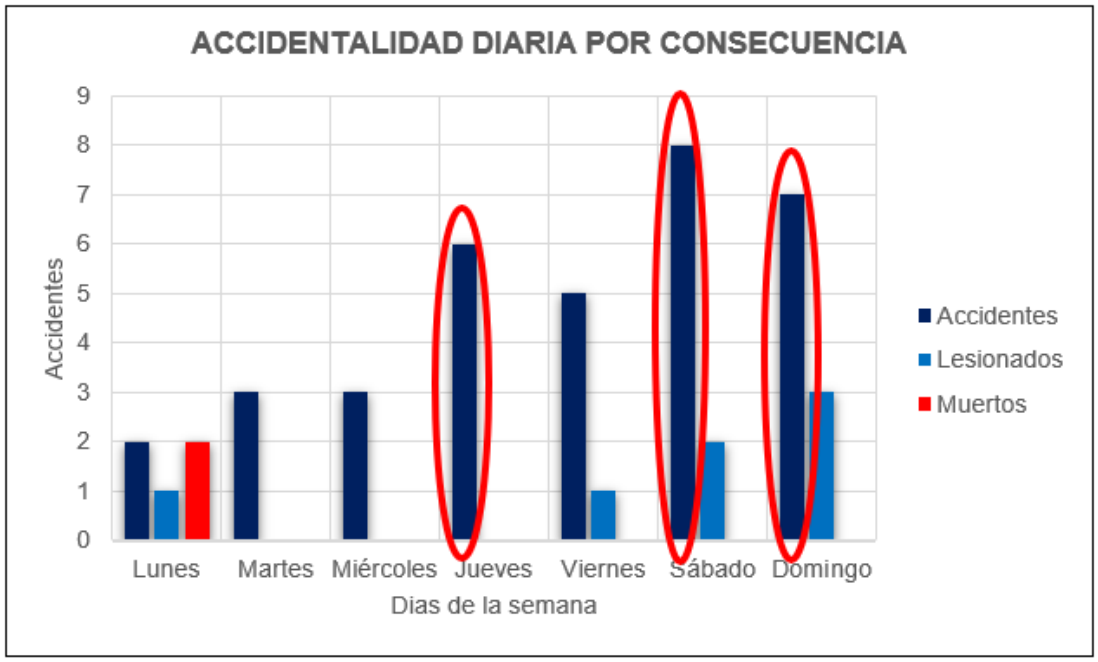
Gráfico 7. Accidentalidad mensual por consecuencia entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Los días con mayor frecuencia de accidentes son los cercanos al fin de semana (jueves, viernes, sábado y domingo), como resultado del aumento de los viajes con fines turísticos, recreacionales o académicos en el tramo de estudio, según indica el gráfico 8 (véase en Anexo VIII, tabla B7).

Gráfico 8. Accidentalidad diaria por consecuencia entre los años 2016 al 2020

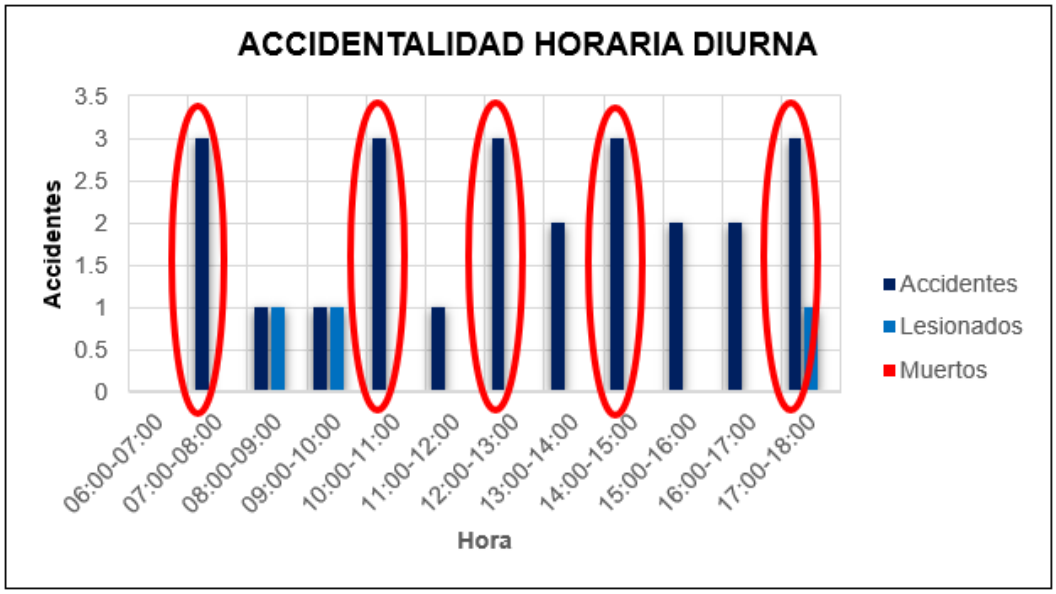


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

- **Accidentalidad horaria diurna**

A como se aprecia en el gráfico 9 (pág. 13), elaborado con los datos de la tabla B8 (véase en Anexo IX) el análisis con respecto a la hora de ocurrencia muestra cinco intervalos bien definidos los cuales son: de 7:00 am - 8:00pm, de 10:00 am - 11:00 am, de 12:00 pm - 1:00 pm, de 2:00 pm - 3:00 pm y de 5:00 pm - 6:00pm. Esto debido a que en las horas de la mañana las personas efectúan los desplazamientos hacia sus centros de labores y educativos cogestionando la vía. En cambio, las horas de la tarde que resultan más peligrosa para transitar coincide con el retorno de las personas a sus hogares.

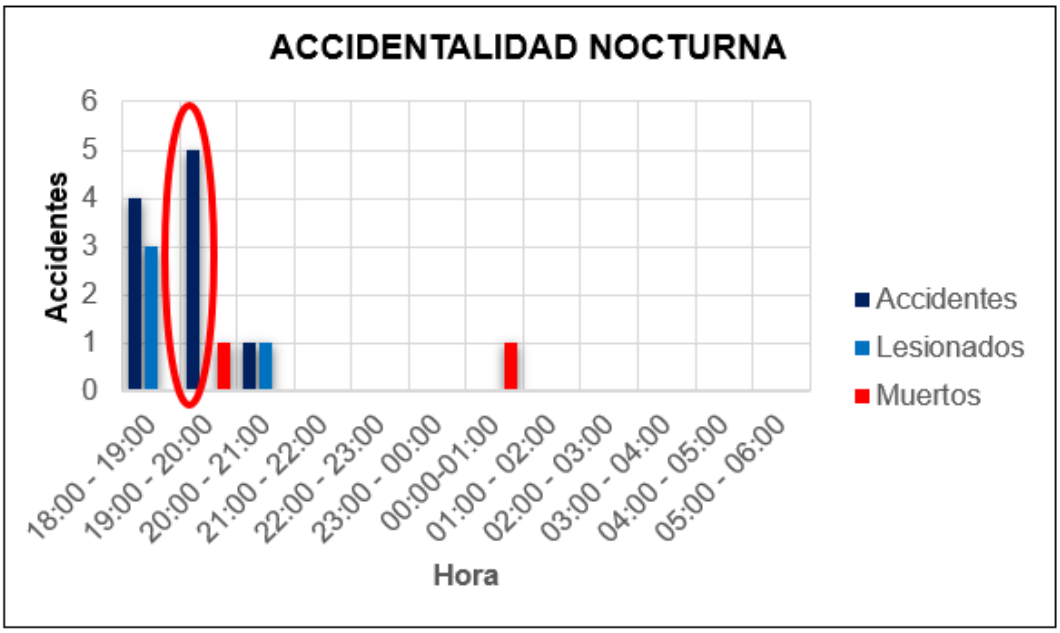
Gráfico 9. Accidentalidad horaria diurna por consecuencia entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

- **Accidentalidad horaria nocturna**

Gráfico 10. Accidentalidad horaria nocturna por consecuencia entre los años 2016 al 2020



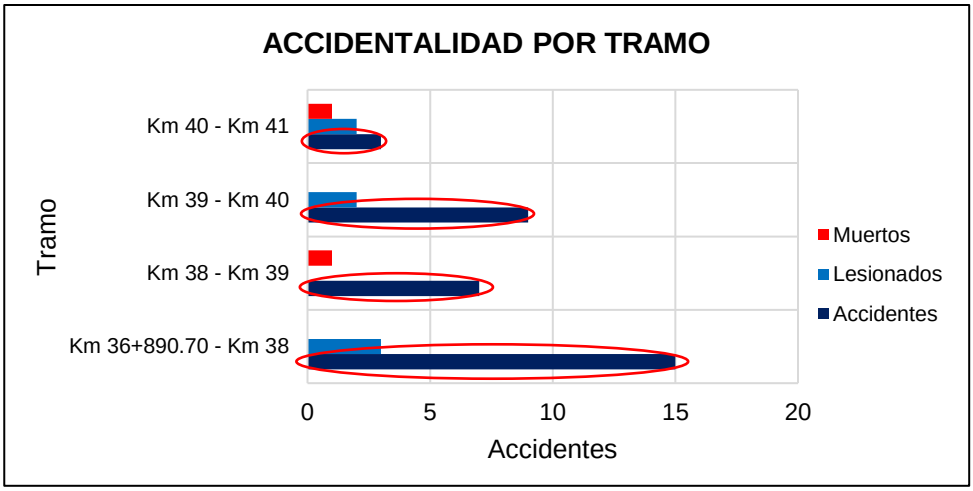
Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

La mayor cantidad de accidentes en horas de la noche ocurren en el intervalo comprendido desde las 18:00 a las 20:00 horas (véase gráfico 10, pág.13), esto debido a la movilización de los usuarios por causas varias, unido a la poca visibilidad nocturna y el escaso control de la Policía Nacional en este horario, que aumentan el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito en el tramo de estudio. Cabe resaltar que los dos accidentes con víctimas mortales ocurrieron en horario nocturno (a las 19:30 y 00:55 horas respectivamente).

2.2.5. Accidentalidad por localización

El gráfico 11, elaborado con los datos de la tabla B.10 (véase en Anexo X) presenta la localización de accidentes por kilómetro. La mayor cantidad de accidentes y lesionados se concentra en los tramos comprendido del km 36+890.70 al km 38, y del km 39 al km 40. Por lo que estos tramos requieren un mayor estudio, que será abordado en la siguiente sección del presente documento.

Gráfico 11. Accidentalidad por tramo entre los años 2016 al 2020



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

2.2.6. Determinación de los puntos de concentración de accidentes

El término punto de concentración de accidentes se interpreta como la ubicación exacta de un punto o estacionamiento determinado en la carretera. Éstos en realidad no son puntos exactos sobre la vía, se consideran como tramos de carretera de hasta un kilómetro de longitud, donde ocurren cinco o más accidentes durante un periodo de un año, este criterio es el utilizado actualmente por la Policía Nacional. Por ende, el término más apropiado es **"Tramos de concentración de accidentes**".

Un punto a destacar es la dificultad para poder obtener la ubicación precisa de cada uno de los accidentes en el tramo de estudio, puesto que, en las estadísticas suministradas por la Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional, la información está incompleta. Los 43 accidentes registrados han ocurrido a lo largo del tramo de 4 kilómetros en estudio, por ende, el análisis se realizará mediante dos tramos de concentración de accidentes de hasta 600 metros.

La selección de los tramos de concentración de accidentes se realizó con el objetivo de determinar los factores que influyen en la ocurrencia de estos accidentes de tránsito (factor humano, vehicular y de la vía). Los tramos seleccionados corresponden a los comprendidos desde el km 36+890.70 al km 37+490.70 (Intersección San Marcos – Las Esquinas), y desde el km 39 al km 39+500. Estos sitios se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tramos de concentración de accidentes en el tramo de estudio

TRAMO	AÑO	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS	TOTAL
Km 36+890.70 hasta km 37+490.70	2016	0	1	0	1
	2017	3	0	0	3
	2018	1	1	0	2
	2019	4	0	0	4
	2020	7	1	0	8
Km 39+000 hasta km 39+500	2016	0	0	0	0
	2017	2	0	0	2
	2018	1	0	0	1
	2019	1	1	0	2
	2020	6	1	0	7

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Los tramos de concentración de accidentes expuestos en la tabla 4 (pág. 15), se describen a continuación:

- **Km 36+890.70 – km 37+490.70 (Intersección Las Esquinas – San Marcos)**

Desde el Empalme Las Esquinas a San Marcos (km 36+890.70) hasta el km 37, según arrojan los resultados del análisis realizado, ha sido una zona de alta accidentalidad, donde se han registrado más del 40% del total de accidentes ocurridos en el tramo de estudio, dejando como consecuencia 3 personas lesionadas, sin víctimas fatales.

Las principales causas de los accidentes fueron **no guardar la distancia** y la **invasión de carril**. Esto debido a la distracción de los conductores por atender el celular, y por conducir bajo el estado de ebriedad. Dentro de los factores de la vialidad que influyeron en la ocurrencia estos, se podrían mencionar la escasa señalización vertical, la falta de reductores de velocidad o la ausencia de bahías para transporte colectivo en esta sección de la carretera.

- **Km 39+000 – Km 39+500 (Sector rural de las comunidades Las Carolinas y El Socorro)**

Esta zona comprende las comunidades rurales de Las Carolinas y El Socorro. Se han registrado un total de 12 accidentes en esta sección de la carretera (representa el 27.90% del total de accidentes), dejando como consecuencia 2 personas lesionadas. Entre las causas de los accidentes se encuentran **no guardar la distancia**, **invasión de carril, imprudencia peatonal** y **falta de pericia.** El **atender el celular** ha sido un factor determinante en la ocurrencia de estos accidentes. En lo que respecta a la vialidad, se encuentra debidamente señalizado (tanto vertical como horizontalmente).

2.2.7. Magnitud del problema

Al relacionar proporcionalmente los accidentes ocurridos con la población, la cantidad de vehículos o los kilómetros de longitud de un tramo de carretera, se obtienen tasas o índices que permiten hacer comparaciones acerca del

comportamiento de la accidentalidad. Estas proporcionaran la escala para juzgar la magnitud del problema. La comparación puede hacerse entre ciudades, entidades políticas, tramos de carreteras, países, o bien una red vial a través del tiempo.

En esta sección, sólo se determinarán los índices con respecto a la población, debido a que son los más importantes, los más utilizados a nivel internacional, y de los que se dispone la información necesaria para realizar las comparaciones.

- **Índices con respecto a la población (P)**

Los cálculos correspondientes se realizaron siguiendo la metodología y ecuaciones presentes en el libro de *Ingeniería de Tránsito*, (9ª Edición), (Rafael Cal y Mayor R, James Cárdenas G).

Los índices son: índice de accidentalidad (número de accidentes), el índice de morbilidad (número de heridos) y el índice de mortalidad (número de muertos), con respecto a la cantidad de habitantes expresado por cada 100,000 habitantes.

En este caso, se tomó en cuenta la población del municipio de San Marcos, ya que es la población directamente afectada. A partir de los censos nacionales realizados y únicamente existentes, de los años 1995 y 2005 (INIDE), se realizó una estimación de la población usando el método aritmético. El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$P_n = P_{Censo_{2005}} + \left(Año_n - Año_{Censo_{2005}}\right) * Tasa_{crecimiento} \qquad \textit{(EC. 1)}$$

$$Tasa_{Crecimiento} = \frac{P_{Censo_{2005}} - P_{Censo_{1995}}}{Año_{Censo_{2005}} - Año_{Censo_{1995}}} \qquad \textit{(EC.2)}$$

Los índices se calcularon mediante las siguientes ecuaciones:

- Índice de accidentalidad:

$$I_{A/P} = \frac{No.\,de\ accidentes\ en\ el\ año * 100{,}000}{No.\,de\ habitantes} \qquad \textit{(EC. 3)}$$

- Índice de morbilidad:

$$I_{morb/P} = \frac{No.\,de\ lesionados\ en\ el\ año * 100{,}000}{No.\,de\ habitantes} \qquad \textit{(EC. 4)}$$

- Índice de mortalidad:

$$I_{mort/P} = \frac{No.\,de\ muertos\ en\ el\ año * 100{,}000}{No.\,de\ habitantes} \qquad \textit{(EC. 5)}$$

➢ **Cálculo de la estimación de la población**

Se calculó la tasa de crecimiento mediante la *Ec.2.* Utilizando la población de San Marcos de 1995 (25,871 habitantes) y del 2005 (29,019 habitantes).

$$Tasa_{Crecimiento} = \frac{29{,}019\ [hab] - 25{,}871\ [hab]}{2005 - 1995} = 314.80$$

Una vez obtenida la tasa de crecimiento, la estimación de población se calcula utilizando la *Ec.1*, utilizando como base el censo del año más reciente (2005):

$$P_{2016} = 29{,}019\ [hab] + (2016 - 2005) * 314.80 = 32{,}482\ [hab]$$

Al repetir el mismo procedimiento de cálculo para cada año del estudio, la estimación de población quedará de la siguiente manera:

Tabla 5. Estimación de la población para el municipio de San Marcos para los años 2016 al 2020

Año	Población [Habitantes]
2016	32,482
2017	32,797
2018	33,111
2019	33,426
2020	33,741

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

A como se observa en la tabla 5 (pág. 18), la población del municipio de San Marcos tiende a aumentar a través del paso del tiempo, lo que conlleva al aumento de la cantidad de accidentes de tránsito.

- **Cálculo de los índices de accidentalidad, morbilidad y mortalidad**

Tabla 6. Historial de accidentes de tránsito en el tramo de estudio entre los años 2016 al 2020

HISTORIAL DE ACCIDENTES			
Año	Accidentes	Lesionados	Muertos
2016	2	1	0
2017	6	1	1
2018	3	1	1
2019	8	2	0
2020	15	2	0
TOTAL	34	7	2

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

- **Cálculo del índice de accidentalidad**

Tomando en cuenta la información de la tabla 6, se procede a reemplazar los datos en la ecuación 5, para calcular el índice de accidentalidad en el año 2016:

$$I_{A/P} = \frac{2\ accidentes * 100{,}000}{32{,}482\ habitantes} = 6.16$$

- **Cálculo del índice de morbilidad**

Tomando en cuenta la información de la tabla 6, se procede a reemplazar los datos en la ecuación 5, para calcular el índice de morbilidad en el año 2016:

$$I_{A/P} = \frac{1\ accidente * 100{,}000}{32{,}482\ habitantes} = 3.08$$

- **Cálculo del índice de mortalidad**

Tomando en cuenta la información de la tabla 6, se procede a reemplazar los datos en la ecuación 5, para calcular el índice de mortalidad en el año 2016:

$$I_{A/P} = \frac{0\ accidentes * 100{,}000}{32{,}482\ habitantes} = 0$$

Al realizar los cálculos de los diferentes índices para cada uno de los años del período de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

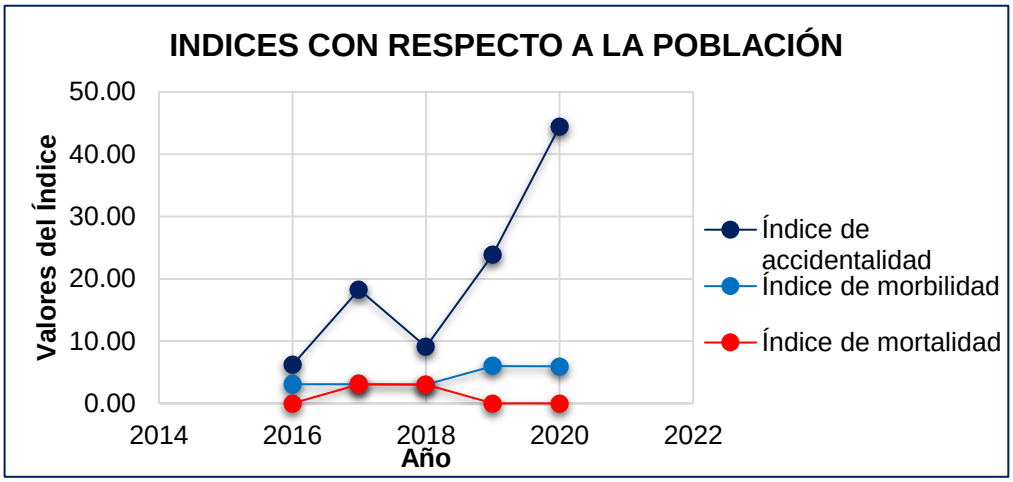
Tabla 7. Resumen de los índices respecto a la población en el tramo de estudio entre los años 2016 al 2020

ÍNDICES POR AÑO			
Año	Índice de accidentalidad	Índice de morbilidad	Índice de mortalidad
2016	6.16	3.08	0.00
2017	18.29	3.05	3.05
2018	9.06	3.02	3.02
2019	23.93	5.98	0.00
2020	44.46	5.93	0.00

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

A partir de la tabla 7, se elaboraron los siguientes gráficos:

Gráfico 12. Índices con respecto a la población en el tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

A como se puede observar en el gráfico 12, el índice de accidentalidad tiende a aumentar a lo largo del tiempo. El descenso en el año 2018, puede deberse al aumento de la presencia policial en las carreteras, debido a los conflictos socio-políticos ocurridos en el país. El índice de morbilidad se mantuvo constante hasta el año 2019, donde aumentó ligeramente. En lo que respecta al índice de

mortalidad, disminuyó en los años 2019 y 2020, periodo en el que no se presentó ninguna víctima mortal por accidentes de tránsito.

Comparando los resultados obtenidos de la tabla 7 (pág. 20) con los datos del historial de accidentes de la tabla 6 (pág. 19), se puede observar que el número de accidentes está por debajo de los índices calculados. Por ejemplo, para el año 2017 se registraron 6 accidentes, 1 lesionado y 1 muerto, que están por debajo de los resultados obtenidos del cálculo de los índices, los cuales fueron 18.29 (accidentalidad), 3.05 (morbilidad) y 3.05 (mortalidad). Esto nos indica que el tramo en estudio no representa un tramo peligroso, ya que se han registrado pocos accidentes y solamente 2 muertos durante el período de los 5 años que abarca el análisis. Sin embargo, existen dos tramos de la carretera que cumplen con el criterio utilizado por la Policía Nacional para considerarse crítico, es decir, son tramos en los cuales han ocurrido más de 5 accidentes durante el periodo de un año (tramo 1: km 36+890.70 – km 37+490.70; tramo 2: km 39 – km 39+500. Año 2020).

CAPÍTULO III

INVENTARIO VIAL

3.1. Introducción

El inventario vial de una carretera consiste en la recopilación de datos de la misma, esto, para la evaluación de su estado físico actual, cuya importancia está en la determinación de anomalías y de realizar una intervención temprana para solucionar los problemas que puedan existir en la carretera y afecten su operatividad, y de esta manera evitar incidentes que perjudiquen gravemente a los usuarios.

3.2. Identificación del tramo de estudio

El tramo en estudio comprende 4 kilómetros de la Carretera denominada con el código NIC-18A, iniciando el estudio en el empalme Las Esquinas específicamente en el kilómetro 36+890.70 hasta el kilómetro 41+000 del municipio de San Marcos, departamento de Carazo.

3.3. Descripción del trabajo de campo

La realización del inventario vial consistió en el levantamiento de datos de la sección de la vía del tramo de carretera en estudio, su ubicación, la existencia de drenajes (mayores y menores) y señales de tránsito verticales y horizontales; para ello se hicieron 7 visitas de campo.

El equipo utilizado consto de: cinta métrica de 7 metros, cinta métrica de 30 metros, GPS, marcadores, libreta y/o cuaderno, tabla para anotación, lapiceros, chalecos fluorescentes (para ayudar a los conductores a identificarnos mejor en la vía y evitar incidentes).

3.4. Características de la vía

3.4.1. Clasificación de la vía

Las carreteras como componente de un sistema integral de transporte, son clasificadas de distintas maneras, según la necesidad de reflejar alguna característica común o algún tipo de propósito.

Según la *Red Vial de Nicaragua 2020* (capítulo III, pág. 19): La clasificación de las carreteras en nuestro país está definido por el tipo de Construcción o Superficie y por su Función.

- **Por el Tipo de Construcción o Superficie**

- Carreteras Pavimentadas: Se encuentran presente en el sistema de carreteras troncales, algunas colectoras principales y secundarias; clasificándose en pavimentos rígidos (concreto hidráulico), semirrígido (adoquinado), y pavimento flexible (tratamiento superficial bituminoso simple y doble), concreto asfaltico (en caliente y en frio), que en su mayoría incorporan normas de diseño y drenaje apropiado.
- Caminos Revestidos: La superficie es de grava o suelos estables cuyo espesor minino es de 25 cm, su trazado geométrico obedece a las normas de diseño para este tipo de superficie vial. Permiten la circulación cómoda y segura en ambos sentidos ya que poseen un ancho de corona de entre 4 y 8 metros y tienen suficiente drenaje para permitir el tráfico durante la estación lluviosa; los vehículos pueden circular con mayor velocidad en contraste a los caminos de Todo Tiempo.
- Caminos de Todo Tiempo: Se ajusta a la topografía del terreno, es decir, su trazo geométrico no ha sido diseñado. Permiten la circulación de tráfico todo el año con superficie de rodamiento conformada por suelos estables con un espesor mínimo de 15 cm. El ancho de corona es de 3 a 4 metros, por lo que no resulta suficiente para la cómoda circulación en ambos sentidos.
- Caminos de Estación Seca: No cuentan con diseño geométrico (trazo conforme a los lineamientos naturales del terreno). Conectan a pequeños poblados y a caminos de mayor importancia municipal. Debido a los materiales (arcillas) que conforman la superficie del terreno la circulación en la época lluviosa es interrumpida. La circulación en ambos sentidos está limitada debido a que el ancho de corona varía entre 2.5 a 3.0 metros.

La clasificación según el tipo de construcción o superficie en base al documento *Red vial de Nicaragua 2020 (MTI)* pertenece a Carretera de Tipo **Pavimentada con Concreto Asfaltico**, es decir, en toda su extensión la superficie de rodamiento está constituida por una capa de asfalto.

- **Por su Función**

La clasificación funcional, que es una importante herramienta de planificación, agrupa las carreteras por el carácter del servicio que proveen. La clasificación funcional es el método predominante de agrupar carreteras.

Hay ciertos vocablos que describen la extensión de las funciones que desempeñan las carreteras o caminos: las que se caracterizan por la movilidad se denominan Arterias; las que proporcionan acceso a propiedades adyacentes se les llama caminos vecinales y calles; y las que distribuyen el tráfico entre las dos anteriores se les denomina colectoras.

La clasificación de carreteras del país fue definida en cinco tipos:

1. Troncal Principal (TP)
2. Troncal Secundaria (TS)
3. Colectora Principal (CP)
4. Colectora Secundaria (CS)
5. Camino Vecinal (CV)

En base a lo anterior se puede clasificar la carretera en la cual se encuentra el tramo en estudio de 4 kilómetros (Empalme Las Esquinas kilómetro 37+000 - kilómetro 41+000 San Marcos, Departamento de Carazo).

La clasificación funcional de la carretera con código NIC-18A, pertenece a la red vial de carreteras nacionales según la *Red vial de Nicaragua 2020 (MTI)* corresponde a una carretera **Colectora Principal** ≡ *Nacional Secundaria* sabiendo que sirve a volúmenes de tráfico mayores de 250 veh/día, además de comunicar con cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes.

3.4.2. Topografía del sitio en estudio

La topografía del terreno según el Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras se puede clasificar como llano o plano, ondulado y montañoso, esto, en función de las pendientes naturales por tipo de terreno.

Tabla 8. Rango de pendiente por tipo de terreno

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P (%)
Llano o Plano	$P \leq 5$
Ondulado	$5 > P \leq 15$
Montañoso	$15 > P \geq 30$

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras 3ª Edición, 2011, Capitulo 3, Pág. 116.

Las pendientes correspondientes al tramo de 4 kilómetros de carretera se determinaron a cada 100 metros, utilizando los datos recopilados en campo (longitud y altura según las coordenadas).

La pendiente del tramo comprendido del estacionamiento 36+890.70 hasta la estación 37+000, se calculó de la siguiente manera:

$$P = \frac{Altura_{Final} - Altura_{Inicial}}{Longitud} \times 100 \qquad \textit{(EC. 6)}$$

$$P = \frac{669\ m - 661\ m}{109.30\ m} \times 100 = -1.8\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se obtuvieron las pendientes resumidas en la tabla 9.

Tabla 9. Pendiente por cada 100 metros del tramo

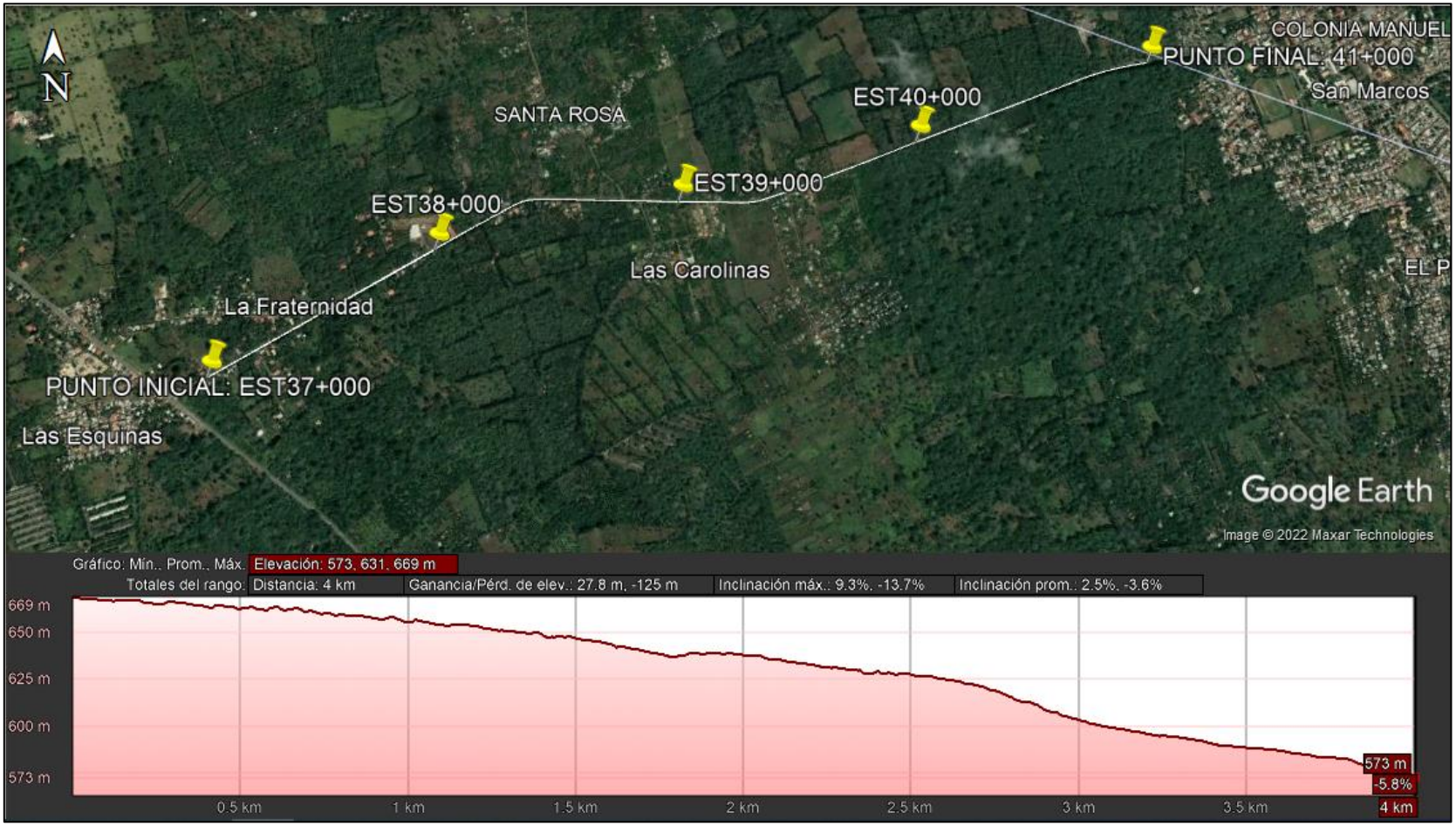
PENDIENTES						
N°	ESTACIÓN		LONGITUD	ALTURA [m]		PENDIENTE
	INICIAL	FINAL	[m]	INICIAL	FINAL	[%]
1	36+890.70	37+000	109.3	671	669	-1.8
2	37+000	37+100	100	669	668	-1.0
3	37+100	37+200	100	668	667	-1.0
4	37+200	37+300	100	667	666	-1.0
5	37+300	37+400	100	666	665	-1.0
6	37+400	37+500	100	665	664	-1.0
7	37+500	37+600	100	664	663	-1.0
8	37+600	37+700	100	663	662	-1.0
9	37+700	37+800	100	662	660	-2.0
10	37+800	37+900	100	660	658	-2.0
11	37+900	38+000	100	658	656	-2.0
12	38+000	38+100	100	656	655	-1.0
13	38+100	38+200	100	655	654	-1.0
14	38+200	38+300	100	654	651	-3.0
15	38+300	38+400	100	651	648	-3.0
16	38+400	38+500	100	648	647	-1.0
17	38+500	38+600	100	647	643	-4.0
18	38+600	38+700	100	643	640	-3.0
19	38+700	38+800	100	640	638	-2.0
20	38+800	38+900	100	638	640	2.0
21	38+900	39+000	100	640	638	-2.0
22	39+000	39+100	100	638	636	-2.0
23	39+100	39+200	100	636	633	-3.0
24	39+200	39+300	100	633	631	-2.0
25	39+300	39+400	100	631	630	-1.0
26	39+400	39+500	100	630	628	-2.0
27	39+500	39+600	100	628	625	-3.0
28	39+600	39+700	100	625	622	-3.0
29	39+700	39+800	100	622	615	-7.0
30	39+800	39+900	100	615	608	-7.0
31	39+900	40+000	100	608	603	-5.0
32	40+000	40+100	100	603	598	-5.0
33	40+100	40+200	100	598	595	-3.0
34	40+200	40+300	100	595	593	-2.0
35	40+300	40+400	100	593	590	-3.0
36	40+400	40+500	100	590	588	-2.0
37	40+500	40+600	100	588	585	-3.0
38	40+600	40+700	100	585	584	-1.0
39	40+700	40+800	100	584	580	-4.0
40	40+800	40+900	100	580	576	-4.0
41	40+900	41+000	100	576	572	-4.0

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

Para verificar el tipo de pendiente predominante en el tramo de carretera, se utilizó el programa Google Earth Pro, obteniendo el perfil longitudinal de los 4 km que comprende el tramo en estudio (véase imagen 1, pág. 28).

Por lo tanto, según los resultados de las pendientes calculadas cada 100 metros del tramo de carretera apreciados en la tabla 9 (pág. 26), y según la revisión gráfica mediante Google Earth Pro (véase en la imagen 1), se puede concluir que el tipo de terreno es plano debido a que predominan pendientes suaves ($P \leq 5\%$).

Imagen 1. Perfil longitudinal del tramo en estudio



Fuente: Google Earth, 2022.

3.4.3. Uso de suelo

El incremento poblacional del municipio de San Marcos y sus comunidades ha dado lugar al aumento del uso del suelo aledaño al tramo de vía en estudio para diversas actividades que van desde la construcción residencial, comercio local y dedicado al cultivo agrícola (cultivos de plátanos, café, aguacate, naranja, mandarinas).

3.5. Carpeta de Rodamiento

Específicamente según el tipo de construcción o superficie en base al documento *Red vial de Nicaragua 2020 (MTI)* es una Carretera de Tipo Pavimentada con Concreto Asfaltico, es decir, en toda su extensión la superficie de rodamiento está constituida por una capa de asfalto.

La carpeta de rodamiento de pavimento flexible según normas de diseño, esto, con el propósito de cumplir con las expectativas de la demanda del tránsito y así preservar durante el tiempo adecuado la calidad de vida útil de la estructura de pavimento, así como la operatividad de los vehículos que circulan.

3.5.1. Estado de la carpeta de rodamiento

La carretera presenta, en general, buen estado en la carpeta de rodamiento del tramo en estudio; sin embargo, existen sectores en los cuales hay presencia de algunas fallas (en 472.80 metros de la longitud total del tramo) según la inspección visual realizada aplicando los criterios del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras (Edición 2010, Capítulo 3, Pág. 282-283). En la siguiente imagen, se observa el estado de la calzada de asfalto existente en la vía, donde presenta problemas de piel de cocodrilo, fisuras transversales, fisuras por desprendimiento, asentamientos, entre otras, permanentes en la carpeta asfáltica en sentido longitudinal justo debajo de las huellas de los vehículos.

Tabla 10. Observaciones del estado de la carpeta de rodamiento

ESTACIONAMIENTO		ESTADO DE LA CARPETA	IMAGEN DEL DAÑO
INICIO	FIN		
37+228.50	37+249.80	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.	
37+270.00	37+317.70	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.	
37+831.55	37+947.10	Presencia de asentamiento en ambos carriles de la vía.	
37+988.60	38+009.40	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.	

ESTACIONAMIENTO		ESTADO DE LA CARPETA	IMAGEN DEL DAÑO
INICIO	FIN		
38+077.60	38+157.60	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.	
38+250.00	38+321.75	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles	
38+557.98	38+584.28	Presencia de asentamiento en ambos carriles de la vía	
40+460.00	40+549.40	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles	

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

3.5.2. Sección transversal de la carretera

La sección transversal de una carretera o calle en área urbana, muestra sus características geométricas, según un plano normal vertical a la superficie que contiene el eje de la carretera o calle. Dicha sección transversal varía de un punto a otro de la carretera ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplen y de las características del trazado y del terreno en los puntos considerados, los elementos fundamentales que normalmente se incluyen en una carretera son: plataforma o corona, cunetas, taludes, etc.

- **Ancho de calzada:**

El **ancho de calzada** es el ancho de la superficie sobre la cual circula un cierto tránsito vehicular, permitiendo el desplazamiento cómodo y seguro del mismo.

- ✓ **El carril:** es la unidad de medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, siendo el ancho de calzada la sumatoria del ancho de los carriles. Divididas o no, las carreteras pueden estar formadas por dos o más carriles de circulación por sentido.
- ✓ **Hombros o Espaldones:** Los hombros o espaldones tienen lugar contiguo a los carriles de circulación, y que, en conjunto con estos, constituyen la corona o sección comprendida entre los bordes de los taludes. Es importante que el hombro brinde una buena apariencia tal que inste a usarlo en situaciones de emergencia, en todas las condiciones del tiempo.

Según la tabla 4.2 del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (2011), el ancho mínimo de hombro oscila entre 1.2 m a 1.6 m. Al analizar la tabla 11 (pág. 33), se puede observar que, en su mayoría, los hombros de las secciones transversales del tramo de carretera en estudio no cumplen con la normativa.

Con respecto al ancho de calzada, los valores encontrados se encuentran dentro del rango permisible en la Red Vial Nicaragua 2020, para carretera de concreto asfaltico (6 m a 7.3 m). Véase tabla 12, pág. 34.

Tabla 11. Sección transversal de la carretera

SECCIONES TRANSVERSALES							
ESTACIÓN	TIPO DE TERRENO	HOMBRO		CARRIL		CALZADA [m]	OBSERVACIÓN
		IZQ. [m]	DER. [m]	IZQ. [m]	DER. [m]		
36+890.70	Plano	1.12	1.30	3.46	3.46	6.92	Buen estado
37+000.00	Plano	0.59	1.09	3.15	3.07	6.22	Regular estado
37+100.00	Plano	1.20	0.88	3.18	3.13	6.31	Buen estado
37+200.00	Plano	0.55	0.78	3.15	3.13	6.28	Buen estado
37+300.00	Plano	0.42	1.20	3.28	3.09	6.37	Regular estado
37+400.00	Plano	0.40	0.80	3.15	3.14	6.29	Buen estado
37+500.00	Plano	0.50	0.70	3.18	3.13	6.31	Buen estado
37+600.00	Plano	1.02	0.53	3.16	3.09	6.25	Buen estado
37+700.00	Plano	0.40	0.55	3.11	3.10	6.21	Regular estado
37+800.00	Plano	0.70	0.43	3.16	3.14	6.30	Buen estado
37+900.00	Plano	1.07	1.15	3.13	3.13	6.26	Regular estado
38+000.00	Plano	1.25	0.92	3.15	3.14	6.29	Regular estado
38+100.00	Plano	1.30	1.12	3.12	3.16	6.28	Regular estado
38+200.00	Plano	1.30	0.98	3.13	3.14	6.27	Regular estado
38+300.00	Plano	0.95	1.05	3.12	3.15	6.27	Regular estado
38+400.00	Plano	0.40	0.57	3.56	3.03	6.59	Buen estado
38+500.00	Plano	0.70	0.90	3.14	3.10	6.24	Buen estado
38+600.00	Plano	0.82	1.09	3.16	3.12	6.28	Regular estado
38+700.00	Plano	0.55	1.14	3.17	3.14	6.31	Regular estado
38+800.00	Plano	0.76	0.48	3.19	3.11	6.30	Regular estado
38+900.00	Plano	0.77	1.32	3.16	3.13	6.29	Buen estado
39+000.00	Plano	1.00	1.17	3.12	3.14	6.26	Buen estado
39+100.00	Plano	1.10	1.12	3.14	3.13	6.27	Buen estado
39+200.00	Plano	0.93	1.07	3.14	3.14	6.28	Regular estado
39+300.00	Plano	0.88	1.22	3.40	3.22	6.62	Buen estado
39+400.00	Plano	0.80	1.86	3.37	3.12	6.49	Buen estado
39+500.00	Plano	1.20	1.10	3.17	3.18	6.35	Buen estado
39+600.00	Plano	1.00	1.10	3.14	3.13	6.27	Regular estado
39+700.00	Ondulado	0.98	0.92	3.15	3.15	6.30	Regular estado
39+800.00	Ondulado	0.98	0.97	3.13	3.10	6.23	Buen estado
39+900.00	Plano	0.90	0.90	3.20	3.11	6.31	Buen estado
40+000.00	Plano	1.30	0.90	3.13	3.10	6.23	Buen estado
40+100.00	Plano	1.10	1.27	3.23	3.03	6.26	Buen estado
40+200.00	Plano	1.12	1.20	3.23	3.08	6.31	Regular estado
40+300.00	Plano	1.07	1.16	3.21	3.25	6.46	Buen estado
40+400.00	Plano	0.90	0.94	3.19	3.43	6.62	Buen estado
40+500.00	Plano	1.25	0.92	3.13	3.13	6.26	Regular estado
40+600.00	Plano	1.00	1.07	3.15	3.12	6.27	Buen estado
40+700.00	Plano	0.48	0.91	3.12	3.35	6.47	Buen estado
40+800.00	Plano	0.90	0.92	3.23	3.39	6.62	Buen estado
40+900.00	Plano	0.98	1.24	3.13	3.16	6.29	Buen estado
41+000.00	Plano	0.87	1.15	3.16	3.22	6.38	Buen estado

Fuente: Elaboración Propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

Tabla 12. Características físicas y geométricas de nuestras carreteras según el tipo de superficie

ASFALTO

CARACTERÍSTICA	RANGO
Ancho de Corona	6.0 – 10.0m
Ancho de la Calzada	6.0 – 7.3m
Derecho de Vía	*20.0 – 40.0m
Bombeo	2.0 – 3.0%
Velocidad de Diseño	60.0 – 80.0km/h
Pendiente Máxima	3.0 – 8.0%
Pendiente Ponderada	0.5 -4.5%
Carga de Puente	HS15 – 44, HS20-44 y HS20-44+25%

* Según Ley de 1952

Fuente: Red Vial Nicaragua 2020, pág. 15.

3.6. Dispositivos de Control de Tránsito

El propósito de los dispositivos y la señalización vertical es facilitar y garantizar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía, sean estos flujos automotores, peatonales o de otra índole.

Asimismo, los dispositivos de control también tienen por objeto guiar y advertir a los usuarios de la vía conforme sea necesario, para garantizar la operación segura y uniforme de los elementos individuales de la corriente de tránsito.

3.6.1. Requisitos que deben cumplir los Dispositivos de Control de Tránsito

Para que sea efectivo, cualquier dispositivo para el control del tránsito deberá cumplir a cabalidad los cinco requisitos fundamentales que se enumeran a continuación:

a. **Satisfacer una necesidad para el adecuado desenvolvimiento del tránsito**. Cuando se coloca un dispositivo donde no se requiere, no sólo resulta inútil sino perjudicial por cuanto inspira irrespeto en el usuario. Además, cuando este problema es frecuente, en forma reiterada se violan las expectativas de los usuarios, con lo cual se fomenta una cultura de desobediencia generalizada al señalamiento.

b. **Atraer la atención del usuario**. Todo dispositivo debe ser advertido por el público. Cuando esto no se cumple, el dispositivo resulta completamente inútil.
c. **Transmitir un mensaje claro y sencillo**. La indicación suministrada por un dispositivo debe ser lacónica y clara para que sea interpretada rápidamente.
d. **Infundir respeto a los usuarios de la vía**. Los usuarios deben ser compelidos, por la sensación que brinde el dispositivo, a respetar la indicación que éste transmite. Se debe utilizar un lenguaje formal.
e. **Permitir suficiente tiempo y espacio para una respuesta adecuada**. Los dispositivos deben tener un diseño y colocarse de modo que el usuario, al advertirlos, tenga suficiente tiempo y espacio para efectuar la maniobra o realizar la acción requerida conforme lo dispongan los mensajes.

3.6.2. Clasificación de los Dispositivos de Control de Tránsito

De conformidad con el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes, el cual es consistente con el Manual Interamericano de 1991, los dispositivos se clasifican en tres categorías según su función:

a. **Dispositivos de Reglamentación:** Tienen como función informar a los usuarios sobre las disposiciones de la reglamentación del tránsito vigente y la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones que regulan el uso de la vía o suministrar indicaciones exactas para que actúen en determinada forma. La transgresión de las indicaciones de estos dispositivos constituye una contravención, que se sanciona conforme a la ley o reglamento de tránsito de cada país.
b. **Dispositivos de Prevención (Advertencia de peligro):** Cumplen la misión de prevenir a los usuarios de la vía de peligros existentes y su naturaleza.
c. **Dispositivos de Información:** Tienen como objeto guiar al usuario de la vía hacia el lugar de destino, proporcionándole toda aquella información que pueda serle útil para las tareas de navegación, orientación y guía, y

proporcionarle cualquier otra indicación que pueda ser de interés para él, en especial para los turistas. Los dispositivos de información a su vez se dividen en seis grupos: identificación; información de destino; servicios y turísticas; información de áreas silvestres, recreativas y parques nacionales; defensa civil y emergencias; e información general.

3.6.3. Señalización Vertical

Las señales verticales son dispositivos que controlan el tránsito de vehículos y peatones en una carretera, estas señales están ubicadas a nivel del camino o sobre él en lugares estratégicos que faciliten la visibilidad de estas a los usuarios de la vía. Las señales verticales tienen como objetivo transmitir un mensaje mediante figuras y palabras a los usuarios de la vía, desde el punto de vista funcional, las señales verticales se clasifican en: señales de reglamentación, señales de prevención y señales de información.

- **Clasificación de la señalización vertical (km 36+890.70 – km 41+000)**

En la tabla 13 se presenta un resumen del total de señales existentes en los 4 kilómetros de carretera en estudio, esto, en función a su clasificación y estado en que se encuentran. Datos completos en la tabla C1 (véase en Anexo XI).

Tabla 13. Resumen de señalización existente

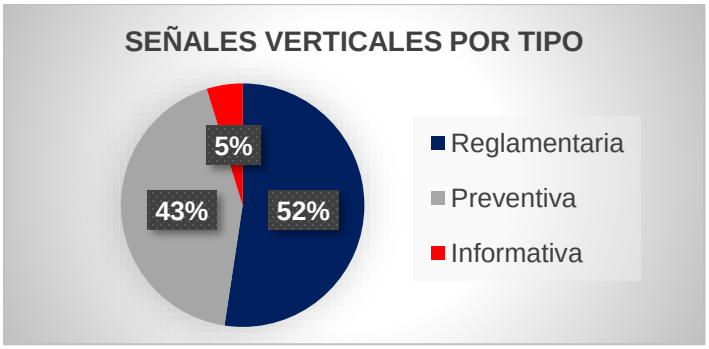
TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN			TOTAL POR TIPO	%TOTAL POR TIPO
		BUEN ESTADO	ESTADO REGULAR	MAL ESTADO		
Reglamentaria	Proximidad a zona escolar, No adelantar, 60 Kph velocidad máxima, etc.	14	6	2	22	52%
Preventiva	Curva peligrosa, Delineador de obstáculo, Delineador de dirección.	10	6	2	18	43%
Informativa	San Marcos 4 km Masatepe 12 km, Nicaragua/NIC-18A.	1	0	1	2	5%
TOTAL SEGÚN EL ESTADO		25	12	5	42	100%
%TOTAL SEGÚN EL ESTADO		59%	29%	12%	100%	

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

El tipo de señal más utilizada es la reglamentaria (52%), seguida de la preventiva (43%). Del total de señales existentes, un 59% se encuentra en buen estado, un 29% en estado regular y un 12% en mal estado.

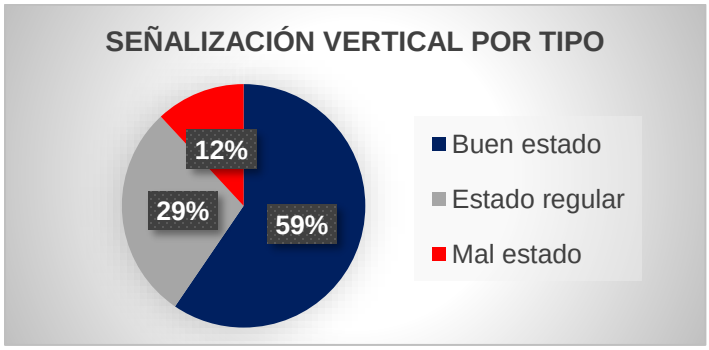
- Buen estado: Señales en excelentes condiciones. No se observan daños visibles/relevantes en las caras, la reflectividad y visibilidad de mensajes se encontraron en un buen estado de conservación, con estructuras de soportes adecuados y orientados hacia el tránsito.
- Regular estado: Se observan rayones, manchas y/o ligeros dobleces en el tablero y el tubo.
- Mal estado: Se observan rayones, fisuras y cortes en el tablero, dobleces pronunciados en el tubo y el tablero, con capa de material reflectivo y legibilidad deterioradas por los efectos del tiempo, vandalismo y la intemperie (sol, lluvia, polvo y contaminación del aire). Esta clasificación aplica también para las señales arrancadas del punto.

Gráfico 13. Porcentaje de señalización vertical por tipo



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

Gráfico 14. Porcentaje de señalización vertical según su estado



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

En las últimas visitas de campo del estudio de inventario vial se observó que existe falta de cultura vial en los habitantes aledaños al tramo de carretera en estudio, ya que, se encontró que alrededor de dos señales fueron cortadas para presuntamente ser vendidas en chatarras, actividad conocida como vandalismo.

Imagen 2. Señal arrancada en la Estación 39 + 842.12

Fuente: Foto tomada por los sustentantes, 2022.

Imagen 3. Señal arrancada en la Estación 40 + 034

Fuente: Foto tomada por los sustentantes, 2022.

3.7. Postes Kilométricos

Los postes kilométricos también forman parte de las señales, debido a la importancia de estos, son catalogados como señales de tránsito especiales; esto es porque son una base fundamental para el control de tránsito, accidentes, rehabilitación y mantenimiento vial, ya que cada poste muestra la información referente al número de kilómetros correspondidos a lo largo de las carreteras. Es importante mencionar que existe un desfase respecto a la ubicación de los postes kilométricos.

Tabla 14. Estado de los postes kilométricos del tramo en estudio

POSTES KILOMÉTRICOS				
ESTACIÓN	UBICACIÓN		ESTADO	OBSERVACIONES
	IZQ.	DER.		
37+000.00		X	Bueno	En excelentes condiciones
38+011.40		X	Bueno	El poste esta desplazado a 11.40 m después de la estación 38+000
38+989		X	Bueno	El poste esta desplazado a 11 m antes de la estación 39+000
40+036.50		X	Bueno	El poste esta desplazado a 36.50 m después de la estación 40+000
40+996.60		X	Bueno	El poste esta desplazado a 3.40 m antes de la estación 41+000

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

3.8. Postes Guías

Los postes guías son utilizados en las orillas de las carreteras con el propósito de contribuir a una mejor visibilidad del camino, en curvas también son usados con la finalidad de mejorar el efecto visual de perspectiva para que los conductores se mantengan dentro de las mismas y en sus respectivos carriles, cabe destacar que también sirven como base y guía para la colocación de señales de tránsito.

Tabla 15. Estado de los postes guías del tramo de carretera en estudio

POSTES GUIAS				
ESTACIÓN	UBICACIÓN		ESTADO	OBSERVACIONES
	IZQ.	DER.		
38+376.77	X		Malo	Poste quebrado, inclinado y con deterioro de pintura.
38+750.30		X	Malo	Poste quebrado, inclinado, con deterioro de pintura, cubierto de sedimentos y maleza.
39+051.60	X		Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+235.30		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+251.10		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+280.00		X	Regular	Poste levemente inclinado con deterioro de pintura.
39+295.10		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+309.78		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+338.88		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+371.00		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+386.80		X	Regular	Poste con deterioro de pintura.
39+401.50		X	Malo	Poste quebrado, inclinado y con deterioro de pintura.

Fuente: Elaboración Propia, con datos levantados por sustentantes, 2022.

3.9. Señalización Horizontal

Las señales de tránsito horizontales conocidas también como marcas viales o demarcaciones, se ubican (pintan) en el pavimento o superficie de la carretera, su función es controlar el tráfico vehicular y peatonal.

Según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control del Tránsito “La demarcación está constituida por las líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos”.

3.9.1. Clasificación de señales horizontales.

Para su uso la demarcación o señales horizontales se clasifican en **demarcaciones en el pavimento** y **demarcación para indicar restricción de estacionamiento**.

En el tramo de carretera en estudio se encontraron únicamente algunas señales comprendidas en la clasificación de Demarcaciones en el pavimento, no se encontró ninguna en la clasificación de Demarcación para indicar restricción de estacionamiento.

- **Demarcación en el Pavimento**

a. **Líneas de centro:** Las líneas de centro se usan para designar el centro de la superficie de ruedo de una carretera con tránsito en ambos sentidos.
b. **Líneas de borde de pavimento:** Las líneas de borde de pavimento desinan un límite o separación entre la berma y el carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento.
c. **Pasos peatonales:** Los pasos peatonales o conocidos también como pasos de cebra como bien su nombre lo indica, cumplen la función de brindar mayor seguridad a los peatones y tener prioridad sobre los vehículos que se aproximan a esta área demarcada en la vía.

- **Líneas Longitudinales**

Se deben tener en cuenta los siguiente:

a. **Las líneas longitudinales de trazo discontinuo** tienen carácter permisivo, es decir pueden ser cruzadas siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones normales de seguridad.
b. **Las líneas longitudinales de trazo continuo** tienen carácter restrictivo, no deben ser cruzadas, ni se puede circular sobre ellas. De acuerdo con lo enunciado, los tipos de líneas son las siguientes:
c. **La línea blanca de trazo discontinuo:** se emplea como línea de carril en calzadas de varios carriles y como línea central en carreteras de dos carriles en el mismo sentido donde se permite el adelantamiento.
d. **La línea blanca de trazo continuo:** se utiliza para demarcar el borde de un flujo de circulación donde se permite circular a ambos lados de la línea en el mismo sentido, en cuyo caso tiene la función de desalentar el cambio de carril. Además, se usa para demarcar el borde derecho de la calzada y

frecuentemente para demarcar las líneas de carril de las entradas a intersecciones y los carriles de giro hacia la izquierda o hacia la derecha.

e. **La línea doble blanca de trazo continuo:** demarca el borde de un flujo de circulación donde se permite circular a ambos lados de la línea en el mismo sentido. Es frecuentemente usada como una línea de canalización para advertir la presencia de una obstrucción que puede ser pasada por ambos lados.
f. **La línea amarilla de trazo continuo:** se utiliza para demarcar el borde izquierdo de la calzada, en una carretera dividida, en aproximación a una obstrucción y para definir isletas de tránsito.
g. **La línea amarilla de trazo discontinuo:** es utilizada como línea de centro en carreteras de dos carriles en sentido contrario donde es permitido adelantar.
h. **La isla doble formada por dos líneas amarillas de trazo continuo**: demarca la separación de flujos de circulación con sentidos opuestos en carreteras con calzadas de múltiples carriles, donde no es permitido adelantar.
i. **La línea doble formada por dos líneas amarillas de trazos discontinuos**: demarca el borde de un carril cuyo sentido de circulación es variable. Se utiliza para indicar carriles reversibles.
j. **La línea doble constituida por una línea amarilla de trazo continuo y una de trazo discontinuo**: demarca el borde de un flujo de circulación donde se permite circular a ambos lados de la línea en sentido opuesto, y donde adelantar es permitido para el tránsito adyacente a la línea de trazo discontinuo y es prohibido para el tránsito adyacente a la línea de trazo continuo. Este tipo de marca también se utiliza en carriles exclusivos para giro a la izquierda.
k. **La línea punteada**: demarca la prolongación de otra línea a través de una intersección o de una zona de intercambio. Su color debe ser el mismo que el de la línea que prolonga.

- **Marcas transversales**

Las líneas transversales incluyen marcas en el espaldón, palabras y símbolos, líneas de parada, líneas para sendas peatonales, marcas para reducir la velocidad, marcas para espacio de parqueos y otras. Las mismas deben ser blancas, excepto en los siguientes casos:

a. Marcas en islas que separan flujos en sentido opuesto, las cuales son de color amarillo.
b. Marcas en intersecciones, las cuales son de color amarillo.
c. Marcas que indiquen al tránsito que viaja contra vía, las cuales son de color rojo.

Las líneas transversales, que por su colocación tienen un ángulo de visual pequeño vistas desde un vehículo que se aproxima, deben usarse con un ancho ampliado, de modo que sean igualmente visibles que las longitudinales.

Tabla 16. Señalización horizontal existente en el tramo de carretera en estudio

SEÑALES HORIZONTALES												
ESTACIÓN		LONGITUD [M]	LINEA DE CENTRO	LINEAS DE CARRIL				LINEAS DE BORDE		FLECHAS DIRECCIONALES		OBSERVACIÓN
				BANDA DERECHA		BANDA IZQUIERDA						
INICIO	FIN			CONT.	DSCONT.	CONT.	DSCONT.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	
36+890.70	37+075.23	184.53	Continua					X	X			Buen estado
36+927.20	36+932.20	5.00								X	X	Buen estado
37+075.23	37+317.70	242.47			X	X		X	X			Buen estado
37+317.70	37+857.80	540.10	Discontinua					X	X			Buen estado
37+857.80	38+077.60	219.80		X			X	X	X			Buen estado
38+077.60	38+775.16	697.56	Continua					X	X			Buen estado
38+360.22	38+366.92	6.70										Zona escolar
38+545.38	38+572.58	27.20										Paso peatonal
38+592.20	38+599.00	6.80										Zona escolar
38+688.60	38+695.30	6.70										Zona escolar
38+775.16	38+804.98	29.82										Paso peatonal
38+790.28	38+848.34	58.06	Continua					X	X			Buen estado
38+857.94	38+870.00	12.06	Continua					X	X			Línea central y línea de carril derecho Gastado/ Borroso
38+870.00	39+122.30	252.30	Continua					X	X			Buen estado
38+993.68	39+000.52	6.84										Zona escolar
39+130.00	39+601.07	471.07	Continua					X	X			Buen estado
39+601.07	39+842.12	241.05			X	X		X	X			Buen estado
39+842.12	40+449.60	607.48	Discontinua					X	X			Buen estado
40+449.60	40+462.00	12.40	Continua					X	X			Buen estado
40+462.00	40+716.70	254.70		X			X	X	X			Buen estado
40+716.70	40+941.94	225.24			X	X		X	X			Buen estado
40+941.94	41+000.00	58.06		X			X	X	X			Buen estado

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes 2022

De la tabla 16 (pág. 44), podemos observar que casi en su totalidad existe buen estado en las señales horizontales del tramo de carretera en estudio. Solamente un segmento de 12.06 m de la línea central y de la línea de borde de la banda derecha se encuentra en estado regular (gastado/borroso), debido al encharcamiento de agua proveniente del Bo. Las Carolinas y la fricción de las llantas de los vehículos con la superficie; las flechas direccionales, los pasos peatonales y los pasos escolares se encuentran en buen estado. El tramo cuenta con ojos de gato (marcadores retro reflectivos) ubicados cada 12 metros aproximadamente en la línea central y en la línea de borde de ambas bandas; estos dispositivos ayudan a delinear los carriles debido a la poca visibilidad que existe durante la noche.

3.10. Bahías

Se realizó un levantamiento de la bahía existente en el tramo de carretera, esto, para determinar si cumple con lo establecido en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras.

La bahía es un lugar en donde los conductores de vehículos tienen mayor comodidad de estacionamiento para recoger y bajar pasajeros, a medida que no interfieran con el tránsito de los demás usuarios de la vía y de esta forma evitar posible congestionamiento vial.

El Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras afirma que: “La localización de las paradas de autobuses en carreteras debe hacerse de manera que, situadas en las proximidades de los focos de generación de la demanda (centros de actividad, itinerarios de peatones, intersecciones, etc.), interfieran lo menos posible en el funcionamiento vial. Asimismo, deben tenerse en cuenta los posibles efectos ambientales (ruido, emisiones, etc.) de la detención y arranque de los autobuses en su entorno inmediato. Respecto al funcionamiento de la carretera y a su posible incidencia sobre otros usuarios, la localización de las paradas de autobús debe estudiarse especialmente en las intersecciones,

puntos donde también suele concentrarse el movimiento de peatones, y su disposición en relación a la calzada."

Tabla 17. Dimensiones típicas de las bahías para el refugio de autobuses

CONTENIDO	DIMENSIONES				
	ENTRADA [m]	PARADA [m]	SALIDA [m]	ANCHO [m]	ACERA [m]
Bahía para un autobús sin separador	9.00	15.00	15.00	3.00	1.50

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras 2011, Capitulo 4, pág. 149.

Tabla 18. Detalles de bahías existentes en el tramo de carretera en estudio

BAHÍAS									
ESTACIÓN		UBICACIÓN		DIMENSIONES				ANCHO DE ACERA [m]	OBSERVACIONES
INICIO	FIN	IZQ.	DER.	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	ANCHO		
38+465.13	38+478.33	X		3.60	6.00	3.60	2.60	1.00	Dispone de Caseta. Mal estado.

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes 2022.

La tabla 18, detalla los datos obtenidos del inventario vial sobre las dimensiones de la bahía existente en el tramo de carretera en estudio, cabe señalar que existe únicamente una bahía de buses en condiciones regulares en cuanto al estado de la infraestructura.

Esta no cumple con las dimensiones típicas especificadas en el Capítulo 3 del *Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011* (tabla 17. Dimensiones Típicas de las bahías para el refugio de autobuses); La bahía existente posee entrada de 3.60 metros, 6 metros para parada, 3.60 metros para salida, 2.60 de ancho y 1.0 metro de acera, valores totalmente alejados del rango especificado por el manual. Además, cuenta con una caseta deteriorada, y de capacidad muy limitada.

3.11. Drenajes

Los drenajes son de gran importancia en las carreteras ya que ayudan a cumplir la función de remoción del agua superficial o flujos hidráulicos en exceso de la superficie de la carretera por medio de zanjas o drenes (canales, causes, etc.).

Las obras de drenaje diseñadas y construidas correctamente evitan que el tráfico se vea interrumpido en épocas de lluvia, favorecen también a la estabilidad de la estructura vial.

Dentro del inventario vial se realizó la actividad del levantamiento de obras de drenaje en el tramo de carretera en estudio. Se encontró presencia en mayor medida de drenaje menor y en menor cantidad de drenaje mayor. Ver detalle de drenajes en Planos.

3.11.1. Drenaje Mayor

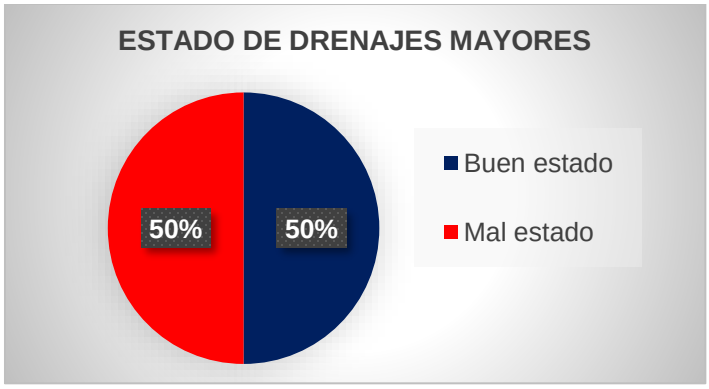
Los drenajes mayores ayudan a evacuar y regular las corrientes o cruces de corrientes de flujo de aguas que puedan obstaculizar el correcto funcionamiento de la carretera, y de esta forma evitar inundaciones, derrapes o arrastres de los vehículos o peatones que trafican en la vía, así como el buen estado de la misma.

Tabla 19. Estado de los drenajes mayores existentes

DRENAJES MAYORES				
ESTACIÓN		BANDA IZQUIERDA	BANDA DERECHA	OBSERVACIONES
INICIO	FIN			
30+036.10	30+042.10		X	Mal estado. Ruptura y desgaste del concreto, y presencia de sedimentos y maleza.
30+043.70	30+047.80	X		Mal estado. Ruptura y desgaste del concreto, y presencia de sedimentos y maleza.
39+339.58	39+346.32		X	Buen estado
39+342.88	39+343.68	X		Buen estado

Fuente: Elaboración Propia, con datos levantados por sustentantes, 2022.

Gráfico 15. Estado de los drenajes mayores existentes



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

El gráfico 15, nos presenta los porcentajes del estado o condición del drenaje mayor existente, siendo así el 50% perteneciente a un mal estado, y el 50% a un buen estado de drenajes mayores.

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

Imagen 4. Drenaje mayor en mal estado en la Estación 30 + 036.10

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

Imagen 5. Drenaje mayor en buen estado en la Estación 39 + 339.58

Fuente: Foto tomada por los sustentantes, 2022.

Las estructuras de drenaje deben garantizar la correcta evacuación del flujo de agua presente en la carretera, esto, sin causar daños aguas arriba o en el lugar de evacuación de los mismos. Es importante mencionar que el desemboque de agua de las dos estructuras de drenaje presente en tramo de carretera afecta dos hogares, ya que según declaraciones de los dueños sufren de inundaciones por las corrientes de aguas pasan por la propiedad donde se encuentran construidas sus casas de habitación.

3.11.2. Drenaje Menor

Según el *Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor* del *MTI*: “El sistema de drenaje es un escudo de protección el cual se debe proveer la estructura de las carreteras contra los efectos erosivos e inundación de las aguas superficiales o subterráneas, para lo cual se propone la construcción de algunos artificios, para la recolección, transporte y descarga segura de las aguas, los que deben ser diseñados técnica y económicamente que justifique la vida útil. El principal objetivo del drenaje, es evacuar en el menor tiempo posible las aguas que se precipitan sobre la plataforma de la carretera o que puedan penetrar lateralmente la estructura vial”.

En el tramo de carretera se encontró presencia de varios tipos de secciones de drenaje menor. En la tabla 20 (pág. 50), se muestra el estado de drenaje menor existente:

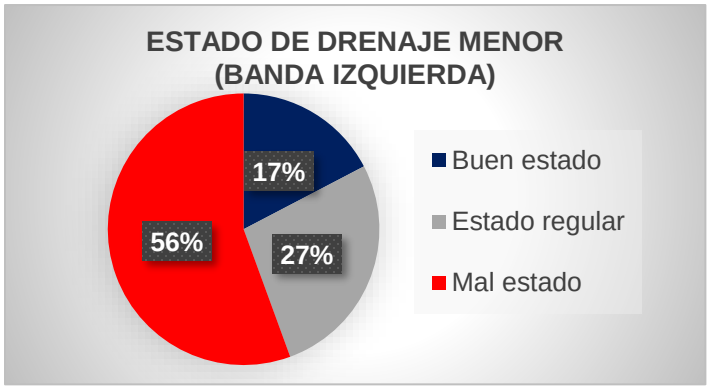
- Buen estado: Drenajes en excelentes condiciones. No presentan daños en su estructura de concreto.
- Regular estado: Drenajes con daños leves en su estructura de concreto, además de poca presencia de sedimentos y maleza en algunos tramos.
- Mal estado: Drenajes que presentan ruptura y desgaste del concreto, además de la presencia de sedimentos, maleza y agujeros con profundidad significativa.

Tabla 20. Estado de drenaje menor existente (izquierda y derecha)

DRENAJE MENOR				
ESTADO	LONGITUD [M]		% ESTADO DE DRENAJE (BANDA IZQUIERDA)	% ESTADO DE DRENAJE (BANDA DERECHA)
	BANDA IZQUIERDA	BANDA DERECHA		
Mal estado	1,281.47	10,126.43	56%	94%
Estado Regular	624.50	114.30	27%	1%
Buen estado	399.78	528.10	17%	5%
Total	2,305.75	10,768.83	100%	100%

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por sustentantes, 2022.

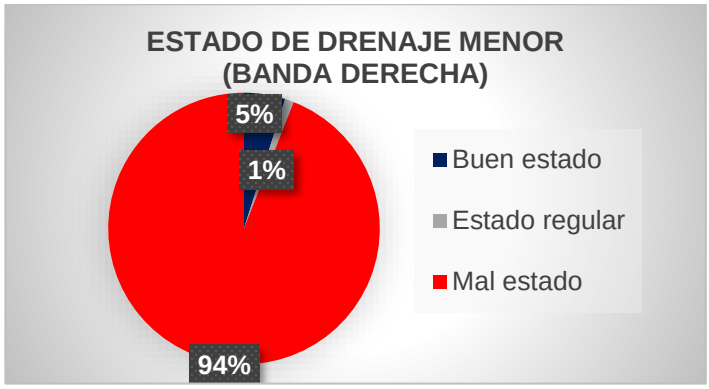
Gráfico 16. Estado del drenaje menor existente (banda izquierda)



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por sustentantes, 2022.

El gráfico 16, nos muestra que en su mayoría el drenaje menor correspondiente a la banda izquierda del tramo de carretera se encuentra en mal estado con un 56%, un 17% de buen estado y presencia de 27% en estado regular.

Gráfico 17. Estado del drenaje menor existente (banda derecha)



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por sustentantes, 2022.

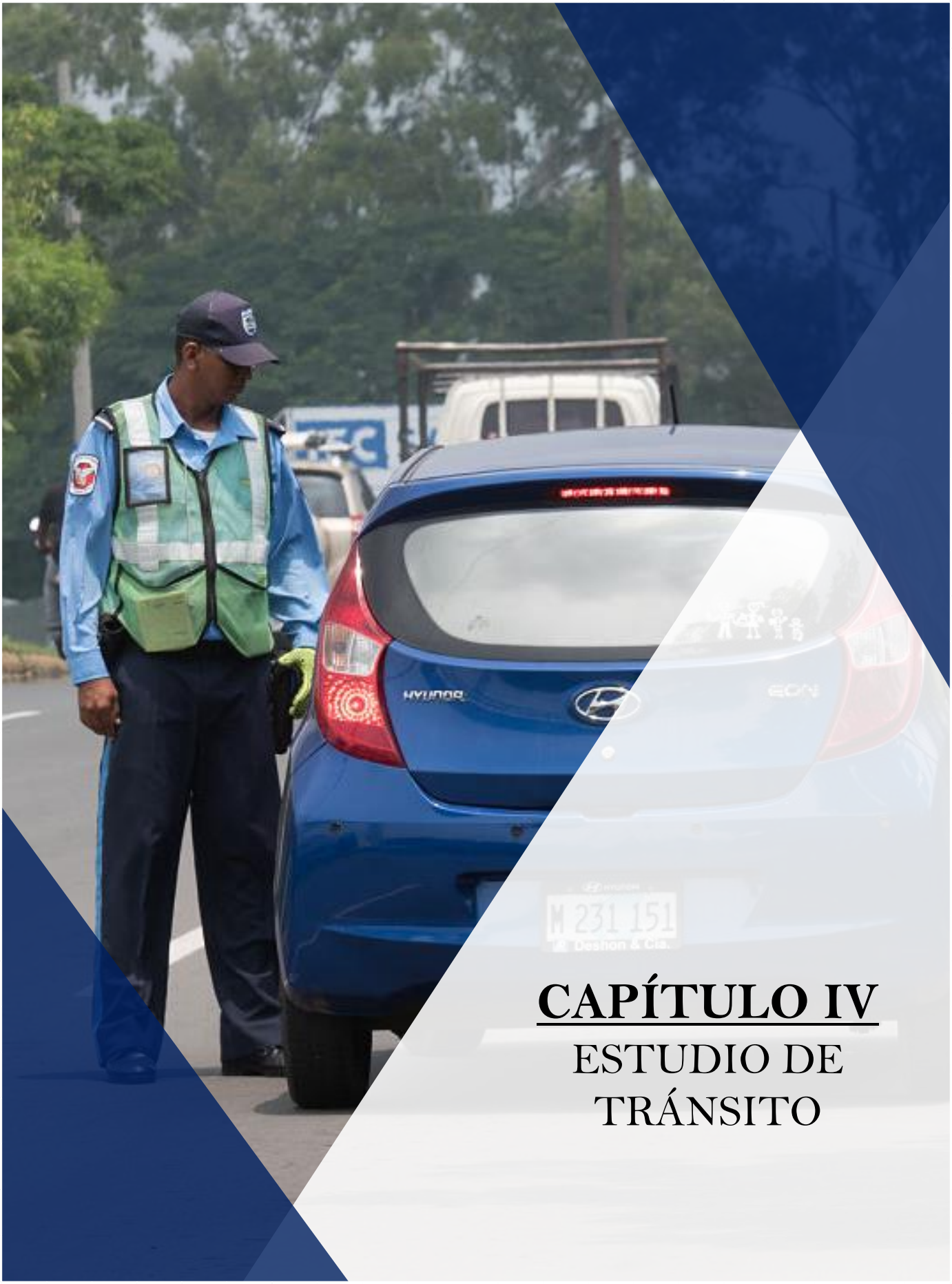
El gráfico 17, nos muestra que en su mayoría el drenaje menor existente correspondiente a la banda derecha del tramo de carretera se encuentra en mal estado con un 94%, un 5% de buen estado y presencia de 1% en estado regular.

Según los resultados obtenidos, la mayor parte de los drenajes tanto de la banda derecha como de la izquierda se encuentra en mal estado, presentando desgaste en el concreto, agujeros, presencia de sedimentos y maleza, entre otros.

Como se aprecia en la imagen 6 (pág. 52), esta sección es uno de los puntos de peligro presente en el drenaje menor, que sin el mantenimiento inmediato puede incurrir a gastos de reparación más elevados, ya que en la temporada lluviosa puede sufrir más deterioro por socavación extendiéndose la falla. Cabe recalcar que es un punto de riesgo de accidente debido a la inestabilidad que puede causar en la carpeta de rodamiento de la carretera, además del peligro que corren los peatones que transitan por este lugar.

Imagen 6. Presencia de agujeros en drenaje menor (banda derecha) desde la Estación 40+741.50 hasta la Estación 40+770.70

Fuente: Foto tomada por los sustentantes, 2022



CAPÍTULO IV

ESTUDIO DE TRÁNSITO

4.1. Introducción

El ser humano y su entorno mismo evolucionan, crecen constantemente, un ejemplo de ello es que actualmente el aumento del volumen de tránsito en las vías de nuestro país es muy significativo, lo cual está ligado con el incremento del parqueo vehicular, existen zonas y/o departamentos en los que es más predominante este factor.

Es necesario conocer las variaciones o cambios en el comportamiento vehicular para determinar si la vía es o seguirá siendo capaz de brindar un buen servicio a los usuarios de la misma y de esta manera evitar catástrofes a causa de accidentes de tránsito, el método usado para llevar a cabo el proceso de medición de volúmenes de tránsito es el Aforo vehicular o Conteo vehicular.

4.2. Descripción del Aforo

El aforo vehicular ejecutado en el tramo en estudio (4 km), se realizó por observación directa en un período de tres días de la semana (martes, miércoles, jueves) en dos puntos de la vía durante doce horas continuas, comprendido entre las 6:00 de la mañana a 6:00 de la tarde, según la metodología del *Anuario de Aforos de Tráfico 2020 del MTI*. Se observó el comportamiento vehicular en ambos sentidos de la carretera y posteriormente se anotó la información de acuerdo a la clasificación vehicular.

En el tramo de estudio de la carretera que conduce del Empalme Las Esquinas a San Marcos del departamento de Carazo se seleccionaron estratégicamente los puntos de control o conteo, en Las Esquinas km 37+000 como primer punto y en San Marcos km 41+000 como segundo punto.

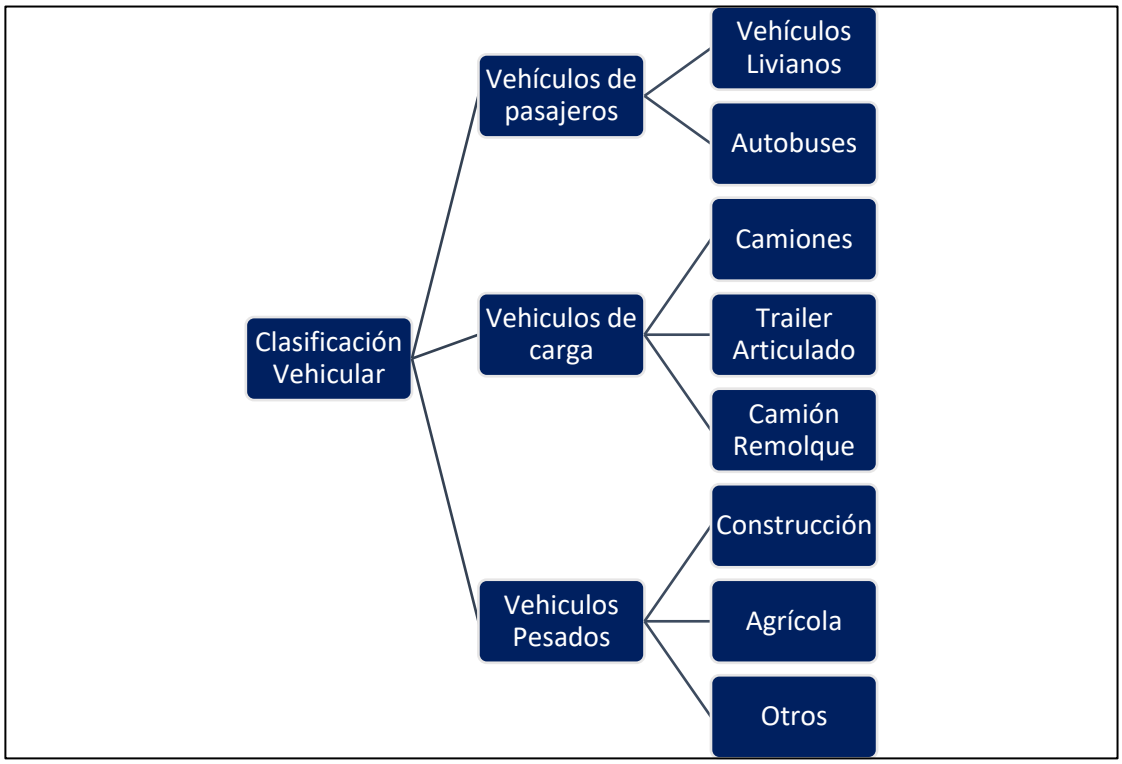
El aforo vehicular se efectuó en la fecha de martes 8, miércoles 9 y jueves 10 de junio del año 2021 durante doce horas. Se ubicaron aforadores en los dos puntos seleccionados del tramo en estudio que contaron y clasificaron los vehículos en cada sentido de flujo vehicular. Se llevó el control en un formato para cada

clasificación vehicular, esta clasificación según el *Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI*.

4.2.1. Clasificación Vehicular

En la ejecución del aforo se utilizó la metodología de clasificación vehicular según el *Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI*, que comprende: Vehículos de pasajeros, vehículos de carga y vehículos pesados.

Imagen 7. Clasificación Vehicular



Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos por sustentantes, 2021.

4.3. Volumen de Tránsito

El volumen de tránsito se refiere a la cantidad de vehículos que transitan por la vía en un periodo de tiempo determinado, el volumen de tránsito se mide en vehículos por hora (Veh/hora).

Es indispensable conocer los volúmenes del tránsito presente en el tramo en estudio ya que su análisis indicará si existe la necesidad de mejorar las

características geométricas de la vía para evitar accidentes de tránsito causados por la condición inadecuada de la carretera.

El análisis efectuado se realizó tomando en cuenta el día de conteo vehicular que contenía la cifra más crítica de los dos puntos de conteo (Las Esquinas km 37+000, San Marcos km 41+000).

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

Tabla 21. Resumen del aforo vehicular 12 horas

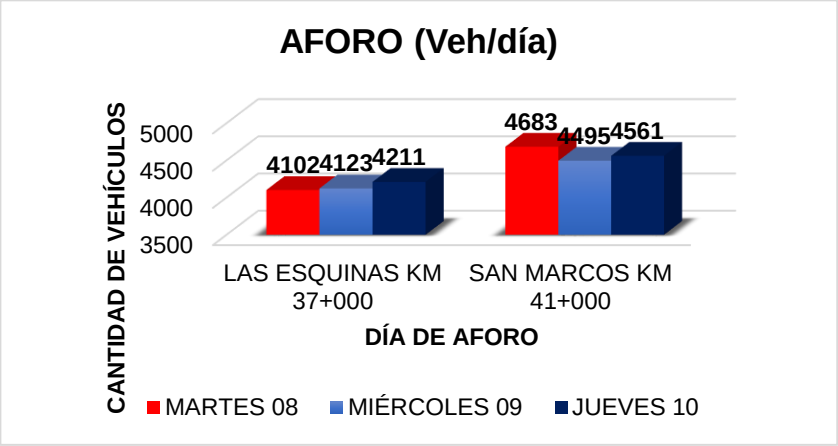
AFORO VEHICULAR POR DÍA			
ESTACIÓN	DÍAS		
	MARTES 08	MIÉRCOLES 09	JUEVES 10
LAS ESQUINAS KM 37+000	**4102**	4123	4211
SAN MARCOS KM 41+000	**4683**	4495	4561

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2021.

Según la tabla 21, el día martes la cantidad de vehículos total para la estación de conteo 37+000 cuenta con 4,102 vehículos y para la estación 41+000 cuenta con 4,683 vehículos por lo cual se tiene un total de 8,785 vehículos, el día miércoles se contabilizan un total de 8,618 vehículos, el día jueves se contabilizan un total de 8,772 vehículos, lo cual nos indica al **día martes como día de flujo vehicular mayor o crítico**.

Los detalles de aforo en día critico se encuentran en anexos XVI al XXIII, tablas D1 a la D4.

Gráfico 18. Resultado del aforo vehicular 12 horas por día



Fuente: Elaboración Propia, datos obtenidos por sustentantes, 2021.

El gráfico 18 muestra la cantidad total de vehículos por día en cada punto de conteo (punto 1 km 37+000, punto 2 km 41+000).

En el punto de control 1 (Las Esquinas km 37+000) el día martes posee la menor cantidad de vehículos en contraste con el miércoles y jueves, es importante mencionar que se tomó dicho día ya que en este se registró el VHMD (Volumen de Hora de Máxima Demanda) y Hora de Máxima Demanda (HMD). Aunque en el punto de control 2 (km 41+000) el día martes presento la mayor cantidad de tránsito de vehículos y también se registró el VHMD y HMD correspondiente.

Tabla 22. Volúmenes de Tránsito en el día crítico

PUNTO DE CONTROL	LAS ESQUINAS A SAN MARCOS	SAN MARCOS A LAS ESQUINAS	TOTAL
LAS ESQUINAS KM 37+000	2006	2096	4102
SAN MARCOS KM 41+000	2411	2272	4683
TOTAL	4417	4368	8785

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Según las Estadísticas de Crecimiento Vehicular, Policía Nacional, Direc.Gral. de Tránsito (2019): “El parque vehicular automotor del departamento de Carazo cuenta con un total de 27,735 vehículos”.

La estación de conteo en San Marcos (km 41+000) debido a que es una zona urbana posee mayor circulación de vehículos teniendo un total de 4,683 vehículos

según se observa (tabla 22, pág. 56) esto en contraste con la estación Las Esquinas (km 37+000) que cuenta con una circulación de 4,102 vehículos.

4.4. Transito Promedio Diario Anual

El análisis para la estimación del TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) correspondiente a los datos obtenidos del conteo en el tramo de carretera se realizó siguiendo la metodología del *Anuario de Aforos de Tráfico 2020* del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) el cual contiene los factores de ajuste para el tráfico vehicular en dependencia de las Estaciones de Mayor Cobertura (EMC).

4.4.1. Dependencia de Estaciones

La dependencia consiste en identificar una estación de Conteo de Corta Duración (ECD) o Conteo Sumario (ECS) y la dependencia de que Estación de Mayor Cobertura corresponde. En el *Anuario de Aforos de Tráfico 2020,* se detalla las Estaciones de Mayor Cobertura con las Estaciones de Corta Duración y Conteo Sumaria (tabla 23, pág. 58). Estas estaciones deben cumplir con una metodología que comprende ciertos vectores con incidencia y rangos de variaciones en las características del tráfico: Vector geográfico (R), volumen total del tráfico (V), y también comportamiento similar en cuanto a porcentaje de vehículos.

El tramo: Las Esquinas – San Marcos, localizado en el departamento de Carazo, correspondiente a la clasificación NIC-18A, es una Estación de Corta Duración (ECD) con código 1803 y que es dependiente de la Estación de Mayor Cobertura (EMC 401, Masaya - Granada), por lo tanto, se usaran los respectivos datos o Factores de ajustes de esta (EMC) para realizar la estimación del TPDA del tramo en estudio.

Tabla 23. Dependencia de Estaciones

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
401 Masaya - Granada	NIC-4	402	ECD	Ent. a la UNICA - Ent. a Esquipulas
	NIC-4	400	ECD	Ent. a Esquipulas - Emp. Ticuantepe
	NIC-4	403	ECD	Emp. Ticuantepe - Masaya
	NIC-4B	432	ECD	Rtda.Nindiri - Rtda. Coyotepe (circunvalación)
	NIC-11B	1103	ECD	Emp. Las Flores - Ent. Monimbó
	NIC-11B	1107	ECD	Ent. Monimbó - Emp. Catarina
	NIC-12A	1215	ECD	Emp. Nejapa - Semáforos Auto Hotel Nejapa
	NIC-12B	1206	ECD	Emp. El Viejo (Nic-24 Km 134.5) - Ent. A El Viejo
	NIC-18A	1803	ECD	Las Esquinas - San Marcos
	NIC-18A	1804	ECD	Masatepe - Catarina
	NIC-20A	2012A	ECD	Valle Gothel (Escuela Valle Gothel) - Emp. Ticuantepe (INTER NIC-4)

Fuente: Revista Anuario de Aforos de Tráfico 2020, (MTI). Pág. 48.

4.4.2. Factores de Ajuste

Para estimar el valor del TPDA correspondiente a los datos obtenidos de los conteos en las estaciones de Corta Duración o Conteo Sumaria, se aplicarán estos factores correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura. Partiendo de la dependencia de las estaciones de Corta Duración o Conteo Sumaria.

Los factores de ajuste utilizados se seleccionaron de acuerdo a la fecha en qué se realizó el aforo, como el aforo se llevó a cabo en el mes de junio los factores a utilizar corresponden al segundo cuatrimestre de mayo-agosto (ver detalles de factores de ajuste en tabla 24, pág. 62)

4.4.3. Cálculo del TPDA

❖ **Tráfico Promedio Diario (TPD)**

Para determinar el tráfico promedio diario (TPD) de 24 horas en base a los datos obtenidos del tráfico promedio diurno de 12 horas por cada 3 días de aforo, se utilizaron los factores de expansión correspondientes, y se utilizó la formula siguiente:

$$TPD(24\,h) = Factor\ día \times TPD(12\,h) \qquad EC.7$$

Donde:

TPD (24 h): Trafico Promedio Diario, correspondiente a las 24 horas del día.

TPD (12 h): Trafico Promedio Diurno, correspondiente a 12 horas del día.

Factor día: Factores de ajuste correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura, para su respectiva estación de dependencia. (ver tabla 24, pág. 62)

Sustituyendo en la Ec.7, se muestra el resultado y cálculo del Tráfico Promedio Diario (24 h), para lo cual se utiliza los datos del tráfico liviano de motos (Ver resultados y detalles completos en tabla 25, pág. 63)

Ejemplo del cálculo de Tránsito Promedio Diario (TPD motos). Tramo San Marcos-Las Esquinas, Kilometro 41.

$$\boldsymbol{TPD = 1.32 \times \left(\frac{1,540 + 1,424 + 1,388}{3}\right)}$$

$$\boldsymbol{TPD = 1,915\ motos}$$

❖ **Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)**

El tráfico Promedio Semanal (TPDS): Se calculó el tráfico promedio diario (TPD, 24h), habiendo calculado para los tres días aforados (martes, miércoles, jueves) el TPD se multiplica por el factor semana por tipo de vehículo respectivamente, obteniendo de esta forma el TPDS, es decir:

$$TPDS = Factor\ Semana \times TPD(24\ h) \qquad EC.8$$

TPDS: Trafico Promedio Diario Semanal.

TPD (24 h): Trafico Promedio Diario, correspondiente a las 24 horas del día.

Factor semana: Factores de ajuste correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura, para su respectiva estación de dependencia. (ver tabla 24, pág. 62)

Sustituyendo en la Ec.8, se muestra el resultado y cálculo del Tráfico Promedio Diario Semana (TPDS), para lo cual se utiliza los datos del tráfico liviano de motos (Ver resultados y detalles completos en tabla 25, pág. 63)

Ejemplo del cálculo Tránsito Promedio Diario (TPDS motos). Tramo San Marcos-Las Esquinas, Kilometro 41.

$$\boldsymbol{TPDS = 0.96 \times 1,915\ motos}$$

$$\boldsymbol{TPDS = 1,838\ motos}$$

- **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

El Transito Promedio Diario Anual (TPDA) se calcula multiplicando el TPDS (obtenido mediante la Ec. 9) por el factor de expansión o factor temporada por tipo de vehículo, es decir:

$$TPDA = Factor\ de\ Expansión\ a\ TPDA \times TPDS \qquad EC.9$$

Donde:

TPDA: Transito Promedio Diario Anual.

TPDS: Trafico Promedio Diario Semanal.

Factor de Expansión a TPDA: Factores de ajuste correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura, para su respectiva estación de dependencia.

El cálculo del TPDA se realizó utilizando las fórmulas expuestas anteriormente y haciendo uso de las tablas del *Anuario de Aforos de Tráfico 2020* que contienen los factores de ajuste, esto en función a la dependencia de estaciones y periodo en que se realizó el aforo.

Sustituyendo en la Ec.9, se muestra el resultado y cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) para el km 41, para lo cual se utiliza los datos del tráfico liviano de motos, los resultados completos del cálculo del TPDA, TPDS, TPD totales y por categorías de vehículos se detallan en la tabla 25 y los factores de ajuste en la tabla 24, en Anexo XLVI tabla D19 se muestran los resultados del TPDA para el km 37.

Ejemplo del cálculo Tránsito Promedio Diario (TPDA motos). Tramo San Marcos-Las Esquinas, Kilometro 41.

$$\boldsymbol{TPDA = 1.04 \times 1,838\ motos}$$

$$\boldsymbol{TPDA = 1,912 motos}$$

Tabla 24. Factores de Ajuste del Segundo Cuatrimestre. (Estación de Mayor Cobertura 401 Masaya – Granada)

Descripción	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS		
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Tráiler Articulado Tx-Sx				
	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros
Factor Día	1.32	1.35	1.24	1.30	1.35	1.30	1.27	1.26	1.45	1.35	2.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.20
Factor Semana	0.96	1.04	1.08	0.98	0.91	0.97	0.97	0.90	0.88	0.83	1.00	1.00	1.00	0.86	1.00	1.00	0.89
Factor Fin de Semana	1.12	0.91	0.85	1.07	1.35	1.09	1.09	1.41	1.53	2.03	1.00	1.00	1.00	1.66	1.00	1.00	1.45
Factor Expansión a TPDA	1.04	0.98	1.01	1.00	0.98	1.00	1.03	0.99	1.03	1.02	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.08

Fuente: Revista Anuario de Aforos de Tráfico 2020, (MTI). Pág. 355.

Tabla 25. Tránsito Promedio Diario Anual Las Esquinas - San Marcos (km 41)

PUNTO DE CONTEO 2 (Kilómetro 41+000)																		
Ítem	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Tráiler Articulado Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
Martes (TD 12h)	1540	1025	46	797	115	58	87	265	211	18	7	1	9	27	0	0	5	4,211
Miércoles (TD 12h)	1424	908	33	850	40	123	95	291	159	15	5	1	4	41	2	0	1	3,992
Jueves (TD 12h)	1388	865	44	864	39	141	91	338	215	24	3	0	1	40	0	0	13	4,066
TPD prom. (12h)	1230	935	32	725	175	53	87	149	129	12	148	1	4	42	1	0	31	3,754
Factor Día	1.32	1.35	1.24	1.3	1.35	1.3	1.27	1.26	1.45	1.35	2	1	1	1.35	1	1	1.2	-
TPD (Vpd)	1915	1259	51	1088	87	140	116	375	283	26	10	1	5	49	1	0	8	5,411
Factor Semana	0.96	1.04	1.08	0.98	0.91	0.97	0.97	0.9	0.88	0.83	1	1	1	0.86	1	1	0.89	-
TPDS	1838	1309	55	1066	79	135	112	338	249	21	10	1	5	42	1	0	7	5,268
Factor de Expansión	1.04	0.98	1.01	1	0.98	1	1.03	0.99	1.03	1.02	1	1	1	0.99	1	1	1.08	-
TPDA	1912	1283	55	1066	78	135	115	335	256	22	10	1	5	41	1	0	7	**5,323**

4.5. Hora de Máxima Demanda

El análisis de la hora de máxima demanda u hora de punta se llevó a cabo utilizando el método de los volúmenes equivalentes para encontrar la hora en la cual el flujo de tránsito fue mayor. Se procedió a realizar la suma correspondiente a cada segmento en el tramo de carretera en estudio.

El factor de hora de máxima demanda FHMD, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * q_{máx}} \qquad \textit{(EC. 10)}$$

Donde:

$FHMD$: Factor de Hora de máxima demanda

$VHMD$: Volumen de Hora de máxima demanda

$q_{máx}$: Volumen en el período de 15 minutos de mayor demanda en hora de máxima demanda o tasa de demanda de flujo máxima.

4.6. Volúmenes de Tránsito en Estaciones de Aforo

4.6.1. Las Esquinas km 37 + 000

Del aforo realizado se obtienen los datos de los valores de máxima demanda, la hora de máxima demanda registrada en el punto de control 1 (km 37+000) del empalme Las Esquinas este se encuentra entre las 6:15 am a las 7:15 am, correspondiente al día martes 8 de junio del 2021, con un Volumen de Hora de Máxima Demanda (VHMD) de 493 vehículos por hora y un comportamiento de mayor demanda dentro de esa hora de 165 vehículos en un intervalo de 5 minutos (6:45 am a 7:00 am).

En la tabla 26, pág. 65, se puede observar el intervalo de tiempo correspondiente a la Hora de máxima demanda: 6:15 – 7:15 pm = 493 Veh/hora. (ver tabla completa en anexo XL, tabla D13).

Tabla 26. Tasa de demanda de flujo máxima y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021).

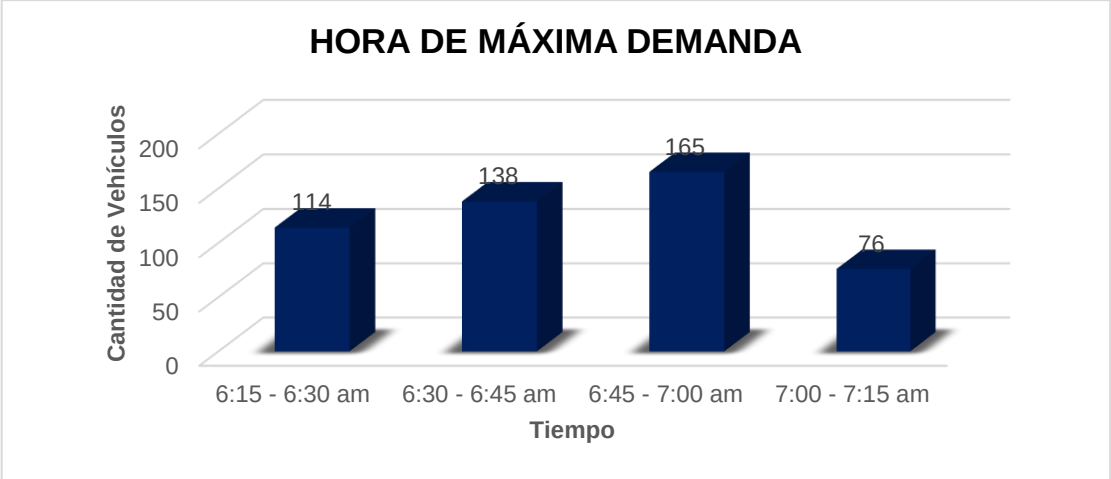
EMPALME LAS ESQUINAS-SAN MARCOS ESTACIÓN 37+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 - 6:15 am	25	14	39	-
6:15 - 6:30 am	67	47	114	-
6:30 - 6:45 am	67	71	138	-
6:45 - 7:00 am	76	89	165	456
7:00 - 7:15 am	38	38	76	**493**
7:15 - 7:30 am	30	43	73	452

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

$$FHMD = \frac{493}{4 * 165} = 0.747$$

El FHMD en el empalme Las Esquinas Km 37+000 es igual a 0.747, se conoce que el valor de FHMD varía entre 0.80 y 0.95, el FHMD calculado no está entre el intervalo por lo cual indica un comportamiento de flujo vehicular variable.

Gráfico 19. Hora de máxima demanda y comportamiento vehicular en Empalme Las Esquinas km 37+000



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

En el gráfico 19, se observa la cantidad máxima de vehículos que pasan por punto de control en intervalos de 15 minutos, correspondiente a la hora de máxima demanda. (Ver anexo XL, tabla D13).

4.6.2. San Marcos km 41+000

La hora de máxima demanda registrada en el punto de control 2 (km 41+000) del empalme Las Esquinas se encuentra entre las 7:15 am a las 8:15 am, correspondiente al día martes 8 de junio del 2021, con un VHMD de 637 vehículos por hora y un comportamiento de mayor demanda dentro de esa hora de 217 vehículos en un intervalo de 5 minutos (7:45 am a 8:00 am).

En la tabla 27, pág. 66, se puede observar que la Hora de máxima demanda se encuentra en los intervalos de tiempo de 7:15 – 8:15 am = 637 Veh/hora (Ver tabla completa en Anexo XLI, tabla D14).

Tabla 27. Tasa de demanda de flujo máxima y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021).

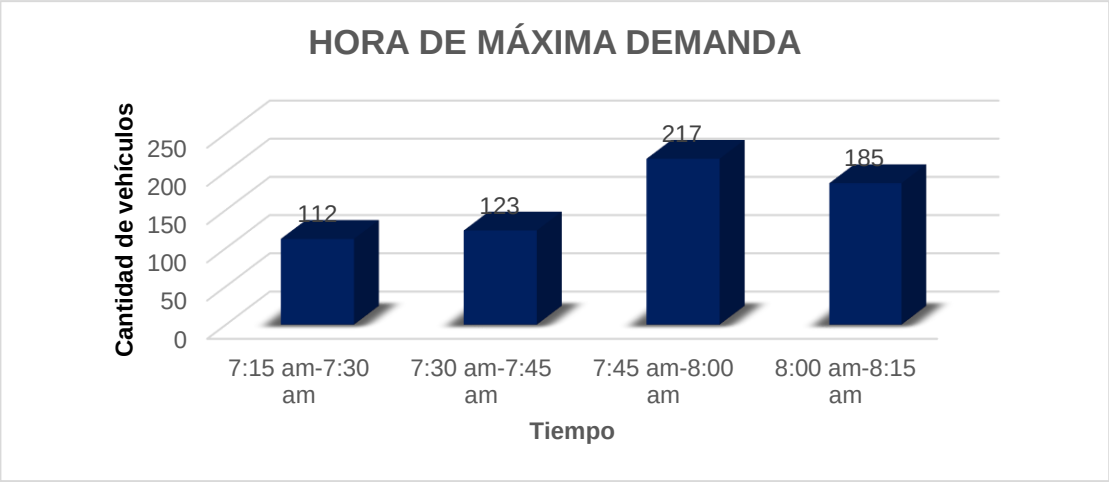
SAN MARCOS-LAS ESQUINAS ESTACIÓN 41+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	27	35	62	-
6:15 am-6:30 am	76	57	133	-
6:30 am-6:45 am	81	62	143	-
6:45 am-7:00 am	90	76	166	504
7:00 am-7:15 am	69	46	115	557
7:15 am-7:30 am	60	52	112	536
7:30 am-7:45 am	61	62	123	516
7:45 am-8:00 am	118	99	217	567
8:00 am-8:15 am	119	66	185	637
8:15 am-8:30 am	43	35	78	603

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021

$$FHMD = \frac{637}{4 * 217} = 0.734$$

El FHMD del punto de control en San Marcos Km 41+000 es igual a 0.734, se considera que cuando FHP<0.80 las condiciones de la carretera varían sustancialmente, es decir, hay presencia de un comportamiento vehicular variable.

Gráfico 20. Hora de máxima demanda y comportamiento vehicular en San Marcos km 41+000



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

En el gráfico 20, se observa la cantidad máxima de vehículos que pasan por punto de control en intervalos de 15 minutos, correspondiente a la hora de máxima demanda. (Ver Anexo XLI, tabla D14)

4.7. Nivel de Servicio

El análisis de los factores que determinan el nivel de servicio de la carretera en el tramo en estudio, se realizó conforme a la metodología establecida en el Manual de Capacidades de Carreteras (HCM2010).

Los Niveles de Servicio (LOS), comprende el máximo volumen horario que puede acomodar una carretera sin que el grado de congestionamiento alcance los niveles preseleccionados por el diseñador.

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

El Manual de Capacidades de Carreteras establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de

servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel de servicio F se alcanza el flujo forzado, es decir, un flujo de movimiento vehicular restringido.

4.7.1. Cálculo del Nivel de Servicio de la Carretera

Se calculará el nivel de servicio en los dos puntos de control (km 37 y km 41) del tramo de carretera de dos carriles de 4 kilómetros de estudio. La metodología a utilizar será la del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), que clasifica las carreteras de dos carriles en tres tipos o clases:

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

Clase II: Son carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a altas velocidades, que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que actúan como rutas paisajísticas o recreativas (y no como arterias principales), o pasan a través de un terreno accidentado, (donde altas velocidades de operación sería imposible). A menudo sirven para viajes relativamente cortos el comienzo o fin de viajes más largos o viajes de turismo que juegan un papel importante.

Clase III: Son carreteras que sirven a áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser tramos de carreteras de dos carriles Clase I o Clase II que pasan a través de las pequeñas ciudades o zonas recreativas desarrolladas. En tales segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizados es notablemente mayor que en una zona rural. También pueden ser segmentos de tramos más largos que pasan a través de áreas recreativas, también con el aumento de densidades.

Estos tramos son a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad.

La carretera en estudio, ubicada en el departamento de Carazo cuyo tramo en estudio corresponde a 4 kilómetros de carretera con punto de inicio en el empalme Las Esquinas (km 37) y punto final en San Marcos (km 41), presenta las siguientes características:

- Esta carretera sirve a los usuarios a desplazarse a grandes distancias; La NIC-18A conecta los tramos de: Las Esquinas-San Marcos, San Marcos-Masatepe, Masatepe-Catarina.
- Es una Carretera Colectora Principal ≡ Nacional Secundaria, forma parte de la Red vial Nacional.
- Permite a los usuarios transitar a altas velocidades en su desplazamiento.
- Este tipo de carreteras sirve a un flujo de tráfico de 250 veh/día, además de comunicar con cabeceras municipales con población superior a los 10,000 habitantes.

Los datos anteriores correspondientes a la carretera en estudio de dos carriles la ubican según el Manual HCM 2010 en una carretera Clase I, por lo cual según su metodología se seguirán 7 pasos para determinar su Nivel de Servicio y Capacidad.

A. Las Esquinas km 37 + 000

La vía en estudio según su clasificación funcional corresponde a una carretera colectora principal, con velocidad límite de 80 kph con presencia terreno plano.

Mediante el Aforo de Tránsito se determinó la distribución direccional, esto, en base a la Hora Pico u Hora de Máxima Demanda, donde el 49% de vehículos se dirigían en el sentido del empalme Las Esquinas a San Marcos y el 51% viajaban de San Marcos hacia el empalme Las Esquinas, por lo cual en condiciones ideales se toma una distribución direccional de 50/50. La restricción equivalente al 100%.

Tabla 28. Características de la vía

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA		
NIC- 18A	Colectora Principal	
Tipo de Terreno	Plano	
Velocidad de la carretera (mi/h)		50
Ancho de carriles (pie)		10
Ancho de hombros (pie)		2
Restricción de Rebase (%)		100
Límite de Velocidad base (Km/h)		80
Longitud del tramo (Km)		4
CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO		
VHMD	(Veh/h)	493
FHMD		0.747
Distribución Direccional		50/50
% DE TRÁFICO DE VEHÍCULOS		
% Vehículos Pesados		12.26
% Vehículos de Pasajeros		7.14
% Vehículos Livianos		80.59
% Vehículos Recreacionales		0.00

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes, 2021.

- **Cálculo de la Velocidad de Flujo Libre (FFS)**

$$FFS = BFFS \times F_{Ls} \times FA \qquad \textit{(EC. 11)}$$

Donde:

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

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

F_{Ls}: Factor de ajuste por ancho de carril y de hombros, (Tabla 15-7, Mi/h).

FA: Factor de ajuste para los puntos de acceso, (Mi/h).

- **Determinación de la Velocidad base de flujo libre, ($BFFS$, Km/h)**

$$BFFS = Velocidad\ limite + condición\ base \qquad \textit{(EC. 12)}$$

$$BFFS = 50\ mi/h + 10mi/h = \mathbf{60mi/h}$$

- **Determinación del Factor de Ajuste por ancho de Hombros y de Carril F_{Ls}**

Tabla 29. Factor de ajuste por ancho de hombros y de carril F_{Ls}

Ancho de Carril (Pie)	Ancho de Hombros (Pie)			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 9 < 10$	6.4	4.8	3.5	2.2
$\geq 10 < 11$	5.3	3.7	2.4	1.1
$\geq 11 < 12$	4.7	3	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Se obtiene el factor de ajuste por ancho de hombros $F_{Ls} = 5.3\ mi/h$

- **Determinación del Factor de ajuste para los puntos de acceso FA**

Tabla 30. Factor de ajuste para los puntos de acceso FA

Puntos de Acceso por milla (Dos Direcciones)	Reducción en FFS (Mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

El cálculo del Factor de Ajuste para los puntos de acceso FA está en dependencia de la cantidad de intersecciones o entradas que conectan con la carretera y aportan flujo de vehículos considerable. La cantidad de entradas o intersecciones del tramo de carretera en estudio es de 5 en total:

Tabla 31. Intersecciones en el sentido derecho (Esquinas-San Marcos)

# Entrada	Esquinas – San Marcos
1	Conexión con Bo. Las Carolinas
2	Conexión con Bo. El Socorro

Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes, 2022.

Tabla 32. Intersecciones en el sentido izquierdo (San Marcos-Esquinas)

# Entrada	San Marcos – Esquinas
1	Conexión con Bo. Santa Clara y vía a Carazo
2	Conexión con Bo. La Fraternidad
3	Conexión con Bo. Los Marqueses

Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes, 2022.

Total de intersecciones =	**5 (Ambos sentidos)**

La longitud del tramo es 4 kilómetros ≈ 2.485 millas, se tiene:

$$\frac{5\ intersecciones}{2.485\ millas} = 2.01$$

Corresponde a 2.01≈ 2 Puntos de acceso por milla, por lo tanto, de la tabla 30, pág. 71 se interpola para obtener el valor de FA, como resultado se obtiene:

$$\boldsymbol{FA = 0.50\ mi/h}$$

Habiendo determinado la velocidad base de flujo libre (BFFS), el factor de ajuste para los puntos de acceso (FA), el factor de ajuste por ancho de hombros y carril (F_{Ls}), se procede a calcular la Velocidad de Flujo Libre (FFS), según la Ec. 11:

$$FFS = (60mi/h) - (5.3mi/h) - (0.50mi/h)$$

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

- **Ajuste de Volumen por velocidad promedio ($V_{i,ATS}$) para ATS**

$$V_{i,ATS} = \frac{Vi}{FHMD * f_{g,ATS} * f_{HV,ATS}} \qquad Ec.13$$

Donde:

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

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

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

$FHMD$: Factor de Hora de máxima demanda.

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

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

- **Determinación del Factor de grado de ajuste ($f_{g,ATS}$):**

Mediante el Aforo de Tránsito se calculó la distribución direccional, esto, en base a la Hora de máxima demanda, donde el 49% de vehículos se dirigían en el sentido del empalme Las Esquinas a San Marcos y el 51% viajaban de San Marcos hacia el empalme Las Esquinas, por lo cual en condiciones ideales se toma una distribución direccional de 50/50. La restricción de rebase se encuentra en un rango del 100%.

Con la distribución direccional 50/50 para las direcciones de flujo, se tiene un Volumen de Flujo para los dos sentidos, $V = 493\ Veh/h$ entonces se tiene:

$$V_{Vpn} = \frac{VHMD/2}{FHMD} \qquad Ec.14$$

Donde:

- Sentido 1: Empalme Las Esquinas a San Marcos (Der.)
- Sentido 2: San Marcos Empalme a Las Esquinas (Izq.)

$$\boldsymbol{Ambos\ sentidos}:\ \boldsymbol{V_{Vpn} = \frac{\frac{493}{2}}{0.747} = \frac{247}{0.747} = 331\ Veh/h}$$

Tabla 33. Factor de grado de ajuste de pendiente ATS ($f_{g,ATS}$) para terreno nivelado, terreno ondulado y degradaciones específicas.

Flujo de demanda unidireccional, Vvpn (Veh/h)	Factor de Ajuste	
	Nivel de Terreno plano y Bajadas Especificas	Terreno Ondulado
≥ 100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥ 900	1.00	1.00
Nota: Se recomienda la interpolación al 0,01 más cercano.		

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

El flujo de demanda unidireccional es $V = 331\ \mathrm{Veh/h}$ en ambos sentidos ya que la distribución direccional es de 50% (50/50), por lo tanto, en la Tabla 33 se interpola entre los rangos de $V_{VPn} = 300$ y $V_{VPn} = 400$ para tipo de terreno ondulado, obteniendo un Factor de grado de ajuste de pendiente:

Ambos Sentidos: $\boldsymbol{f_{g,ATS} = 1}$

- **Factor de Ajuste de Vehículos pesados ($f_{HV,ATS}$) para ATS**

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)} \qquad Ec.15$$

Donde:

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

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

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

ET: Equivalente de automóviles por camión.

ER: Equivalente de automóvil de pasajeros por vehículos recreativos.

Los valores de PT y PR determinados se encuentran en la tabla 28, pág. 70, sabiendo que la proporción de vehículos recreativos en el flujo de tráfico es (PR)=0% ≈ 0.0 (decimal) y la proporción de camiones en el flujo de tráfico (PT)=12.26% ≈ 0.12 (decimal).

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

Tabla 34. Equivalente de automóvil de pasajeros para camiones (ET) y vehículos recreativos (ER) para terreno llano, terreno ondulado y pendientes específicas.

Tipo de Vehículo	Indice de Flujo de Demanda Direccional Vvpn (Veh/h)	Nivel de Terreno Plano y Bajadas	Terreno Ondulado
Camiones, ET	≥ 100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2.0
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥ 900	1.0	1.3
RVs, ER	All Flows	1.0	1.1
Nota: Se recomienda la interpolación al 0,01 más cercano.			

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Debido a que el índice de flujo de demanda direccional es $\mathrm{Vvpn} = 331\ \mathrm{Veh/h}$ en ambos sentidos ya que la distribución direccional es de 50% (50/50), por lo tanto, se interpola entre los rangos de $V_{VPn} = 300$ y $V_{VPn} = 400$ para tipo de terreno ondulado, obteniendo para ambos sentidos los siguientes factores:

Ambos sentidos: ET = 1.37

Ambos Sentidos: ER = 1.0

Para calcular el Factor de Ajuste de Vehículos pesados ($f_{HV,ATS}$) se sustituye en la Ec. 15 los factores determinados anteriormente, teniendo como resultado:

$$Ambos\ Sentidos:\ f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.12(1.37 - 1) + 0.00(1.0 - 1)}$$

$$\boldsymbol{Ambos\ Sentidos:\ f_{HV,ATS} = 0.96}$$

Sustituyendo en la Ec. 13, se calcula el Ajuste de Volumen de demanda por velocidad promedio $\boldsymbol{V_{i,ATS}}$ para (ATS)

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

$$V_{d,ATS} = \frac{247}{0.747 * 1.00 * 0.96}$$

$$\boldsymbol{V_{1,ATS} = V_{2,ATS} = 344\ Veh/h}$$

Debido a que en el punto de estudio la distribución direccional es del 50/50, la demanda de velocidad promedio se considera igual para ambas direcciones, por lo tanto:

$$\boldsymbol{V_{1,ATS} = V_{2,ATS} = 344\ Veh/h}$$ **Ambos Sentidos**

- **Cálculo de la Velocidad Promedio de marcha (ATS)**

$$\boldsymbol{ATS_D = FFS - 0.00776(V1 + V2)F_{NP,ATS} \qquad Ec.16}$$

Donde:

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

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

$V_{1,ATS}$: Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis (Veh/h).

$V_{2,ATS}$: Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (Veh/h).

$F_{NP,ATS}$: Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis.

Tabla 35. Factores de Ajuste ATS para zona de no Rebase ($F_{NP,ATS}$)

Flujo de Demanda Opuesta, Vo (Veh/h)	Porcentaje de zona de No Rebase				
	≤ 20	40	60	80	100
	$FFS \geq 50\ Mi/h$				
≤ 100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1000	0.5	0.4	0.7	0.9	1.1
1200	0.6	0.4	0.7	0.8	1
1400	0.7	0.4	0.6	0.7	0.8
≥ 1600	0.8	0.4	0.5	0.5	0.5

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Conociendo el porcentaje de no rebase del punto de estudio y el FFS calculado, es decir:

$$FFS = 54.20\ mi/h$$

$$Porcentaje\ de\ No\ rebase = 100\%$$

El porcentaje de flujo de demanda opuesta $Vo = 344\ Veh/h$ se encuentra en el rango de $Vo = 400\ \mathrm{Veh/h}$ y $Vo = 600\ \mathrm{Veh/h}$ por lo cual es necesario realizar una interpolación para encontrar el factor de ajuste para zonas de no rebase ($F_{NP,ATS}$).

Obteniendo como resultado:

Ambos Sentidos: $\boldsymbol{F_{NP,ATS} = 2.96}$

Sustituyendo en la Ec. 16:

$$ATS_D = FFS - 0.00776(V1 + V2)F_{NP,ATS}$$

Ambos Sentidos

$$ATS = 54.20\ {}^{Mi}/_{h} - 0.00776(344 + 344)\ 2.96$$

$$\boldsymbol{ATS_1 = ATS_2 = 38.40\ {}^{Mi}/_{h}}$$ **Ambos Sentidos**

- **Ajuste en el flujo vehicular por demoras por no rebase ($V_{i,PTSF}$) para PTSF**

$$\boldsymbol{V_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}} \qquad \boldsymbol{Ec.17}$$

Donde:

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

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

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

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

- **Factor de grado de ajuste por pendiente ($f_{g,PTSF}$)**

El factor de ajuste se determina en función del volumen de máxima demanda, con una distribución direccional de 50/50 por lo que el volumen de máxima demanda se divide el 50% para una dirección y 50% para la otra.

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

Donde:

- Sentido 1: Empalme Las Esquinas a San Marcos
- Sentido 2: San Marcos Empalme a Las Esquinas

$$\text{Ambos Sentidos:} \quad V_{Vpn} = \frac{\frac{493}{2}}{0.747} = \frac{247}{0.747} = 331\ Veh/h$$

Tabla 36. Factor de ajuste por pendiente $f_{g,PTSF}$ para terreno llano, terreno ondulado y degradaciones especificas

Flujo de demanda unidireccional, Vvpn (Veh/h)	Factor de Ajuste	
	Nivel de Terreno plano y Bajadas Especificas	Terreno Ondulado
≤ 100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥ 900	1.00	1.00
Nota: Se recomienda la interpolación al 0,01 más cercano.		

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

De la interpolación en tabla para un $Vvpn = 331\ Veh/h$ que está en el rango de $Vvpn = 300 Veh/h$ y $Vvpn = 400 Veh/h$ para terreno ondulado, se tiene:

$$f_{g,PTS} = 1.0 \qquad \textbf{Para ambos sentidos}$$

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

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1) + PR(ER - 1)} \qquad Ec.18$$

Donde:

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

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

ET: Equivalencia de números de vehículos por camión

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

ER: Equivalencia de números de vehículos por vehículos recreacionales.

Tabla 37. Equivalente de vehículos de pasajeros para camiones (ET) Y vehículos recreativos (ER).

Tipo de Vehículo	Indice de Flujo de Demanda Direccional Vvpn (Veh/h)	Nivel de Terreno Plano y Bajadas	Terreno Ondulado
Camiones, ET	≤ 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥ 900	1.0	1.0
RVs, ER	All Flows	1.0	1.0
Nota: Se recomienda la interpolación al 0,01 más cercano.			

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Para un índice de flujo direccional de $Vvpn = 331\,Veh/h$ que está en el rango $300\,Veh/h$ y $400\,Veh/h$ para terreno plano, se obtiene:

Dirección 1:

$E_T = 1.1$

$E_R = 1.0$

$P_T = 0.12$

$P_R = 0.0$

Dirección 2:

$E_T = 1.1$

$E_R = 1.0$

$P_T = 0.12$

$P_R = 0.0$

Sustituyendo en la ecuación 18 los valores determinados anteriormente:

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

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + 0.12(1.1 - 1) + 0(1.0 - 1)}$$

$$\boldsymbol{f_{HV,PTSF} = 0.99} \quad \textbf{Ambos Sentidos}$$

Habiendo determinado los factores, se sustituye en la Ec.17 para calcular el flujo vehicular por demoras por no rebase PTSF:

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

$$V_{i,PTSF} = \frac{247\ Veh/h}{0.747 \times 1.0 \times 0.99}$$

$$\boldsymbol{V_{1,PTSF} = V_{2,PTSF} = 334\ Veh/h}$$ **Ambos Sentidos**

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

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

$$\boldsymbol{PTSF_d = BPTSF_d + F_{NP,PTSF}\left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{O,PTSF}}\right)} \qquad \boldsymbol{Ec.\,19}$$

Donde:

$\boldsymbol{PTSF_d}$**:** Porcentaje de Tiempo utilizado en seguir un vehículo, (decimal).

$\boldsymbol{BPTSF_d}$**:** Porcentaje base de Tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección del análisis, (decimal).

$\boldsymbol{F_{NP,PTSF}}$**:** Factor de ajuste de Porcentaje de demoras siguiendo PTSF por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo de carretera en análisis.

$\boldsymbol{V_{d,PTSF}}$**:** Porcentaje de flujo de demanda en la dirección de análisis para la estimación de PTSF, (Veh/h).

$\boldsymbol{V_{d,PTSF}}$**:** Porcentaje de flujo de demanda en la dirección opuesta para la estimación de PTSF, (Veh/h).

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

$$\boldsymbol{BPTSF_d = 100\left[1 - e^{(av_d{}^b)}\right]} \qquad \boldsymbol{Ec.\,20}$$

Las constantes a y b se encuentran en la tabla siguiente y está en dependencia de la tasa de flujo de demanda $V_o = 334\ Veh/h$.

Tabla 38. Coeficientes (a, b) PTSF para estimar BPTSF

Tasa de demanda opuesta de flujo, Vo (Veh/h)	Coeficiente a	Coeficiente b
≤ 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1000	-0.0049	0.829
1200	-0.0054	0.825
1400	-0.0058	0.821
≥ 1600	-0.0062	0.817
Nota: interpolación en línea recta de a al 0,0001 más cercano y b al 0,001 más cercano es recomendado.		

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

De la interpolación se obtienen los factores:

Sentido 1: a = -0.0019, b = 0.940

Sentido 2: a = -0.0019, b = 0.940

Sustituyendo en la Ec.20, Se tiene:

$$BPTSF_d = 100\left[1 - e^{\left(-0.0019*334^{0.940}\right)}\right]$$

$$\boldsymbol{BPTSF_d = 36.10\%} \qquad \textbf{Ambos Sentidos}$$

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

El factor de ajuste se encuentra en dependencia de la tasa de flujo de demanda bidireccional total (**V**), y una restricción de zona de no pase del 100%, por lo tanto:

$$\boldsymbol{V = V_d + V_o} \qquad \boldsymbol{Ec.21}$$

$$V = 334\,{}^{Veh}/_{h} + 334\,{}^{Veh}/_{h} = \boldsymbol{668\ Veh/h}$$

Tabla 39. Factor de ajuste para zonas de no rebase ($F_{NP,PTSF}$)

Tasa de demanda de flujo, V (Veh/h)	Porcentaje de Zona de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
	Distribución Direccional: 50/50					
≤ 200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Debido a que el valor de la Tasa de demanda de Flujo (V) es 668 Veh/h interpolamos en la tabla 39 los valores que estén en este rango, obteniendo como resultado un factor de ajuste para zonas de No rebase de:

$$\boldsymbol{F_{NP,PTSF} = 53.33}$$

Al sustituir en la Ecuación 19 de cálculo del porcentaje de tiempo en seguir un vehículo, con una distribución Direccional 50% para ambas direcciones, se tiene:

$$PTSF_d = BPTSF_d + F_{NP,PTSF}\left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{O,PTSF}}\right)$$

$$\boldsymbol{PTSF_1 = 36.10 + 53.33\left(\frac{334}{334 + 334}\right) = 62.77\%}$$

$$\boldsymbol{PTSF_2 = 36.10 + 53.3\left(\frac{331}{334 + 334}\right) = 62.77\%}$$

El porcentaje de demoras en la dirección 1 es igual a la dirección 2 ($PTSF_1 = PTSF_2$), esto, debido a que el valor de la distribución direccional es igual para ambas direcciones o sentidos (50/50).

- **Estimación del porcentaje de velocidad de flujo Libre (PFFS)**

Este cálculo solo se efectúa en carreteras clasificadas como Clase III, por lo cual en nuestro tramo de carretera en estudio no se efectuará la determinación de este porcentaje (PFFS).

- **Determinación del Nivel de servicio y capacidad**

En el punto de control del kilómetro 37+000, se realizó el cálculo de la Velocidad Promedio y el Porcentaje de Tiempo, esto, para la dirección 1 y dirección 2.

La Dirección 1 y Dirección 2 dan resultados iguales para ATS Y PTSF debido a que la distribución direccional es 50/50 (50%) para ambos sentidos de flujo, lo cual explica porque tienen valores iguales en sus factores calculados.

Tabla 40. Criterios para los niveles de servicio (LOS) de carreteras de dos carriles

LOS	Carretera de Clase I		Carretera de Clase II	Carretera de Clase III
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	> 55	≤ 35	≤ 40	> 91.7
B	$> 50 - 55$	$> 35 - 50$	$> 40 - 55$	$> 83.3 - 91.7$
C	$> 45 - 50$	$> 50 - 65$	$> 55 - 70$	$> 75.0 - 83.3$
D	$> 40 - 45$	$> 65 - 80$	$> 70 - 85$	$> 66.7 - 75.0$
E	≤ 40	> 80	> 85	≤ 66.7

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM) 2010, Capítulo 15.

Para clasificar el nivel de servicio para carreteras clase I según la tabla 40, conforme al PTSFd el porcentaje de tiempo siguiendo, nuestro caso ambos niveles de servicios se encuentran en el nivel "C" (PTSFd=62.77% clasificación >50-65) para ambas direcciones, ya que la división direccional es 50/50.

- **Capacidad en la dirección de análisis (Cd)**

$$C_{d.ATS} = 1{,}700 * F_{g,ATS} * F_{HV,ATS} \qquad Ec.22$$

$$C_{d.PTSF} = 1{,}700 * F_{g,PTSF} * F_{HV,PTSF} \qquad Ec.23$$

Donde:

$C_{d.ATS}$: Capacidad en la dirección de análisis bajo condiciones básicas en la velocidad de desplazamiento promedio (ATS), (Veh/h).

$C_{d.PTSF}$: Capacidad en la dirección de análisis en las condiciones básicas con el porcentaje de tiempo gastado siguiendo (PTSF), (Veh/h).

Se tiene:

Sentido 1: $F_{g,ATS} = 1.0$ para el 50 %, $F_{HV,ATS} = 0.96$

Sentido 1: $F_{g,PTSF} = 1.0$ para el 50 %, $F_{HV,PTSF} = 0.99$

Debido a que los factores para ATS para la dirección1=dirección2 y que los factores PTSF de la Dirección1=Dirección 2, esto debido a la distribución direccional del tránsito en ambas direcciones de flujo es 50/50, se analizara únicamente las capacidades de ATS y PTSF para una dirección ya que son iguales.

Sentido 1 ($C_{d.ATS}$) y ($C_{d.PTSF}$):

$$C_{d.ATS} = 1{,}700 * 1.0 * 0.96 = 1{,}632\ Veh/h$$

$$C_{d.PTSF} = 1{,}700 * 1.0 * 0.99 = 1{,}683\ Veh/h$$

Por lo tanto:

Sentido 1 $C_{d.ATS}$ = Sentido 2 $C_{d.ATS}$

Sentido 1 $C_{d.PTSF}$ = Sentido 2 $C_{d.PTSF}$

La capacidad direccional es de 1,632 Veh/h. Dada la distribución direccional 50/50, la capacidad bidireccional del segmento es 1,632+1,632=3,264 Veh/h. Debido a que esto excede la capacidad límite de 3200 Veh/h (HCM 2010), la capacidad direccional no se puede lograr con una distribución direccional 50/50. Prevalecería una capacidad bidireccional total de 3200 pc/h. En términos de condiciones predominantes, la capacidad sería $3200 \times 1.0 \times 0.96 = 3{,}072\ Veh/h$. Con una distribución direccional 50/50, esto implica una capacidad direccional de $3{,}072/2 = 1536\ Veh/h$.

Se espera que el segmento de carretera de dos carriles que se describe opere de manera regular, dentro del nivel de servicio C. La operación es deficiente a pesar del hecho de que la demanda es solo 331/1,536 = 0.22% de capacidad.

B. San Marcos Km 41 + 000

La vía en estudio según su clasificación funcional corresponde a una carretera Colectora principal, con velocidad límite de 60 kph con presencia terreno plano.

Tabla 41. Características de la vía

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA	
NIC- 18A Colectora Principal	
Tipo de Terreno Plano	
Velocidad de Proyecto (Mi/h)	37
Ancho de carriles (pie)	11
Ancho de hombros (pie)	4
Restricción de Rebase (%)	60
LÍmite de Velocidad base (Km/h)	60
Longitud del tramo (Km)	4
CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	
VHP (Veh/h)	637
FHP	0.734
Distribución Direccional	50/50
% DE TRÁFICO DE VEHÍCULOS	
% Vehículos Pesados	11.60
% Vehículos de Pasajeros	5.55
% Vehículos Livianos	82.85
% Vehículos Recreacionales	0.00

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes, 2021.

Los cálculos efectuados para la obtención del nivel de servicio en que opera la vía en el punto de control 2 (km 41+000) se realizó del mismo modo que para el punto de control 1 correspondiente al km 37+000.

Tabla 42. Resultados de niveles de servicio para cada punto de control

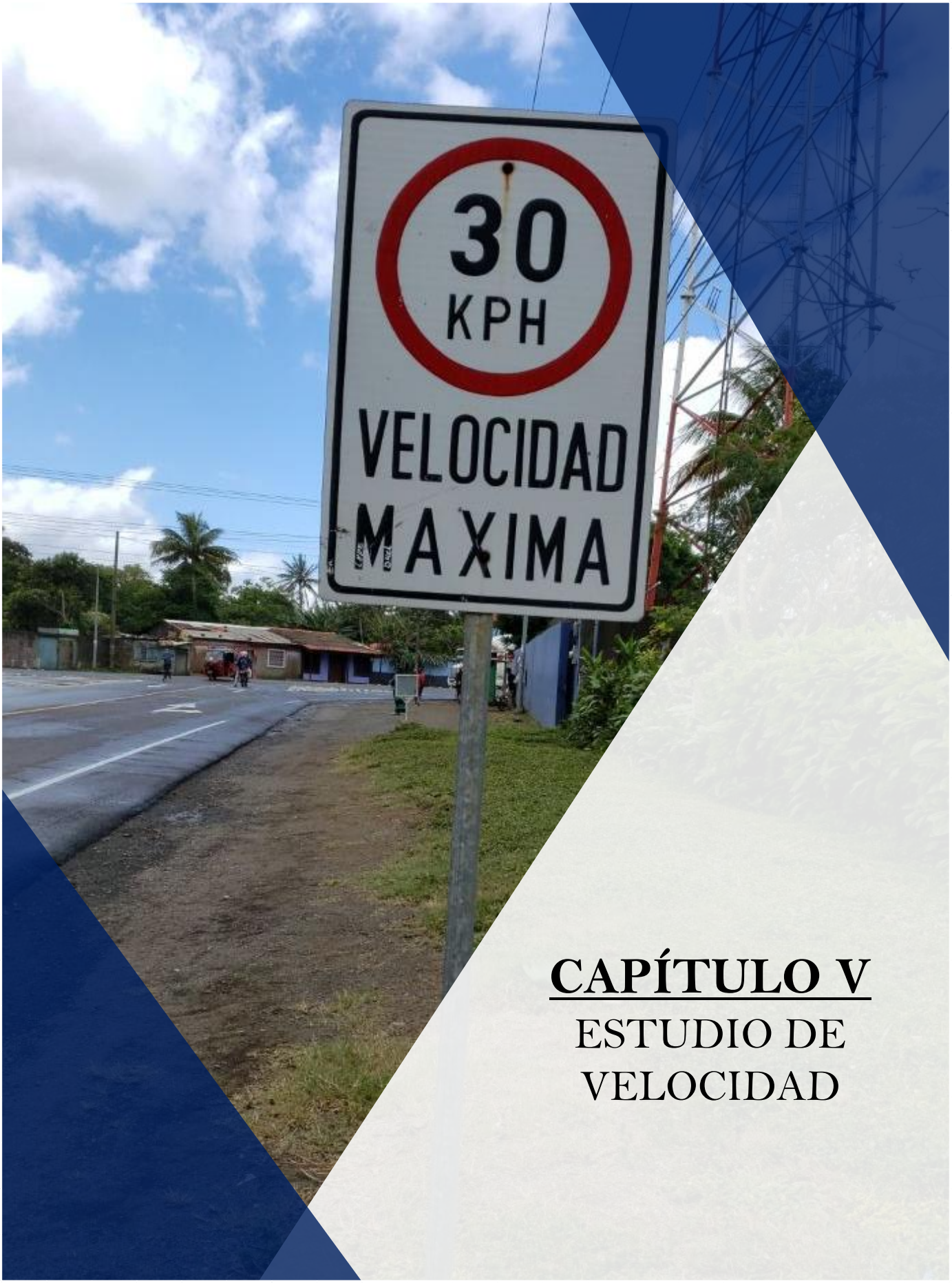
DATOS	Empalme Las Esquinas Km 37+000	San Marcos Km 41+000
FFS	54. 20	43.5
Vi ATS	344	448
ATS	38.4	31
Vi PTSF	334	439
PTSF	62.77	67.09
NS (PTSF)	C	D
Cd ATS	1,632	1,649
Cd PTSF	1,683	1,683

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

La tabla anterior muestra el resultado del nivel de servicio a cada punto de control correspondiente aplicando la metodología del Manual HCM 2010, así como la capacidad en que opera el tramo de carretera en estudio, esto, para ambas direcciones de flujo.

El tramo de carretera se encuentra operando en condiciones regulares para una capacidad direccional 50/50. El nivel más crítico se encuentra en el punto de control 2 (San Marcos km 41+000) con un nivel de servicio “D”, el punto de control 1 opera con un nivel de servicio “C” respectivamente.

En el punto de control de control 2 (km 41+000) existe un nivel de servicio más desfavorable que en el punto de control 1 (km 37+000), esto, debido a que se localiza en la parte urbana donde está la mayor concentración de población por lo tanto mayor flujo de tránsito.



CAPÍTULO V

ESTUDIO DE VELOCIDAD

5.1. Introducción

El estudio de velocidad consiste en determinar las variaciones de velocidad que desarrollan los conductores en el tramo en estudio, y de esta forma, corroborar si se están respetando los límites de velocidad establecidos. La velocidad es uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de operación de un sistema de transporte, por ende, debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de generar equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía para garantizar la seguridad.

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (Cal y Mayor, Cárdenas, 2018).

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t} \qquad Ec.24$$

Donde:

- $v = velocidad\ constante\ (kilómetros\ por\ hora)$
- $d = distancia\ recorrida\ (kilómetros).$
- $t = tiempo\ de\ recorrido\ (horas).$

5.2. Levantamiento de datos

El método utilizado para el estudio de velocidad fue la velocidad de punto o instantánea. El análisis se realizó de forma manual, utilizando para ello cronómetro y cinta métrica, se midió el tiempo de recorrido de los vehículos en una distancia predefinida de 100 metros, luego se calculó la velocidad en metros por segundo (m/s) y posteriormente, se hizo la conversión a kilómetros por hora (km/h) para verificar si cumple o no cumple con las señales de límites de velocidad.

El tamaño de la muestra para el estudio de velocidad, equivale al 20% del TPDA de una estación de conteo sobre el tramo en estudio, la cual corresponde con la estación 1803 del MTI (ver detalle en tabla 43), ubicada en el kilómetro 38.99 del tramo Empalme Las Esquinas a San Marcos, que según el Anuario de Aforos de Tráfico del Año 2020 es de 5,379 vehículos. Por ende, el tamaño de la muestra es de 1,088 vehículos, la cual se dividirá entre el número de puntos de control utilizados para realizar este análisis. Del cálculo realizado en el estudio de tránsito se obtuvo un valor de TPDA de 5,323 vehículos (ver tabla 25, pág. 63), esto para el día de mayor demanda en el punto de control donde se contabilizó mayor flujo vehicular, este valor es aproximado al valor de TPDA que se encontró en el anuario de 5,379 vehículos. Cabe mencionar que, para tener una mayor muestra, se utilizó el TPDA del anuario.

Tabla 43. TPDA de la Estación de Corta Duración (ECD) 1803

Camino: NIC-18A	Estación: 1803			Tramo: Las Esquinas - San Marcos				Período: L		Días: 3		Horas: 12		Mes/Año: Julio			Km: 38.990	
GRUPOS	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2>4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	
TP (D)	1279	958	270	599	196	63	107	247	155	24		69					19	3986
Factor Dia	1.41	1.38	1.29	1.29	1.33	1.27	1.39	1.21	1.26	1.14	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	
Factor Semana	0.97	1.05	1.12	1.01	0.98	0.96	0.92	0.91	0.85	0.89	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.29	
Factor Ajuste	0.99	1.02	0.97	1.03	1.00	1.00	0.99	0.98	1.05	1.24	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	
TPDA May-Ago	1732	1418	378	811	257	76	135	267	176	30		73					26	5379
%TPDA	32.20	26.36	7.03	15.08	4.78	1.41	2.51	4.96	3.27	0.56		1.36					0.48	100.00
% Vehículos Livianos						**86.86%**		**%Vehículos Pesados**								**12.66%**	**0.48%**	100.00

Fuente: Anuarios de Aforos de Trafico 2020 (MTI), Pág. 398.

Se determinaron cuatro puntos, correspondientes a las señalizaciones reglamentarias que restringen la velocidad, encontradas en el tramo de estudio, las cuales se muestran en la tabla 44 (pág. 90). Se analizaron 272 vehículos por cada punto, descritos a continuación.

Tabla 44. Estaciones para análisis de velocidad en el tramo de estudio

N°	COORDENADAS	ESTACIÓN	VELOCIDAD MÁXIMA (kph)	SENTIDO
1	X:11°53'48.02"N Y:86°14'46.35"O	36+922.00	30	San Marcos - Las Esquinas
2	X:11°54'6.10"N Y:86°14'12.39"O	38+077.60	60	Las Esquinas - San Marcos
3	X:11°54'6.38"N Y:86°14'12.54"O	38+077.60	80	San Marcos - Las Esquinas
4	X:11°54'10.97"N Y:86°14'2.49"O	38+416.05	25	Las Esquinas - San Marcos

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

5.3. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en los cuatro puntos levantados en campo se resumen en la tabla 45. Según los datos levantados, los tipos de vehículos que tienden a exceder el límite de velocidad estipulado en el tramo de estudio son las motos, autos, camionetas y camiones ligeros. Por ende, se puede establecer que los vehículos de uso privado son los que tienen mayor incidencia en el exceso de velocidad.

Tabla 45. Resumen del levantamiento de datos para el estudio de velocidad

TIPO DE VEHÍCULO	SEÑAL 25 KPH		SEÑAL 30 KPH		SEÑAL 60 KPH		SEÑAL 80 KPH		TOTAL/ TIPO
	EXCEDE	NO EXCEDE	EXCEDE	NO EXCEDE	EXCEDE	NO EXCEDE	EXCEDE	NO EXCEDE	
Moto	87	1	0	88	20	67	6	82	351
Auto	69	3	0	72	16	55	4	66	285
Jeep/Suv	19	1	0	20	5	14	2	18	79
Camioneta	39	1	0	40	10	31	3	38	162
Microbús	13	0	0	13	3	10	1	12	52
Minibús	4	0	0	4	1	3	1	3	16
Bus grande	6	0	0	6	2	5	1	6	26
Camión ligero	14	0	0	14	3	10	2	11	54
C2	8	1	0	9	2	7	1	8	36
C3	1	0	0	1	0	2	0	2	6
T3-S2	2	0	0	2	0	2	0	2	8
T3-S3	2	0	0	2	1	1	0	1	7
Otros	1	0	0	1	0	2	1	1	6
TOTAL	265	7	0	272	63	209	22	250	1088

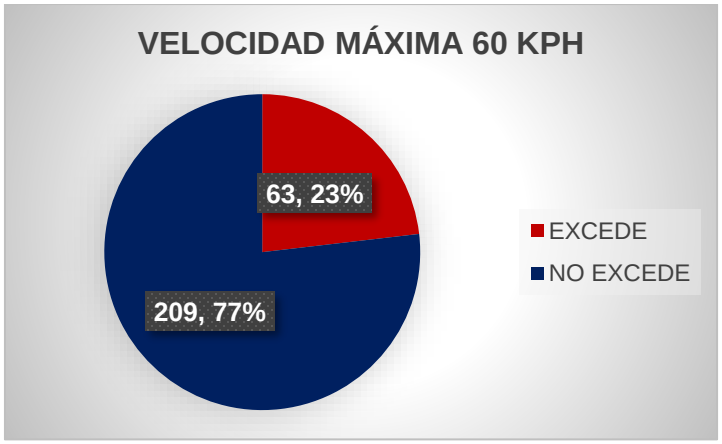
Fuente: Elaboración propia, Datos levantados por sustentantes, 2022.

- **Resultados de medición de velocidad en Señal de 30 kph**

Analizando los datos de la tabla 45, se puede observar que el 100% de la muestra no excede el límite de velocidad. Esto se debe a que la señal está muy cerca del empalme, por ende, los conductores están obligados a bajar la velocidad y detenerse para poder girar y cambiar de dirección.

- **Resultados de medición de velocidad en Señal de 60 kph**

Gráfico 21. Medición de velocidad en señal de 60 kph



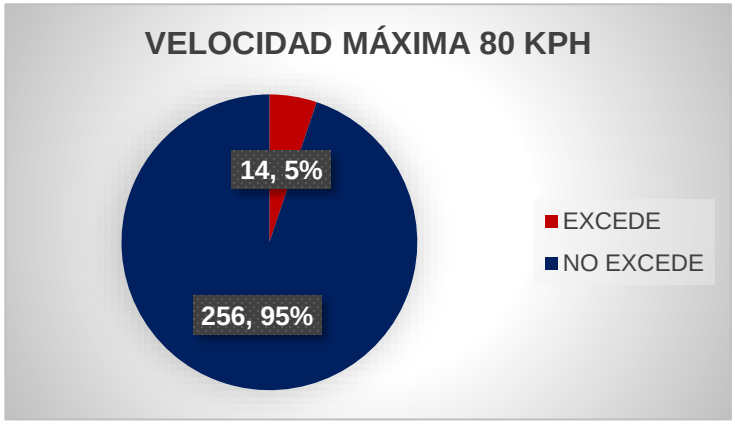
Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

A como se puede apreciar en el gráfico 21, el 77% de la muestra, respetó el límite de velocidad establecido.

- **Resultados de medición de velocidad en Señal de 80 kph**

En el siguiente gráfico, se logra observar que solamente el 5% de la muestra excedió los 80 kph establecidos mediante la señal reglamentaria. Esto indica, que la velocidad promedio en el tramo de estudio, oscila entre los 60 y 80 kph. En este caso, se puede establecer que gran parte de los conductores está consciente de la importancia de respetar los límites de velocidad.

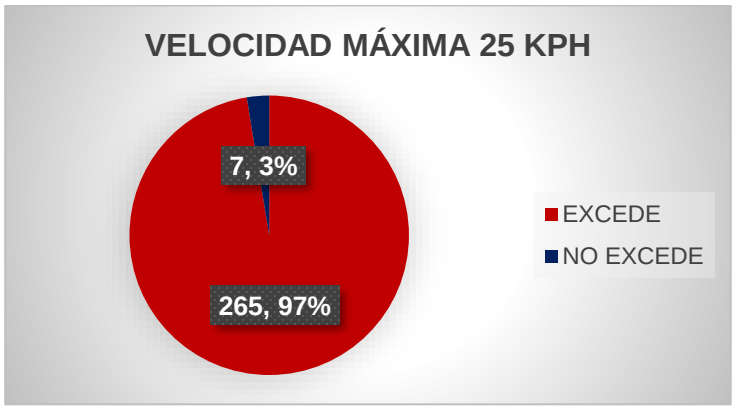
Gráfico 22. Medición de velocidad en señal de 80 kph



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

- **Resultados de medición de velocidad en Señal de 25 kph**

Gráfico 23. Medición de velocidad en señal de 25 kph.



Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2022.

En el gráfico 23, se puede observar que el 97% de la muestra no respetaba el límite velocidad de 25 kph establecido por ser una zona escolar. Esto se debe a la falta de educación vial por parte de los conductores, que no son conscientes de la importancia de respetar estas señales de tránsito. Este es un resultado alarmante por la vulnerabilidad a la que está sometida la comunidad estudiantil en este sector.

- **Resumen del análisis del estudio de velocidad**

Según la tabla 46, el 67.8% del total de vehículos analizados respetaron los límites de velocidad, mientras que el 32.2% hizo caso omiso a estas señalizaciones restrictivas. Los vehículos de índole privado como las motos, autos y camionetas son los que tienden a exceder los límites de velocidad.

Cabe destacar, que el tramo en estudio está compuesto casi en su totalidad por rectas largas sin reductores de velocidad, y a lo sumo con un puesto de control de agentes de tránsito, por ende, los conductores tienden a desarrollar altas velocidades y a no respetar las señales de tránsito existentes.

Tabla 46. Resumen del análisis del estudio de velocidad

TIPO DE VEHÍCULO	% EXCEDE	% NO EXCEDE	% POR TIPO
Moto	10.4%	21.9%	32.3%
Auto	8.2%	18.0%	26.2%
Jeep/Suv	2.4%	4.9%	7.3%
Camioneta	4.8%	10.1%	14.9%
Microbús	1.6%	3.2%	4.8%
Minibus	0.6%	0.9%	1.5%
Bus grande	0.8%	1.6%	2.4%
Camión ligero	1.7%	3.2%	5.0%
C2	1.0%	2.3%	3.3%
C3	0.1%	0.5%	0.6%
T3-S2	0.2%	0.6%	0.7%
T3-S3	0.3%	0.4%	0.6%
Otros	0.2%	0.4%	0.6%
TOTAL	32.2%	67.8%	100%

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

PROPUESTAS TÉCNICAS

Propuestas Técnicas

La Alcaldía de San Marcos en conjunto con otras instituciones como el MTI y la ANA, deben seguir las siguientes propuestas para mejorar la infraestructura vial y garantizar la seguridad de las personas que transitan en el tramo en estudio:

- Realizar reparaciones inmediatas en los daños presentes en la carpeta de rodamiento (piel de cocodrilo y asentamiento) para extender la vida útil de la carretera, tomando como base los procedimientos del Manual Centroamericano con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial (2011).

Tabla 47. Tramos que requieren reparación inmediata en la carpeta de rodamiento

ESTACIONAMIENTO		COORDENADAS (DMS)		DAÑO PRESENTE EN LA CARPETA
INICIO	FIN	INICIO	FIN	
37+228.50	37+249.80	Lat: 11°53'52.72"N Long: 86°14'37.38"O	Lat: 11°53'53.03"N Long: 86°14'36.78"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.
37+270.00	37+317.70	Lat: 11°53'53.35"N Long: 86°14'36.18"O	Lat: 11°53'54.11"N Long: 86°14'34.78"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.
37+831.55	37+947.10	Lat: 11°54'2.23"N Long: 86°14'19.94"O	Lat: 11°54'4.09"N Long: 86°14'16.58"O	Presencia de asentamiento en ambos carriles de la vía.
37+988.60	38+009.40	Lat: 11°54'4.70"N Long: 86°14'15.40"O	Lat: 11°54'5.02"N Long: 86°14'14.77"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.
38+077.60	38+157.60	Lat: 11°54'6.10"N Long: 86°14'12.82"O	Lat: 11°54'7.47"N Long: 86°14'10.14"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles.
38+250.00	38+321.75	Lat: 11°54'9.00"N Long: 86°14'7.48"O	Lat: 11°54'10.05"N Long: 86°14'5.40"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles
38+557.98	38+584.28	Lat: 11°54'11.09"N Long: 86°13'57.82"O	Lat: 11°54'11.10"N Long: 86°13'56.93"O	Presencia de asentamiento en ambos carriles de la vía
40+460.00	40+549.40	Lat: 11°54'23.30"N Long: 86°12'56.38"O	Lat: 11°54'24.35"N Long: 86°12'53.60"O	Presencia de piel de cocodrilo en ambos carriles

Fuente: Elaboración propia.

- Sustituir las 12 señales verticales encontradas en condiciones regulares y de igual manera las 2 señales en mal estado, las cuales obligatoriamente deben ser remplazadas por nuevas señales.

Tabla 48. Señales verticales que requieren ser sustituidas por nuevas señales

N°	COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN	ESTADO
1	Lat: 11°53'54.20"N Long: 86°14'34.85"O	37+317.70	R-13-1	Reglamentaria	Izquierda	Regular
2	Lat: 11°54'9.03"N Long: 86°14'7.06"O	38+262.70	E-1-1, E-1-2	Reglamentaria	Derecha	Regular
3	Lat: 11°54'10.88"N Long: 86°14'4.23"O	38+363.30	P-1-9	Preventiva	Izquierda	Regular
4	Lat: 11°54'11.32"N Long: 86°14'1.90"O	38+433.83	P-1-9	Preventiva	Derecha	Malo
5	Lat: 11°54'10.85"N Long: 86°13'56.11"O	38+609.50	R-13-1	Reglamentaria	Izquierda	Regular
6	Lat: 11°54'11.02"N Long: 86°13'51.77"O	38+739.20	P-12-4a	Preventiva	Derecha	Regular
7	Lat: 11°54'10.69"N Long: 86°13'51.80"O	38+740	P-12-4a	Preventiva	Izquierda	Regular
8	Lat: 11°54'10.99"N Long: 86°13'49.88"O	38+797.78	R-11-4	Reglamentaria	Derecha	Regular
9	Lat: 11°54'10.31"N Long: 86°13'42.57"O	39+030.70	P-12-4a	Preventiva	Izquierda	Regular
10	Lat: 11°54'10.61"N Long: 86°13'40.05"O	39+106.90	E-1-1, E-1-2	Reglamentaria	Derecha	Regular
11	Lat: 11°54'10.13"N Long: 86°13'33.84"O	39+295.10	P-1-9	Preventiva	Izquierda	Malo
12	Lat: 11°54'10.35"N Long: 86°13'32.07"O	39+347.80	P-1-9	Preventiva	Derecha	Regular
13	Lat: 11°54'10.72"N Long: 86°13'30.83"O	39+386.80	P-1-9	Preventiva	Derecha	Regular
14	Lat: 11°54'25.98"N Long: 86°12'49.34"O	40+689.30	R-2-1	Reglamentaria	Izquierda	Regular

Fuente: Elaboración propia.

- Reemplazar las señales verticales robadas producto del vandalismo de la zona, mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 49. Señales verticales que requieren ser reemplazadas por nuevas señales

N°	COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN
1	Lat:11°54'6.10"N Long: 86°14'12.39"O	38+077.60	R-2-1	Reglamentaria	Derecha
2	Lat:11°54'16.11"N Long: 86°13'16.80"O	39+842.12	R-13-1	Reglamentaria	Izquierda
3	Lat:11°54'17.87"N Long: 86°13'10.65"O	40+034.00	II-1-3a	Informativa	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Ubicar las respectivas señales correspondientes a las paradas de buses propuestas con código R-10-1, en los estacionamientos mostrados en la tabla 50.

Tabla 50. Ubicación de las nuevas señales verticales con código R-10-1 a instalar

N°	COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN
1	Lat: 11°53'47.56"N Long: 86°14'46.48"O	36+910	R-10-1	Reglamentaria	Derecha
2	Lat: 11°53'48.93"N Long: 86°14'44.68"O	36+980	R-10-1	Reglamentaria	Izquierda
3	Lat: 11°54'11.35"N Long: 86°13'59.51"O	38+505.13	R-10-1	Reglamentaria	Izquierda
4	Lat: 11°54'10.59"N Long: 86°13'48.94"O	38+820	R-10-1	Reglamentaria	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Colocar próximo a la intersección del empalme Las Esquinas, específicamente en el estacionamiento que se muestra a continuación:

Tabla 51. Ubicación de la nueva señal vertical con código P-2-5 a instalar

N°	COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN
1	Lat: 11°53'48.33"N Long: 86°14'45.82"O	36+940	P-2-5	Preventiva	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Ubicar la señal con código ID-2-4, para indicar a los usuarios el nombre, la dirección y la distancia del poblado que tiene como destino cada rama de la intersección (Diriamba y El Crucero), en el estacionamiento mostrado en la tabla 52.

Tabla 52. Ubicación de la nueva señal vertical con código ID-2-4 a instalar

N°	COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN
1	Lat: 11°53'47.81"N Long: 86°14'46.98"O	36+900.70	ID-2-4	Informativa	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Remarcar la línea central y la línea de borde de la banda derecha ubicadas desde el estacionamiento 38+857.94 hasta la estación 37+870.

Tabla 53. Ubicación de la línea central y la línea de borde de banda derecha a remarcar

ESTACIÓN		COORDENADAS (DMS)		LONGITUD [m]
INICIO	FIN	INICIO	FIN	
38+857.94	38+870	Lat: 11°54'8.17"N Long: 86°14'8.92"O	Lat: 11°54'10.91"N Long: 86°13'58.17"O	345.38

Fuente: Elaboración propia.

- Construir drenaje menor derecho desde el estacionamiento 38+200 hasta la estación 38+545.38, y del estacionamiento 38+705.80 hasta la estación 38+862.74, para evitar inundación en las viviendas aledañas a la carretera y el encharcamiento que puedan dañar la carpeta de rodamiento.

Tabla 54. Ubicación del nuevo drenaje longitudinal derecho

ESTACIÓN		COORDENADAS (DMS)		LONGITUD [m]
INICIO	FIN	INICIO	FIN	
38+200	38+545.38	Lat: 11°54'8.17"N Long: 86°14'8.92"O	Lat: 11°54'10.91"N Long: 86°13'58.17"O	345.38
38+705.80	38+862.74	Lat: 11°54'10.76"N Long: 86°13'52.95"O	Lat: 11°54'10.55"N Long: 86°13'47.59"O	156.94

Fuente: Elaboración propia.

- Dar mantenimiento a los drenajes menores encontrados en estado regular y reconstruir los que están en mal estado.

Tabla 55. Ubicación del drenaje menor que requiere mantenimiento y reconstrucción.

ESTACIÓN		COORDENADAS (DMS)		LONG. [m]	UBICAC.	ESTADO
INICIO	FIN	INICIO	FIN			
37+498.80	37+597.75	Lat: 11°54'8.17"N Long: 86°14'8.92"O	Lat: 11°54'8.17"N Long: 86°14'8.92"O	160.42	Izquierda	Malo
38+291.15	38+424.03	Lat: 11°54'9.84"N Long: 86°14'6.42"O	Lat: 11°54'11.37"N Long: 86°14'2.28"O	245.92	Izquierda	Malo
38+545.38	38+705.80	Lat: 11°54'10.94"N Long: 86°13'58.27"O	Lat: 11°54'10.79"N Long: 86°13'52.94"O	173.36	Derecha	Malo
38+797.78	39+043.70	Lat: 11°54'10.99"N Long: 86°13'49.76"O	Lat: 11°54'10.69"N Long: 86°13'42.14"O	193.20	Izquierda	Malo
38+862.74	39+036.10	Lat: 11°54'10.56"N Long: 86°13'47.60"O	Lat: 11°54'10.37"N Long: 86°13'42.18"O	59.80	Derecha	Malo
30+042.10	39+235.30	Lat: 11°54'10.35"N Long: 86°13'41.93"O	Lat: 11°54'10.16"N Long: 86°13'35.78"O	44.48	Derecha	Malo
39+235.30	39+295.10	Lat: 11°54'10.16"N Long: 86°13'35.78"O	Lat: 11°54'10.15"N Long: 86°13'33.83"O	295.08	Derecha	Malo
39+295.10	39+339.58	Lat: 11°54'10.15"N Long: 86°13'33.83"O	Lat: 11°54'10.29"N Long: 86°13'32.39"O	508.64	Derecha	Malo
39+047.80	39+342.88	Lat: 11°54'10.67"N Long: 86°13'41.76"O	Lat: 11°54'10.63"N Long: 86°13'32.26"O	148.67	Izquierda	Malo
39+343.68	39+852.32	Lat: 11°54'10.60"N Long: 86°13'32.23"O	Lat: 11°54'16.19"N Long: 86°13'16.43"O	74.30	Izquierda	Malo
39+449.40	39+598.07	Lat: 11°54'11.45"N Long: 86°13'28.88"O	Lat: 11°54'13.10"N Long: 86°13'24.29"O	40.00	Derecha	Malo
39+598.07	39+672.37	Lat: 11°54'13.10"N Long: 86°13'24.29"O	Lat: 11°54'13.88"N Long: 86°13'21.90"O	102.65	Derecha	Regular
40+124.85	40+164.85	Lat: 11°54'19.39"N Long: 86°13'6.71"O	Lat: 11°54'19.92"N Long: 86°13'5.53"O	521.85	Derecha	Regular
40+028.80	40+131.45	Lat: 11°54'18.24"N Long: 86°13'11.01"O	Lat: 11°54'19.81"N Long: 86°13'6.69"O	160.42	Izquierda	Regular
40+131.45	40+653.30	Lat: 11°54'19.81"N Long: 86°13'6.69"O	Lat: 11°54'25.65"N Long: 86°12'50.48"O	245.92	Izquierda	Regular

Fuente: Elaboración propia.

- Realizar ampliación y reconstrucción del drenaje mayor ubicado en el estacionamiento 39+036.10, puesto que se encuentra en un estado muy deteriorado, y en épocas lluviosas el caudal de agua sobrepasa la capacidad del mismo, causando inundación en este punto de la carretera y en las viviendas cercanas.

Tabla 56. Ubicación del drenaje mayor que requiere ampliación y reconstrucción.

ESTACIÓN	COORDENADAS (DMS)		UBICACIÓN
	LATITUD	LONGITUD	
39+036.10	11°54'10.52"N	86°13'42.29"O	Derecha/Izquierda

Fuente: Elaboración propia.

- Construir bahías y casetas en los siguientes estacionamientos: 36+910, 36+980 (costado izquierdo) y 38+820 (costado derecho) con dimensiones que se ajusten a las medidas mínimas para el acomodamiento de un bus, recomendadas en la sección 4.3.8 del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA, 2011).

Tabla 57. Ubicación de las nuevas bahías y casetas

ESTACIÓN	COORDENADAS (DMS)		UBICACIÓN
	LATITUD	LONGITUD	
36+910	11°53'47.73"N	86°14'46.58"O	Derecha
36+980	11°53'49.00"N	86°14'44.69"O	Izquierda
38+820	11°54'10.59"N	86°13'48.95"O	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Reconstruir y ampliar la bahía con su respectiva caseta localizada en la estación 38+465.13, con las dimensiones mínimas para un bus recomendadas en el Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de la SIECA, 2004 (sección 4.3.8).

Tabla 58. Ubicación de la bahía y caseta que requiere reconstrucción y ampliación

ESTACIÓN	COORDENADAS (DMS)		UBICACIÓN
	LATITUD	LONGITUD	
38+465.13	11°54'11.36"N	86°14'1.33"O	Derecha

Fuente: Elaboración propia.

- Dar mantenimiento a los postes guías encontrados en estado regular y reemplazar por postes nuevos a los que están en mal estado.

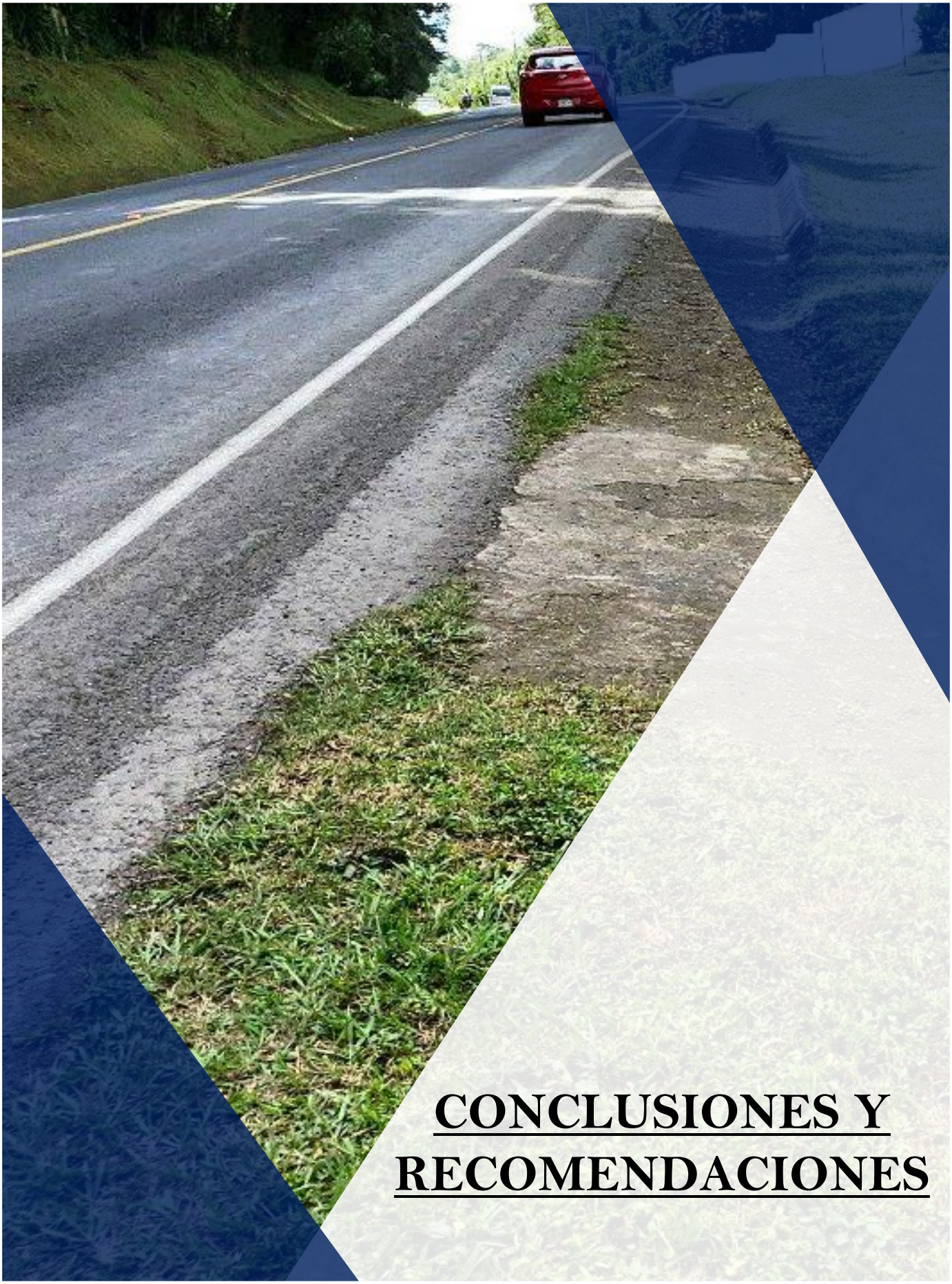
Tabla 59. Ubicación de los postes guías que requieren mantenimiento y remplazo

ESTACIÓN	COORDENADAS	UBICACIÓN	ESTADO
38+376.77	Lat: 11°54'11.04"N Long: 86°14'3.96"O	Izquierda	Malo
38+750.30	Lat: 11°54'10.75"N Long: 86°13'51.42"O	Derecha	Malo
39+051.60	Lat: 11°54'10.66"N Long: 86°13'41.89"O	Izquierda	Regular
39+235.30	Lat: 11°54'10.16"N Long: 86°13'35.80"O	Derecha	Regular
39+251.10	Lat: 11°54'10.15"N Long: 86°13'35.29"O	Derecha	Regular
39+280.00	Lat: 11°54'10.13"N Long: 86°13'34.33"O	Derecha	Regular
39+295.10	Lat: 11°54'10.14"N Long: 86°13'33.83"O	Derecha	Regular
39+309.78	Lat: 11°54'10.14"N Long: 86°13'33.34"O	Derecha	Regular
39+338.88	Lat: 11°54'10.31"N Long: 86°13'32.39"O	Derecha	Regular
39+371.00	Lat: 11°54'10.56"N Long: 86°13'31.34"O	Derecha	Regular
39+386.80	Lat: 11°54'10.72"N Long: 86°13'30.85"O	Derecha	Regular
39+401.50	Lat: 11°54'10.88"N Long: 86°13'30.34"O	Derecha	Malo

Fuente: Elaboración propia.

La Policía Nacional, deberá seguir las siguientes propuestas para garantizar que los conductores respeten los límites de velocidad y las señales de tránsito:

- Establecer la presencia de agentes de tránsito en el estacionamiento 38+416.05, ya que en este punto es donde los conductores de vehículos irrespetan en un 97% los límites de velocidad, en este lugar existe presencia de escolares.
- En el kilómetro 41+000 el punto de conteo 2, donde existe mayor demanda en el flujo vehicular se propone la presencia de un agente de tránsito en la hora de máxima demanda (7:15 am - 8:15 am), y en el kilómetro 37 en la hora de máxima demanda (6:00 am – 7:15 am), esto para garantizar una circulación segura.
- Regular el tráfico mediante retenes pertinentes aplicando lo establecido en la *Ley 431. Ley Para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito* y garantizar el cumplimiento de las normas viales y de esta forma evitar que los conductores realicen infracciones de tránsito y así reducir percances en la vía.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Según el análisis de datos estadísticos proporcionados por la *Dirección General de Transito Nacional* entre las causas inmediatas principales de accidentes de tránsito esta la invasión de carril y el no guardar la distancia. Entre las causas mediatas, el atender celular representa la causa mediata predominante de accidentes de tránsito en el tramo de carretera de estudio.
- En el año 2016 se reflejó la menor incidencia de accidentes de tránsito siendo el año 2020 el año con mayor presencia de accidentes de tránsito. Los días con mayor frecuencia son los jueves, viernes, sábado y domingo.
- Según los datos obtenidos del inventario vial el estado de la carretera es relativamente bueno, existen ciertas fallas por piel de cocodrilo y algunos asentamientos en ciertos tramos de la vía. Del total de 43 señales verticales encontradas en el tramo de carretera en estudio, el 59% se encontró en buen estado, de las señales horizontales encontradas en su totalidad están en buenas condiciones, excepto por la línea central y la línea de borde de la banda derecha de la carretera que tiene un segmento de 12.06 metros en estado regular debido a desgaste de pintura.
- El drenaje menor existente muestra un estado preocupante ya que tiene un porcentaje bastante alto de deterioro (banda derecha: 94% mal estado, banda Izquierda: 56% mal estado); existen puntos críticos de inundación que afectan a los ocupantes de los domicilios en la zona ubicada entre los estacionamientos 39+036.10 al 39+047.80.
- La realización del estudio de Tránsito vehicular y su análisis de datos dio mayor presencia de vehículos livianos, bicicletas y caponeras, seguido de estos la presencia de los vehículos de carga y por último los vehículos pesados. Siendo los días de mayor flujo de vehículos el martes y jueves dejando en tercer lugar el día miércoles.
- En la estación de conteo o punto de control #1 (Km 37+000), se obtuvo la hora de máxima demanda entre las 6:15 am a las 7:15 am con un volumen

de hora pico de 493 v/h y en el punto de control #2 (Km 41+000) la hora de máxima demanda entre las 7:15 am a las 8:15 am con 637 v/h.

- Del cálculo realizado para la determinación de LOS de la carretera se obtuvo que el punto de control 1 corresponde a un nivel de servicio “C” en ambos sentidos y para el punto 2 un nivel de servicio “D” para ambos sentidos, es decir, la presencia de flujo vial inestable o pequeños embotellamientos en la hora de máxima demanda.
- De la realización del estudio de velocidad se concluye que de los 1,088 vehículos analizados el 32.2% excede y los tipos de vehículos que menos respetan los límites de velocidad son las de uso privado, el primer lugar lo ocupan las motocicletas, el segundo lugar los autos y el tercer lugar la camioneta.
- La señal de tránsito que más irrespetan es la señal de 25 KPH que esta próxima a una zona con escolares presentes, la señal de 30 KPH la respetan en su totalidad debido a que esta próxima al empalme.

Recomendaciones

- Se recomienda que la alcaldía del municipio en conjunto con el MTI y FOMAV realicen mantenimiento de la infraestructura vial, es decir, la carpeta de rodamiento de asfalto, señales verticales, señales horizontales y postes guías y Kilométricos.
- Es indispensable que haya movimiento por parte de la alcaldía junto con el MTI para el respectivo mantenimiento (limpieza y reparación) del drenaje mayor y drenaje menor, ya que existe presencia de sedimentos y monte, así como la ruptura del concreto en algunos tramos que obstaculizan la correcta función de estos.
- Debido a la carencia de conciencia y conocimientos de educación vial de los habitantes y usuarios del tramo de carretera en estudio se ha generado el vandalismo (daños y robo de señales de tránsito) se aconseja que la Policía nacional, la Alcaldía de San Marcos y el MINED promuevan la educación vial mediante charlas o seminarios a escolares, padres de familia y maestros así también a los conductores de cooperativas de taxi, buses y demás usuarios de la vía.
- Se recomienda el uso adecuado de la única bahía y casetas existentes, así como la construcción de bahías y casetas nuevas.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Dirección General de Tránsito*. Datos de Accidentes de la Policía Nacional (Puntos Críticos del Departamento de Carazo, 2016-2020).*

Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE (2016). Anuario Estadístico.

Manuel Romana, Juan Martínez, Rafael De Arizaleta, (2010). *Highway Capacity Manual.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), División General de Planificación (2018). *Anuario Estadístico de Transporte de Nicaragua 2017*.

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), División General de Planificación (2019). *Anuario Estadístico del Sector Transporte 2018*.

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), División General de Planificación (2020). *Anuario de Aforos de Tráfico Año 2019.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), División General de Planificación. Red Vial de Nicaragua 2017.

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la revisión de diseños geométricos*: División general de planificación

Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2019). *Anuario Estadístico del sector transporte:* División General de Planificación, Managua, marzo 2020.

Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2008). *Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Mayor.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2008). *Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2008). *Manual para la Revisión de Estudios de Tránsito.*

Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2016). *Anuario Estadístico de Transporte 2017.*

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

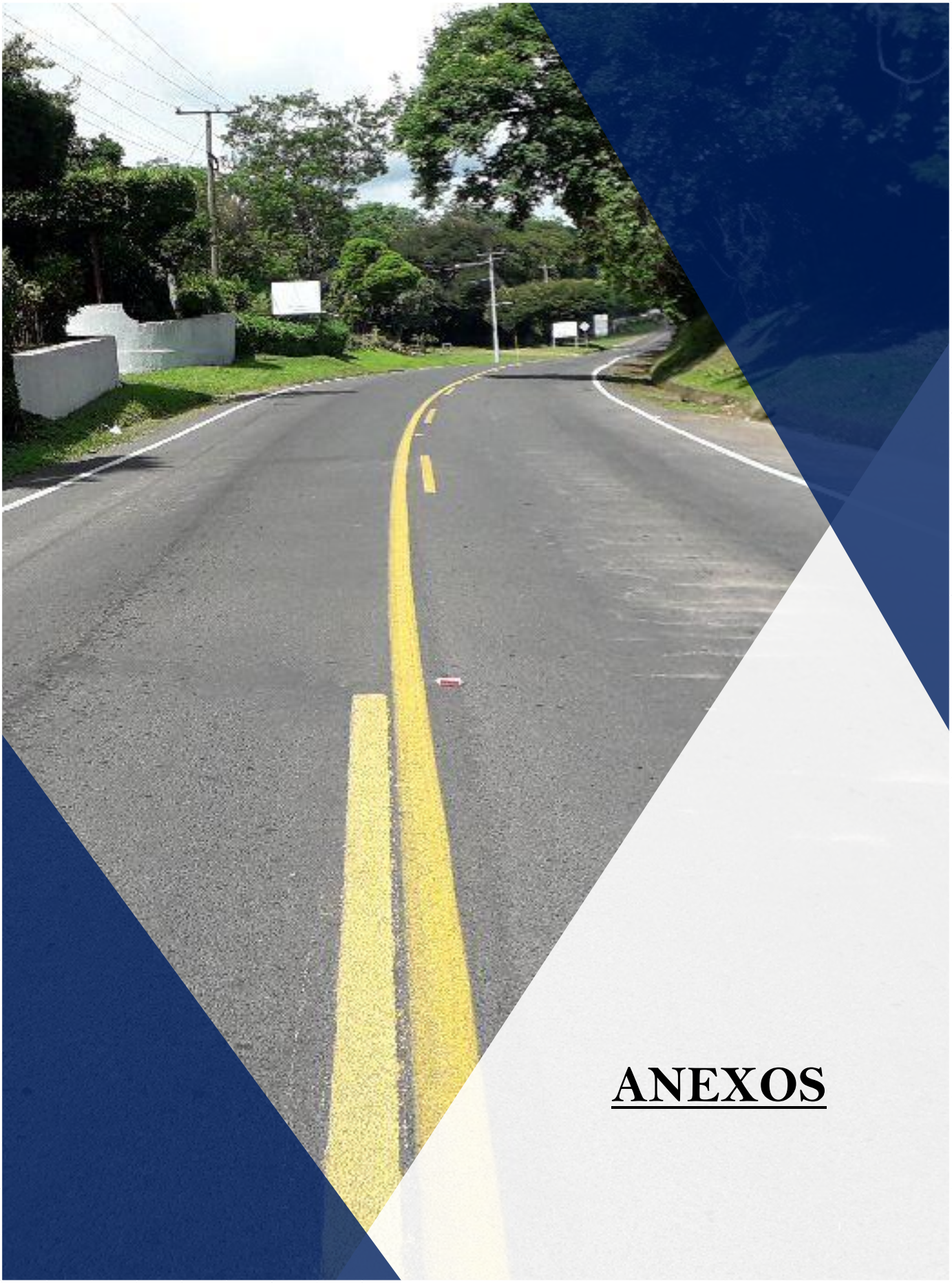
Raúl, L. (2004). *Manual Centroamericano, Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*, 2ª. Edición.

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

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

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

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



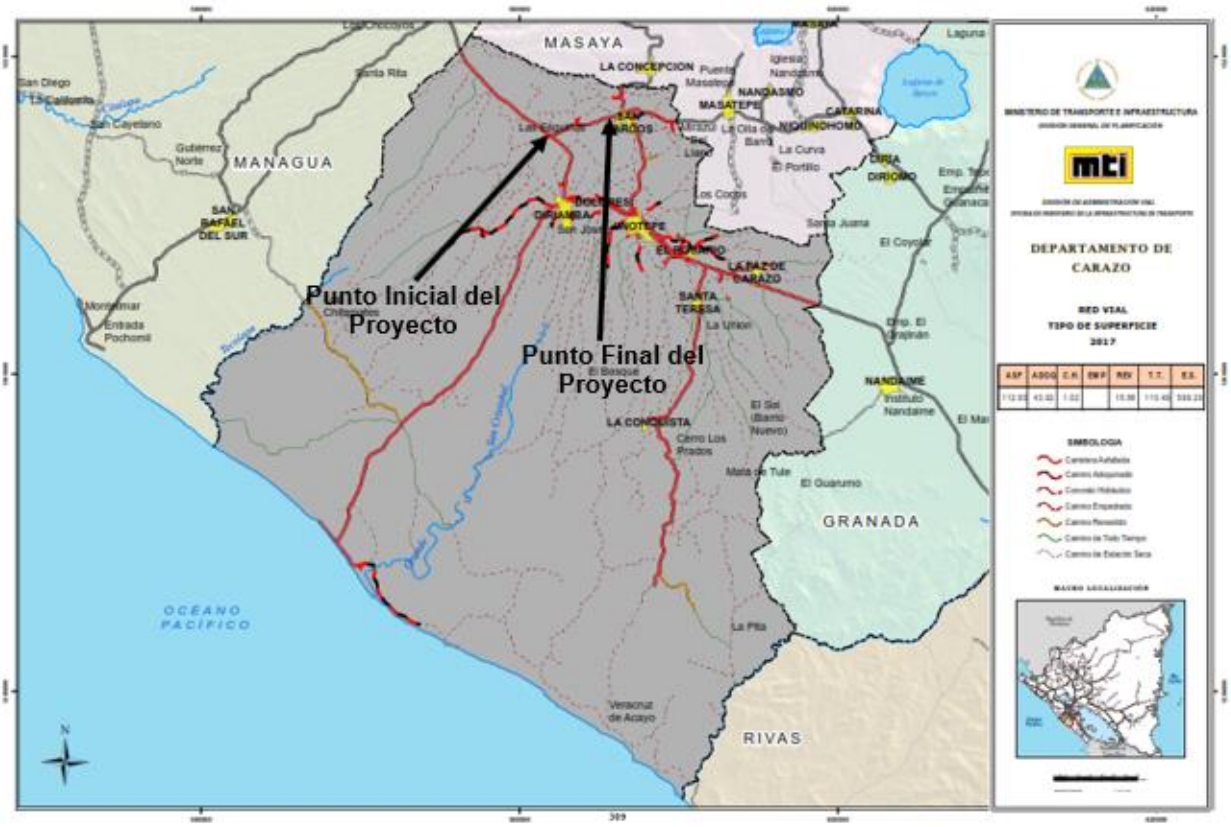
ANEXOS

ANEXO A: ASPECTOOS GENERALES

Imagen A1. Macro localización del área de estudio

Fuente: INETER, 2008.

Imagen A2. Micro localización del área de estudio



Fuente: MTI, 2017.

ANEXO B: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

Tabla B1. Datos de accidentes registrados en el tramo de estudio

AÑO	DIRECCIÓN EXACTA	TOTAL				TIPO DE ACCIDENTE	CAUSA INMEDIATA	CAUSA MEDIATA	HORA	FECHA	DIA	MES
		ACC D/M	ACC/ V	MTOS	LDOS							
2016	Km 38 ½ Carretera San Marcos – Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No hacer alto	No usar el cinturón de seguridad	19:20	14/2/2016	Domingo	Febrero
2016	De Las Esquinas 600 metros al Este hacia San Marcos	0	1	0	1	Colisión con objeto fijo	Falta de pericia	No usar el cinturón de seguridad	20:55	6/3/2016	Domingo	Marzo
2016	Km 40 ½ Frente a la hacienda La Amistad	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Falta de precaución al retroceder	Desconocida	18:30	6/9/2016	Martes	Septiembre
2017	Km 39 ½ Carretera San Marcos – Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Desconocida	07:05	20/2/2017	Lunes	Febrero
2017	Km 41 Carretera San Marcos – Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Desconocida	07:24	29/6/2017	Jueves	Junio
2017	Intersección Las Esquinas 300 metros hacia San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Estado de ebriedad	14:15	22/7/2017	Sábado	Julio
2017	Intersección Las Esquinas – San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Desconocida	10:10	5/3/2017	Domingo	Marzo
2017	Intersección Las Esquinas – San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	09:00	13/7/2017	Jueves	Julio
2017	Km 39 Carretera Las Esquinas – San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Desconocida	07:30	8/9/2017	Viernes	Septiembre

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

AÑO	DIRECCIÓN EXACTA	TOTAL				TIPO DE ACCIDENTE	CAUSA INMEDIATA	CAUSA MEDIATA	HORA	FECHA	DIA	MES
		ACC D/M	ACC/ V	MTOS	LDOS							
2017	Frente a la hacienda Santa Rosa Km 40 Carretera hacia San Marcos	0	1	0	1	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Desconocida	09:30	14/1/2017	Sábado	Enero
2017	km 40 Carretera San marco a Las Esquinas	0	1	1	0	Atropello de peatones	Imprudencia peatonal	Desconocida	19:30	1/5/2017	Lunes	Mayo
2018	Intersección Las Esquinas 50 metros hacia San Marcos	0	1	0	1	Colisión entre vehículos	Giros indebidos	Estado de ebriedad	18:15	20/1/2018	Sábado	Enero
2018	Km 39 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión con objeto fijo	Invasión de carril	Atendiendo celular	17:40	9/2/2018	Viernes	Febrero
2018	Km 38 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Distracción en el manejo	11:10	24/11/2018	Sábado	Noviembre
2018	Km 38 300 metros hacia el Este Carretera San Marcos - Las Esquinas	0	1	1	0	Atropello de peatones	Violación peatonal	Distracción en el manejo	00:55	21/5/2018	Lunes	Mayo
2018	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Distracción en el manejo	20:00	2/12/2018	Domingo	Diciembre
2019	Km 37 Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Problema físico o psíquico	17:20	16/2/2019	Sábado	Febrero
2019	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Problema físico o psíquico	15:40	16/2/2019	Sábado	Febrero
2019	Km 38 1/2 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	17:05	9/3/2019	Sábado	Marzo
2019	Km 38 Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Estado de ebriedad	14:00	4/5/2019	Sábado	Mayo

Anexo IV

AÑO	DIRECCIÓN EXACTA	TOTAL				TIPO DE ACCIDENTE	CAUSA INMEDIATA	CAUSA MEDIATA	HORA	FECHA	DIA	MES
		ACC D/M	ACC/ V	MTOS	LDOS							
2019	Km 38 800 metros al Este Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	15:45	17/5/2019	Viernes	Mayo
2019	Intersección Las Esquinas 200 metros al Este San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Falta de precaución al retroceder	Atendiendo celular	16:15	10/7/2019	Miércoles	Julio
2019	Km 39 1/2 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	10:50	19/7/2019	Viernes	Julio
2019	Km 39 1/2 Carretera Las Esquinas San Marcos Barrio El Socorro	0	1	0	1	Atropello de peatones	Imprudencia peatonal	Atendiendo celular	18:45	4/8/2019	Domingo	Julio
2019	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	18:40	21/9/2019	Sábado	Septiembre
2019	Km 41 Carretera San Marcos - Las Esquinas	0	1	0	1	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	18:40	4/10/2019	Viernes	Octubre
2020	Km 39 Carretera Las Esquinas - San Marcos	0	1	0	1	Atropello de peatones	Falta de pericia	Atendiendo celular	08:45	20/1/2020	Lunes	Enero
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Falta de precaución al retroceder	Atendiendo celular	12:00	2/2/2020	Domingo	Febrero
2020	Km 40 Carretera Las esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	19:35	2/2/2020	Domingo	Febrero
2020	Km 39 1/2 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	12:05	7/3/2020	Sábado	Marzo
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	19:00	9/3/2020	Lunes	Marzo

Anexo V

AÑO	DIRECCIÓN EXACTA	TOTAL				TIPO DE ACCIDENTE	CAUSA INMEDIATA	CAUSA MEDIATA	HORA	FECHA	DIA	MES
		ACC D/M	ACC/ V	MTOS	LDOS							
2020	Km 37 Carretera Las Esquinas - San Marcos	0	1	0	1	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	17:30	5/4/2020	Domingo	Abril
2020	Km 39 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	10:30	21/4/2020	Martes	Abril
2020	Km 39 1/2 Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	14:10	17/4/2020	Viernes	Abril
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	16:10	30/4/2020	Jueves	Abril
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Desatender señales	Atendiendo celular	13:32	21/5/2020	Jueves	Mayo
2020	Entrada a El Socorro Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	19:30	7/6/2020	Domingo	Junio
2020	Km 38 1/2 Carretera Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Falta de precaución al retroceder	Atendiendo celular	12:00	10/6/2020	Miércoles	Junio
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	08:20	2/7/2020	Jueves	Julio
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	18:40	28/10/2020	Miércoles	Octubre
2020	Km 39 Carretera San Marcos - Las Esquinas	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	Atendiendo celular	19:40	24/11/2020	Martes	Noviembre
2020	Intersección Las Esquinas - San Marcos	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	Atendiendo celular	18:20	10/12/2020	Jueves	Diciembre
2020	Carretera San Marcos - Las Esquinas bajando de San Pallo	1	0	0	0	Colisión entre vehículos	Mal estado mecánico	Atendiendo celular	13:00	20/12/2020	Domingo	Diciembre

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Anexo VI

Tabla B2. Accidentalidad por consecuencia

CONSECUENCIA	ACCIDENTES POR AÑO					TOTAL
	2016	2017	2018	2019	2020	
Accidentes	2	6	3	8	15	34
Lesionados	1	1	1	2	2	7
Muertos	0	1	1	0	0	2
TOTAL	3	8	5	10	17	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B3. Accidentalidad por causa inmediata

CAUSA INMEDIATA DE ACCIDENTE	ACCIDENTES POR AÑO					TOTAL
	2016	2017	2018	2019	2020	
Desatender señales	0	0	0	0	1	1
Falta de pericia	1	0	0	0	1	2
Falta de precaución al retroceder	1	0	0	1	2	4
Giros indebidos	0	0	1	0	0	1
Imprudencia peatonal	0	1	0	1	0	2
Invasión de carril	0	1	1	5	7	14
Mal estado mecánico	0	0	0	0	1	1
No guardar distancia	0	6	2	3	5	16
No hacer alto	1	0	0	0	0	1
Violación peatonal	1	0	0	0	0	1
TOTAL	4	8	4	10	17	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B4. Accidentalidad por causa mediata

CAUSA MEDIATA DE ACCIDENTE	ACCIDENTES POR AÑO					TOTAL
	2016	2017	2018	2019	2020	
Atendiendo celular	0	1	1	7	17	26
Desconocida	1	6	0	0	0	7
Distracción en el manejo	0	0	3	0	0	3
Estado de ebriedad	0	1	1	1	0	3
No usar el cinturón de seguridad	2	0	0	0	0	2
Problema físico o psíquico	0	0	0	2	0	2
TOTAL	3	8	5	10	17	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B5. Accidentalidad por tipología

TIPO DE ACCIDENTE	ACCIDENTES POR AÑO					TOTAL
	2016	2017	2018	2019	2020	
Atropello de peatones	0	1	1	1	1	4
Colisión con objeto fijo	1	0	1	0	0	2
Colisión entre vehículos	2	7	3	9	16	37
TOTAL	3	8	5	10	17	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B6. Accidentalidad diaria por consecuencia

MES	CONSECUENCIA			TOTAL
	Accidentes	Lesionados	Muertos	
Enero	0	3	0	3
Febrero	7	0	0	7
Marzo	4	1	0	5
Abril	3	1	0	4
Mayo	3	0	2	5
Junio	3	0	0	3
Julio	5	1	0	6
Septiembre	3	0	0	3
Octubre	1	1	0	2
Noviembre	2	0	0	2
Diciembre	3	0	0	3
TOTAL	34	7	2	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B7. Accidentalidad mensual por consecuencia

DIA	CONSECUENCIA			TOTAL
	Accidentes	Lesionados	Muertos	
Lunes	2	1	2	5
Martes	3	0	0	3
Miércoles	3	0	0	3
Jueves	6	0	0	6
Viernes	5	1	0	6
Sábado	8	2	0	10
Domingo	7	3	0	10
TOTAL	34	7	2	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B8. Accidentalidad diaria diurna

HORA	CONSECUENCIA			TOTAL
	Accidentes	Lesionados	Muertos	
06:00-07:00	0	0	0	0
07:00-08:00	3	0	0	3
08:00-09:00	1	1	0	2
09:00-10:00	1	1	0	2
10:00-11:00	3	0	0	3
11:00-12:00	1	0	0	1
12:00-13:00	3	0	0	3
13:00-14:00	2	0	0	2
14:00-15:00	3	0	0	3
15:00-16:00	2	0	0	2
16:00-17:00	2	0	0	2
17:00-18:00	3	1	0	4
TOTAL	24	3	0	27

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B9. Accidentalidad nocturna

HORA	CONSECUENCIA			TOTAL
	Accidentes	Lesionados	Muertos	
18:00 – 19:00	4	3	0	7
19:00 – 20:00	5	0	1	6
20:00 – 21:00	1	1	0	2
21:00 – 22:00	0	0	0	0
22:00 – 23:00	0	0	0	0
23:00 – 00:00	0	0	0	0
00:00-01:00	0	0	1	1
01:00 – 02:00	0	0	0	0
02:00 – 03:00	0	0	0	0
03:00 – 04:00	0	0	0	0
04:00 – 05:00	0	0	0	0
05:00 – 06:00	0	0	0	0
TOTAL	10	4	2	16

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

Tabla B10. Accidentalidad por localización

TRAMO	CONSECUENCIA			TOTAL
	Accidentes	Lesionados	Muertos	
Km 37 - Km 38	15	3	0	18
Km 38 - Km 39	7	0	1	8
Km 39 - Km 40	9	2	0	11
Km 40 - Km 41	3	2	1	6
TOTAL	34	7	2	43

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos del Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

.

ANEXO C: INVENTARIO VIAL

Tabla C1. Señales verticales existentes en el punto de estudio

SEÑALES VERTICALES										
COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA [m]	DISTANCIA DESDE HOMBRO [m]	UBICACIÓN		CONTENIDO	OBSERVACIÓN
							IZQ	DER		
Lat:11°53'47.23"N Long:86°14'46.89"O	36+900.70	ID-1-8	Informativa	Rectángulo	2.37	2.90		X	San Marcos 4km Masatepe 12km	Buen estado
Lat:11°53'48.02"N Long:86°14'46.35"O	36+922.00	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.36	3.40	X		30 kph velocidad máxima	Buen estado
Lat:11°53'50.07"N Long:86°14'41.76"O	37+073.55	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.58	1.94		X	80 kph velocidad máxima	Buen estado
Lat:11°53'54.20"N Long:86°14'34.85"O	37+317.70	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.52	1.36	X		No adelantar	Regular estado (levemente borrosa)
Lat:11°54'2.38"N Long:86°14'19.10"O	37+856.70	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.12	2.00		X	No adelantar	Buen estado
Lat:11°54'6.10"N Long:86°14'12.39"O	38+077.60	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.67	1.75		X	60 kph velocidad máxima	Mal estado/Señal arrancada del punto
Lat:11°54'6.38"N Long:86°14'12.54"O	38+077.60	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.62	1.94	X		80 kph velocidad máxima	Buen estado
Lat:11°54'8.69"N Long:86°14'7.60"O	38+242.92	P-1-2	Preventiva	Rombo	2.62	2.08		X	Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'9.03"N Long:86°14'7.06"O	38+262.70	E-1-1, E-1-2	Reglamentaria	Pentágono	2.53	1.78		X	Proximidad de zona escolar	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'10.56"N Long:86°14'4.16"O	38+362.42	E-1-1	Reglamentaria	Pentágono	2.47	1.51		X	Proximidad de zona escolar	Buen estado
Lat:11°54'10.88"N Long:86°14'4.23"O	38+363.30	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	2.01	1.56	X		Delineador de dirección	Regular estado (rayada y levemente doblada)

SEÑALES VERTICALES										
COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA [m]	DISTANCIA DESDE HOMBRO [m]	UBICACIÓN		CONTENIDO	OBSERVACIÓN
							IZQ	DER		
Lat:11°54'11.09"N Long:86°14'3.54"O	38+385.30	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	1.87	1.64	X		Delineador de dirección	Buen estado
Lat:11°54'10.97"N Long:86°14'2.49"O	38+416.05	E-3-1, E-3-3	Reglamentaria	Rectángulo	3.00	1.68		X	Escuela / 25 kph con escolares presentes	Buen estado
Lat:11°54'11.32"N Long:86°14'1.90"O	38+433.83	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	1.81	1.62	X		Delineador de dirección	Mal estado, rayada, doblada, tubo doblado con ausencia de un perno
Lat:11°54'11.25"N Long:86°13'58.86"O	38+525.30	P-1-2	Preventiva	Rombo	2.56	2.23	X		Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'10.96"N Long:86°13'58.77"O	38+528.75	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	1.66	1.98		X	Delineador de obstáculo	Buen estado
Lat:11°54'10.95"N Long:86°13'58.56"O	38+536.26	E-1-3	Reglamentaria	Pentágono	2.43	1.86		X	Cruce de escolares	Buen estado
Lat:11°54'10.85"N Long:86°13'56.11"O	38+609.50	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.27	2.60		X	No adelantar	Regular (Le falta 1 perno)
Lat:11°54'11.02"N Long:86°13'51.77"O	38+739.20	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	1.65	1.90	X		Delineador de obstáculo	Regular (Ligeramente inclinada)
Lat:11°54'10.69"N Long:86°13'51.80"O	38+740	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	1.56	2.48		X	Delineador de obstáculo	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'10.99"N Long:86°13'49.88"O	38+797.78	R-11-4	Reglamentaria	Rectángulo	2.23	0.20	X		Zona de seguridad	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'10.93"N Long:86°13'49.26"O	38+815.74	E-1-3	Reglamentaria	Pentágono	2.43	2.06	X		Cruce de escolares	Buen estado
Lat:11°54'10.82"N Long:86°13'46.00"O	38+914.83	E-3-1, E-3-3	Reglamentaria	Rectángulo	2.64	2.20	X		Escuela / 25 kph con escolares presentes	Buen estado

Anexo XII

SEÑALES VERTICALES										
COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA [m]	DISTANCIA DESDE HOMBRO [m]	UBICACIÓN		CONTENIDO	OBSERVACIÓN
							IZQ	DER		
Lat:11°54'10.73"N Long:86°13'43.38"O	39+006.52	E-1-1	Reglamentaria	Pentágono	2.45	2.50	X		Proximidad de zona escolar	Buen estado
Lat:11°54'10.68"N Long:86°13'42.55"O	39+030.70	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	1.57	2.45	X		Delineador de obstáculo	Buen estado
Lat:11°54'10.31"N Long:86°13'42.57"O	39+030.70	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	1.57	2.50		X	Delineador de obstáculo	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'10.61"N Long:86°13'40.05"O	39+106.90	E-1-1, E-1-2	Reglamentaria	Pentágono	2.34	2.62	X		Proximidad de zona escolar	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'10.14"N Long:86°13'37.74"O	39+177.10	P-1-2	Preventiva	Rombo	2.59	2.60		X	Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'10.13"N Long:86°13'33.84"O	39+295.10	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	2.25	1.57		X	Delineador de dirección	Mal estado, rayada, fisurada y gravemente doblada
Lat:11°54'10.35"N Long:86°13'32.07"O	39+347.80	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	1.83	1.79		X	Delineador de dirección	Regular. Levemente doblada
Lat:11°54'10.70"N Long:86°13'32.05"O	39+351.30	P-12-4a	Preventiva	Rectángulo	2.11	1.52	X		Delineador de obstáculo	Buen estado
Lat:11°54'10.72"N Long:86°13'30.83"O	39+386.80	P-1-9	Preventiva	Rectángulo	1.88	2.10		X	Delineador de dirección	Regular estado (rayada)
Lat:11°54'11.38"N Long:86°13'30.00"O	39+417.30	P-1-2	Preventiva	Rombo	2.94	2.35	X		Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'13.41"N Long:86°13'24.37"O	39+598.07	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.85	2.70	X		60 kph velocidad máxima	Buen estado
Lat:11°54'16.11"N Long:86°13'16.80"O	39+842.12	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.29	2.30	X		No adelantar	Mal estado/Señal arrancada del punto

Anexo XIII

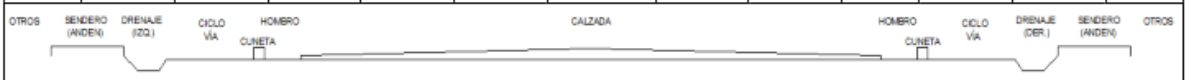
SEÑALES VERTICALES										
COORDENADAS (DMS)	ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA [m]	DISTANCIA DESDE HOMBRO [m]	UBICACIÓN		CONTENIDO	OBSERVACIÓN
							IZQ	DER		
Lat:11°54'17.87"N Long:86°13'10.65"O	40+034.00	II-1-3a	Informativa	Rectángulo	2.32	3.70		X	Nicaragua / NIC-18	Mal estado/Señal arrancada del punto
Lat:11°54'18.54"N Long:86°13'8.94"O	40+454.00	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.87	3.06		X	No adelantar	Buen estado
Lat:11°54'23.78"N Long:86°12'54.49"O	40+519.40	P-1-2	Preventiva	Rombo	2.25	3.30		X	Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'25.98"N Long:86°12'49.34"O	40+689.30	R-2-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.83	2.04	X		60 kph velocidad máxima	Regular estado (manchada)
Lat:11°54'27.48"N Long:86°12'42.18"O	40+910	P-1-2	Preventiva	Rombo	3.14	2.50	X		Curva peligrosa	Buen estado
Lat:11°54'27.62"N Long:86°12'41.21"O	40+939.35	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.46	2.36	X		No adelantar	Buen estado
Lat:11°54'27.43"N Long:86°12'41.03"O	40+944.20	R-13-1	Reglamentaria	Rectángulo	2.85	2.82		X	No adelantar	Buen estado

Fuente: Elaboración propia, con datos levantados por los sustentantes, 2021.

Tabla C3. Formato de levantamiento de secciones transversales de carretera

(Estudio de Inventario de sección transversal de camino)		
Estudio No.	Hoja de Estudio No.	Fecha de Estudio:
Origen (Nombre Departamento/ Municipio)		
Destino (Nombre Departamento/ Municipio)		
Nombre del Supervisor		
Nombre del Encuestador		
Nombre de carretera/ Código Nic.		
Nombre/punto estudio, Estación (PK)		
Coordenada GPS	Longitud (X)	
	Latitud (Y)	
Terreno	☐Plano ☐Ondulado ☐Montañoso ☐Sinuoso	
Uso de tierra al lado de carretera	☐Residencial ☐Comercial ☐Industrial ☐Agrícola ☐Bosque ☐Río ☐Montaña	
Estructura de carretera	☐Llano (H<2.0m) ☐Corte (H >=2.0m) ☐Terraplén (H>=2.0m)	
	☐Muro de contención ☐Pared de contención ☐Pared parapeto ☐Talud de tierra	
Taludes de carretera	☐Llano ☐Pendiente i<5% ☐Pendiente 5%< 10%, ☐Pendiente i>10%	
	Condiciones del Talud: ☐Buena ☐Derrumbe de tierra ☐Piedras sueltas ☐Erosión de Tierra	
Tipo de superficie de carretera	Con Pavimento: ☐Asfalto ☐Losa de Concreto Hidráulico ☐Adoquín Sin Pavimento: ☐Revestido ☐Uso de Todo Tiempo ☐Uso en Estación Seca	
Condición de superficie de calzada	☐Mala ☐Regular ☐Buena	
Información del Diseño de Carretera	Ancho de calzada m, DDV m, Plan de Ampliación de Calzada m	

Otros ① ② ③ ④ ⑤	Anden sendero	Drenaje (Izq.)	Ciclo vía	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo vía	Drenaje (Der.)	Anden sendero	Otros ① ② ③ ④ ⑤



Nombre del tipo de drenaje	☐Ninguno ☐llano de tierra ☐Llano de roca ☐Llano de monte ☐Mampostería ☐De piedra ☐De concreto ☐Otros ( )
Condición de superficie de Drenajes	☐Mala ☐Regular ☐Buena
Características del volumen de tráfico (por día)	☐Poco(V <100) ☐Mediano (100 < V <500) ☐Pesado (más de 500) ( ) ( ) ( )
Tipo de trafico actualmente en la carretera	☐Motocicleta ☐carro/Jeep ☐Camioneta ☐Microbús ☐Minibús ☐Bus Grande ☐Camión Liviano ☐Camión Pesado (Eje > 2) ☐Agrícola ☐Construcción

Foto del punto de encuesta (Vista de: Adelante Para: Atrás)	Croquis de la sección transversal actual

Condición de superficie de calzada

- Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km /h.
- Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/ h.
- Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km / h.

Estructura de Carretera

- Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra.
- Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra.
- Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera.

Información del Diseño de Carretera:

- Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén.

ANEXO D: ESTUDIO DE TRÁNSITO

D1. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000, Día de Máxima Demanda/ Empalme-San Marcos/ Fecha: 08-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	0	10	2	0	0	5	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	25
6:15 am-6:30 am	8	31	11	1	4	2	1	2	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	67
6:30 am-6:45 am	9	31	13	0	6	1	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	2	67
6:45 am-7:00 am	7	32	14	0	11	1	2	1	4	2	0	0	1	0	0	0	0	1	76
7:00 am-7:15 am	5	13	7	0	5	1	1	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	0	38
7:15 am-7:30 am	2	9	10	0	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
7:30 am-7:45 am	7	21	7	0	5	2	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	48
7:45 am-8:00 am	7	22	12	0	13	2	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	63
8.00 am-8:15 am	2	17	6	0	8	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	**37**
8:15 am-8:30 am	1	13	8	0	6	2	1	2	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	38
8:30 am-8:45 am	4	15	7	0	3	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	38
8:45 am-9:00 am	4	10	10	0	14	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46
9:00 am-9:15 am	4	8	8	0	8	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31
9:15 am-9:30 am	2	15	10	0	5	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	39
9:30 am-9:45 am	4	11	7	1	10	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	39
9:45 am-10:00 am	1	15	5	1	11	3	1	2	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	44
10:00 am-10:15 am	7	11	2	1	8	2	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	36
10:15 am-10:30 am	6	8	9	0	6	2	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36
10:30 am-10:45 am	0	11	11	0	11	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	38
10:45 am-11:00 am	3	10	3	0	9	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	31
11:00 am-11:15 am	4	10	7	0	7	2	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	3	38
11:15 am-11:30 am	4	5	5	0	6	0	1	1	3	1	0	4	0	0	1	0	0	1	32
11:30 am-11:45 am	4	12	4	1	9	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35
11:45 am-12:00 pm	4	9	8	0	3	2	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	33

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	5	10	7	0	9	0	1	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	39
12:15 pm-12:30 pm	2	11	11	1	11	5	1	1	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	49
12:30 pm-12:45 pm	3	11	4	0	6	2	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	31
12:45 pm-1:00 pm	2	7	11	0	11	0	1	0	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	39
1:00 pm-1:15 pm	2	7	7	0	13	0	2	1	2	2	0	2	0	0	1	0	0	1	40
1:15 pm-1:30 pm	2	11	5	0	9	1	1	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	34
1:30 pm-1:45 pm	3	6	5	1	9	3	0	1	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	35
1:45 pm-2:00 pm	2	16	6	0	10	1	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	40
2:00 pm-2:15 pm	3	12	8	0	6	1	1	1	1	3	1	1	0	0	2	0	0	0	40
2:15 pm-2:30 pm	3	16	4	0	4	1	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	1	36
2:30 pm-2:45 pm	4	10	12	0	8	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	39
2:45 pm-3:00 pm	3	13	10	0	7	2	1	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	41
3:00 pm-3:15 pm	0	7	5	0	6	3	0	1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	28
3:15 pm-3:30 pm	6	16	8	1	6	2	0	1	2	5	0	3	0	0	0	0	0	0	50
3:30 pm-3:45 pm	5	12	7	0	12	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	42
3:45 pm-4:00 pm	4	16	4	0	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
4:00 pm-4:15 pm	2	12	5	0	6	3	0	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	34
4:15 pm-4:30 pm	5	17	7	0	7	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	42
4:30 pm-4:45 pm	4	18	12	0	8	0	0	2	4	3	0	1	0	0	1	0	0	0	53
4:45 pm-5:00 pm	13	11	9	2	6	5	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	49
5:00 pm-5:15 pm	7	11	15	0	18	1	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	58
5:15 pm-5:30 pm	2	17	16	0	5	1	0	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	47
5:30 pm-5:45 pm	6	15	17	3	11	4	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	59
5:45 pm-6:00 pm	5	13	10	0	5	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	41
TOTAL	192	644	391	13	376	81	20	44	74	61	3	67	2	3	20	0	0	15	2006

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XVII

D2. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000, Día de Máxima Demanda/ San Marcos-Empalme/ Fecha: 08-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σvehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	0	4	4	0	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
6:15 am-6:30 am	2	23	12	1	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47
6:30 am-6:45 am	4	23	20	2	7	3	1	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	2	71
6:45 am-7:00 am	5	26	30	0	16	4	1	1	2	1	0	0	1	0	2	0	0	0	89
7:00 am-7:15 am	3	15	10	0	6	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	38
7:15 am-7:30 am	5	12	11	0	4	2	1	1	1	2	0	3	0	0	1	0	0	0	43
7:30 am-7:45 am	6	20	19	0	11	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	62
7:45 am-8:00 am	8	18	15	0	16	1	0	1	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	66
8:00 am-8:15 am	1	16	13	1	9	2	1	2	3	6	0	1	0	0	0	0	0	0	**55**
8:15 am-8:30 am	2	22	15	0	10	1	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	56
8:30 am-8:45 am	2	9	8	0	13	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
8:45 am-9:00 am	2	13	7	1	9	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9:00 am-9:15 am	8	16	10	0	14	3	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	57
9:15 am-9:30 am	8	13	8	0	7	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	43
9:30 am-9:45 am	2	12	15	1	6	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	43
9:45 am-10:00 am	5	11	5	1	7	2	0	1	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	40
10:00 am-10:15 am	6	17	9	0	5	1	0	1	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	45
10:15 am-10:30 am	5	10	7	0	10	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	37
10:30 am-10:45 am	4	10	6	0	7	4	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	38
10:45 am-11:00 am	3	10	4	0	8	4	0	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0	37
11:00 am-11:15 am	3	11	4	3	12	4	0	1	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	44
11:15 am-11:30 am	3	4	8	2	8	0	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	32
11:30 am-11:45 am	8	7	1	2	2	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	26
11:45 am-12:00 pm	1	12	11	0	9	1	1	1	0	2	0	2	0	0	2	0	0	1	43

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σvehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	1	17	6	0	6	1	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	1	40
12:15 pm-12:30 pm	4	13	13	1	10	5	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	49
12:30 pm-12:45 pm	5	7	5	1	12	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	35
12:45 pm-1:00 pm	4	13	5	0	7	2	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	36
1:00 pm-1:15 pm	5	7	5	1	7	1	0	1	2	2	0	8	0	0	0	0	0	0	39
1:15 pm-1:30 pm	3	9	2	0	5	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23
1:30 pm-1:45 pm	3	10	7	0	7	4	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	34
1:45 pm-2:00 pm	5	9	9	0	5	3	0	1	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	38
2:00 pm-2:15 pm	2	7	7	0	13	3	0	1	0	0	1	4	0	0	3	0	0	1	42
2:15 pm-2:30 pm	2	12	8	0	9	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	36
2:30 pm-2:45 pm	1	15	10	0	7	2	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	40
2:45 pm-3:00 pm	5	10	8	1	4	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	34
3:00 pm-3:15 pm	3	11	11	0	11	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	43
3:15 pm-3:30 pm	3	17	5	1	9	1	0	1	0	2	0	5	0	0	1	0	0	0	45
3:30 pm-3:45 pm	2	8	8	0	3	1	0	0	1	3	0	2	0	0	1	0	0	0	29
3:45 pm-4:00 pm	7	4	13	1	2	4	0	2	1	4	0	3	0	0	1	0	0	1	43
4:00 pm-4:15 pm	6	15	6	1	7	3	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	43
4:15 pm-4:30 pm	4	8	9	0	14	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	43
4:30 pm-4:45 pm	10	12	11	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
4:45 pm-5:00 pm	1	9	17	1	6	4	0	1	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	45
5:00 pm-5:15 pm	12	18	19	1	9	2	0	1	4	2	0	1	0	0	1	0	0	2	72
5:15 pm-5:30 pm	9	12	13	0	7	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	46
5:30 pm-5:45 pm	3	14	12	2	9	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47
5:45 pm-6:00 pm	8	14	14	0	8	3	0	0	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0	54
TOTAL	204	605	475	25	381	91	17	40	71	75	9	61	1	3	21	0	0	17	2096

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XIX

D3. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000, Día de Máxima Demanda/ Empalme-San Marcos/ Fecha: 08-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			∑ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	3	14	2	1	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
6:15 am-6:30 am	7	33	13	3	3	5	0	3	1	7	0	0	0	0	0	0	0	1	76
6:30 am-6:45 am	6	45	14	2	8	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81
6:45 am-7:00 am	10	45	16	2	7	2	1	1	1	3	0	0	0	0	2	0	0	0	90
7:00 am-7:15 am	13	15	15	1	16	3	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	69
7:15 am-7:30 am	8	13	14	2	14	2	0	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	60
7:30 am-7:45 am	7	24	10	0	8	0	0	0	4	7	0	1	0	0	0	0	0	0	61
7:45 am-8:00 am	12	38	29	0	21	5	0	3	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	118
8:00 am-8:15 am	5	47	27	2	18	2	0	1	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	**119**
8:15 am-8:30 am	0	10	10	0	10	1	0	4	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	43
8:30 am-8:45 am	1	19	5	0	3	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	33
8:45 am-9:00 am	4	10	13	0	8	2	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	44
9:00 am-9:15 am	2	15	10	0	9	1	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	43
9:15 am-9:30 am	4	21	12	0	9	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	52
9:30 am-9:45 am	5	19	12	1	12	2	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	59
9:45 am-10:00 am	0	10	3	0	10	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
10:00 am-10:15 am	9	18	7	1	8	0	0	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	52
10:15 am-10:30 am	4	17	6	0	7	2	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	42
10:30 am-10:45 am	9	13	11	0	7	0	1	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	48
10:45 am-11:00 am	0	13	5	0	10	0	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	36
11:00 am-11:15 am	4	12	6	0	5	2	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	36
11:15 am-11:30 am	5	16	12	0	9	1	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	50
11:30 am-11:45 am	7	12	4	0	7	1	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	39
11:45 am-12:00 pm	4	10	11	1	5	1	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	39

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	5	11	5	0	3	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29
12:15 pm-12:30 pm	2	8	11	0	9	1	0	1	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	38
12:30 pm-12:45 pm	5	13	8	0	4	3	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	38
12:45 pm-1:00 pm	5	14	10	0	8	1	1	1	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	47
1:00 pm-1:15 pm	4	10	11	0	14	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45
1:15 pm-1:30 pm	9	10	10	0	6	2	1	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	43
1:30 pm-1:45 pm	2	15	10	0	5	2	2	0	5	4	0	0	0	0	1	0	0	0	46
1:45 pm-2:00 pm	3	16	9	1	9	0	1	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	46
2:00 pm-2:15 pm	2	9	11	0	9	0	0	1	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	38
2:15 pm-2:30 pm	4	13	6	0	2	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
2:30 pm-2:45 pm	2	5	8	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
2:45 pm-3:00 pm	4	18	13	1	10	0	2	1	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	55
3:00 pm-3:15 pm	8	12	10	0	6	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
3:15 pm-3:30 pm	5	10	12	1	9	3	1	1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	56
3:30 pm-3:45 pm	10	18	13	0	11	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	62
3:45 pm-4:00 pm	1	13	6	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
4:00 pm-4:15 pm	4	7	12	0	4	1	0	1	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	37
4:15 pm-4:30 pm	7	19	15	0	7	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	54
4:30 pm-4:45 pm	5	27	15	0	4	0	1	2	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	62
4:45 pm-5:00 pm	2	19	14	1	5	2	1	0	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	53
5:00 pm-5:15 pm	9	16	19	0	18	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	68
5:15 pm-5:30 pm	7	20	13	0	9	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	57
5:30 pm-5:45 pm	2	10	9	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
5:45 pm-6:00 pm	4	16	11	0	8	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45
TOTAL	240	818	528	20	387	59	23	50	143	110	8	4	1	3	15	0	0	2	2411

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D4. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000, Día de Máxima Demanda/ San Marcos- Empalme/ Fecha: 08-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	3	15	9	1	2	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35
6:15 am-6:30 am	11	24	9	2	4	2	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57
6:30 am-6:45 am	6	22	11	6	8	2	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	62
6:45 am-7:00 am	6	23	16	4	14	4	1	1	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	76
7:00 am-7:15 am	10	14	8	2	7	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	46
7:15 am-7:30 am	8	8	20	1	8	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	52
7:30 am-7:45 am	6	26	15	0	8	1	0	0	1	3	0	0	0	2		0	0	0	62
7:45 am-8:00 am	8	24	28	2	25	2	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	**99**
8:00 am-8:15 am	4	21	19	1	14	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	66
8:15 am-8:30 am	3	12	10	0	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35
8:30 am-8:45 am	2	8	9	1	7	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
8:45 am-9:00 am	3	16	14	1	13	1	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	54
9:00 am-9:15 am	3	26	3	0	8	3	0	0	3	3	0	1	0	2	0	0	0	0	52
9:15 am-9:30 am	9	19	10	0	6	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	52
9:30 am-9:45 am	3	19	17	0	8	3	0	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	59
9:45 am-10:00 am	6	16	5	0	4	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	36
10:00 am-10:15 am	8	13	8	0	6	2	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	43
10:15 am-10:30 am	2	15	8	0	9	1	0	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	42
10:30 am-10:45 am	6	9	1	1	13	1	3	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	41
10:45 am-11:00 am	2	18	5	1	12	1	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	50
11:00 am-11:15 am	9	11	6	1	10	1	1	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	45
11:15 am-11:30 am	7	8	7	0	10	2	0	1	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	40
11:30 am-11:45 am	4	6	6	0	11	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	33
11:45 am-12:00 pm	5	15	6	0	7	1	0	1	4	4	1	0	0	0	2	0	0	0	46

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σ Vehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	2	15	10	0	7	2	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	43
12:15 pm-12:30 pm	4	21	16	1	7	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
12:30 pm-12:45 pm	5	14	2	0	12	0	1	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	41
12:45 pm-1:00 pm	6	12	8	0	6	2	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	40
1:00 pm-1:15 pm	7	9	10	0	11	0	1	0	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	49
1:15 pm-1:30 pm	3	9	9	0	6	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
1:30 pm-1:45 pm	0	9	11	0	5	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
1:45 pm-2:00 pm	1	9	10	0	6	4	1	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	41
2:00 pm-2:15 pm	1	10	7	0	13	0	1	0	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	38
2:15 pm-2:30 pm	2	14	9	0	7	0	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40
2:30 pm-2:45 pm	1	10	10	0	5	0	0	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	34
2:45 pm-3:00 pm	4	13	8	0	5	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
3:00 pm-3:15 pm	0	7	8	1	9	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	31
3:15 pm-3:30 pm	5	15	8	0	7	0	1	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	44
3:30 pm-3:45 pm	6	11	13	0	9	1	2	1	3	5	0	0	0	0	1	0	0	0	52
3:45 pm-4:00 pm	3	5	6	0	2	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	22
4:00 pm-4:15 pm	4	14	5	0	8	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	37
4:15 pm-4:30 pm	5	18	13	0	12	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	53
4:30 pm-4:45 pm	10	15	10	0	3	2	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47
4:45 pm-5:00 pm	9	13	17	0	8	1	1	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	57
5:00 pm-5:15 pm	9	31	17	0	12	0	1	1	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	81
5:15 pm-5:30 pm	4	24	20	0	11	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64
5:30 pm-5:45 pm	2	16	7	0	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
5:45 pm-6:00 pm	5	20	13	0	10	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
TOTAL	232	722	497	26	410	56	35	37	122	101	10	3	0	6	12	0	0	3	2272

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXIII

D5. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000/ Empalme-San Marcos/ Fecha: 09-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2>4 Ton	C3	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	4	17	9	0	7	1	1	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	48
6:15 am-6:30 am	3	24	15	1	4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50
6:30 am-6:45 am	3	27	14	1	6	5	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	62
6:45 am-7:00 am	4	28	22	1	6	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
7:00 am-7:15 am	4	9	6	0	5	1	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	30
7:15 am-7:30 am	1	19	3	0	7	3	1	1	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	41
7:30 am-7:45 am	1	20	7	1	4	1	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	39
7:45 am-8:00 am	3	16	12	1	3	0	1	0	2	2	0	2	0	0	2	0	0	1	45
8.00 am-8:15 am	5	9	8	0	7	0	1	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	36
8:15 am-8:30 am	6	14	5	0	7	1	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	39
8:30 am-8:45 am	0	9	4	0	2	1	1	1	3	2	0	2	0	0	0	0	0	1	26
8:45 am-9:00 am	4	5	9	0	3	2	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	28
9:00 am-9:15 am	9	7	6	0	6	2	0	1	3	0	0	1	0	0	0	2	0	1	38
9:15 am-9:30 am	1	5	10	0	5	3	0	1	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	33
9:30 am-9:45 am	1	7	7	0	4	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	27
9:45 am-10:00 am	5	6	9	0	12	0	1	1	0	1	0	5	0	0	1	0	0	0	41
10:00 am-10:15 am	5	7	2	0	6	2	1	1	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	32
10:15 am-10:30 am	2	12	3	2	8	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	34
10:30 am-10:45 am	2	7	5	0	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	22
10:45 am-11:00 am	5	11	6	0	12	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	41
11:00 am-11:15 am	3	10	5	0	5	0	1	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	29
11:15 am-11:30 am	4	5	8	1	13	2	0	1	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	40
11:30 am-11:45 am	2	9	7	1	5	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	34
11:45 am-12:00 pm	9	11	4	0	7	3	1	1	1		0	2	0	0	0	0	0	0	39

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤ 4 *Ejes*	≥ 5 *Ejes*	≤ 4 *Ejes*	≥ 5 *Ejes*	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	10	12	8	1	9	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	45
12:15 pm-12:30 pm	2	9	4	0	4	5	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	31
12:30 pm-12:45 pm	4	7	2	2	5	2	0	1	1	0	0	7	0	0	1	0	0	0	32
12:45 pm-1:00 pm	2	12	12	0	9	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	40
1:00 pm-1:15 pm	2	5	11	0	9	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33
1:15 pm-1:30 pm	2	10	14	0	5	0	1	1	1	5	0	3	0	0	1	0	0	0	43
1:30 pm-1:45 pm	3	20	5	0	9	3	0	1	4	2	0	2	0	0	1	0	0	1	51
1:45 pm-2:00 pm	6	8	17	1	7	6	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	50
2:00 pm-2:15 pm	3	8	12	0	9	2	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	39
2:15 pm-2:30 pm	6	19	9	1	10	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	51
2:30 pm-2:45 pm	2	17	19	1	4	2	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	50
2:45 pm-3:00 pm	4	17	19	0	4	2	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	53
3:00 pm-3:15 pm	2	14	12	0	9	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	43
3:15 pm-3:30 pm	11	12	16	1	5	2	0	1	3	2	0	1	0	1	0	0	0	1	56
3:30 pm-3:45 pm	4	17	15	1	9	3	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	54
3:45 pm-4:00 pm	9	10	10	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
4:00 pm-4:15 pm	8	11	11	0	10	2	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	50
4:15 pm-4:30 pm	9	20	15	0	11	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	63
4:30 pm-4:45 pm	4	7	13	0	9	3	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	40
4:45 pm-5:00 pm	9	19	10	0	5	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	49
5:00 pm-5:15 pm	3	16	19	0	3	2	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	47
5:15 pm-5:30 pm	5	16	15	0	8	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	49
5:30 pm-5:45 pm	3	12	14	0	5	0	0	1	1	0	0	2	0	0		0	0	0	38
5:45 pm-6:00 pm	2	14	5	0	6	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	34
TOTAL	201	606	473	17	319	88	30	41	65	46	2	76	1	3	14	2	0	14	1998

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXV

D6. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000/ San Marcos-Empalme/ Fecha: 09-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2>4 Ton	C3	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	7	31	10	0	6	8	0	9	2	3	1	0	0	0	2	0	0	0	79
6:15 am-6:30 am	8	16	8	2	2	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	42
6:30 am-6:45 am	7	28	8	0	6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	55
6:45 am-7:00 am	8	15	11	1	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
7:00 am-7:15 am	4	10	12	0	8	2	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	43
7:15 am-7:30 am	7	11	7	0	9	4	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	41
7:30 am-7:45 am	5	21	14	1	9	1	1	1	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	61
7:45 am-8:00 am	8	19	14	1	15	2	0	2	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	67
8.00 am-8:15 am	5	13	10	1	11	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	45
8:15 am-8:30 am	3	17	15	1	7	3	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	53
8:30 am-8:45 am	3	9	10	1	9	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	38
8:45 am-9:00 am	3	10	16	0	10	3	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	46
9:00 am-9:15 am	3	10	8	0	8	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	35
9:15 am-9:30 am	3	16	6	0	3	1	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	34
9:30 am-9:45 am	2	6	5	0	10	2	1	1	4	0	0	4	0	0	0	0	0	1	36
9:45 am-10:00 am	5	7	8	0	7	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32
10:00 am-10:15 am	2	16	6	1	6	1	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	38
10:15 am-10:30 am	4	9	3	0	10	1	0	1	5	1	0	3	0	0	0	0	0	1	38
10:30 am-10:45 am	4	17	9	0	5	4	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	44
10:45 am-11:00 am	2	7	4	0	6	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	25
11:00 am-11:15 am	1	10	9	1	6	2	1	1	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	40
11:15 am-11:30 am	3	16	5	0	4	3	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	37
11:30 am-11:45 am	4	9	4	0	8	2	1	1	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0	35
11:45 am-12:00 pm	4	11	7	1	7	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	37

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2>4 Ton	C3	$\leq 4\ Ejes$	$\geq 5\ Ejes$	$\leq 4\ Ejes$	$\geq 5\ Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	2	20	9	1	8	0	1	1	4	1	0	5	0	0	1	0	0	0	53
12:15 pm-12:30 pm	3	7	8	0	6	2	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	30
12:30 pm-12:45 pm	8	15	12	1	7	3	2	1	0	2	0	4	0	0	1	0	0	1	57
12:45 pm-1:00 pm	7	11	5	1	12	1	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	1	44
1:00 pm-1:15 pm	5	16	7	0	10	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
1:15 pm-1:30 pm	3	11	13	0	7	2	0	1	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	44
1:30 pm-1:45 pm	6	8	17	1	8	2	2	0	1	4	0	2	0	0	1	0	0	0	52
1:45 pm-2:00 pm	6	12	9	0	6	5	1	1	1	0	0	4	0	0	2	0	0	0	47
2:00 pm-2:15 pm	5	7	7	0	5	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	33
2:15 pm-2:30 pm	8	9	8	0	9	2	0	1	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	44
2:30 pm-2:45 pm	3	17	9	0	8	1	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1	45
2:45 pm-3:00 pm	3	7	6	0	5	2	1	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	30
3:00 pm-3:15 pm	3	7	17	0	12	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	43
3:15 pm-3:30 pm	5	6	12	0	10	1	0	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	41
3:30 pm-3:45 pm	4	15	13	1	5	3	0	0	2	4	0	3	0	0	2	0	0	0	52
3:45 pm-4:00 pm	2	10	5	1	6	1	0	1	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	31
4:00 pm-4:15 pm	5	8	11	1	9	1	0	1	1	2	0	4	0	0	2	0	0	0	45
4:15 pm-4:30 pm	9	11	13	0	15	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	52
4:30 pm-4:45 pm	2	9	16	0	4	3	0	0	6	3	0	1	0	0	1	0	0	0	45
4:45 pm-5:00 pm	5	13	16	0	12	4	0	1	4	3	0	1	0	0	0	0	0	2	61
5:00 pm-5:15 pm	4	24	5	1	12	3	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	56
5:15 pm-5:30 pm	7	9	12	0	13	1	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	48
5:30 pm-5:45 pm	3	12	14	0	5	2	0	0	4	1	0	2	0	0	1	0	0	0	44
5:45 pm-6:00 pm	4	10	9	0	9	1	0	1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	40
TOTAL	217	608	462	19	381	95	27	47	85	67	2	78	0	0	23	1	0	13	2125

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXVII

D7. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000/ Empalme-San Marcos/ Fecha: 09-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	5	23	5	2	3	2	0	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49
6:15 am-6:30 am	5	31	6	3	3	2	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	57
6:30 am-6:45 am	2	40	11	2	7	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	65
6:45 am-7:00 am	8	21	13	5	7	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	59
7:00 am-7:15 am	4	18	4	0	8	0	1	1	3	4	0	0	0	0	1	0	0	0	44
7:15 am-7:30 am	3	22	3	0	7	0	1	1	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	43
7:30 am-7:45 am	3	13	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	24
7:45 am-8:00 am	9	30	17	0	7	0	3	1	2	3	0	1	0	0	2	0	0	0	75
8:00 am-8:15 am	2	11	5	0	5	0	1	1	3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	32
8:15 am-8:30 am	6	15	6	0	3	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
8:30 am-8:45 am	5	14	9	0	7	1	2	1	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	47
8:45 am-9:00 am	4	5	9	0	5	0	1	0	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	31
9:00 am-9:15 am	7	11	10	0	7	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	43
9:15 am-9:30 am	2	8	10	0	8	1	1	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	40
9:30 am-9:45 am	5	9	5	0	7	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	33
9:45 am-10:00 am	1	12	6	0	8	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	33
10:00 am-10:15 am	11	16	10	0	9	1	1	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	56
10:15 am-10:30 am	2	10	6	0	6	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
10:30 am-10:45 am	2	13	5	0	7	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
10:45 am-11:00 am	2	10	1	0	12	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
11:00 am-11:15 am	2	9	5	0	9	1	2	1	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	35
11:15 am-11:30 am	6	9	10	0	10	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44
11:30 am-11:45 am	6	7	9	0	11	0	3	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	43
11:45 am-12:00 pm	1	9	2	0	4	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	10	15	9	0	8	0	2	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	53
12:15 pm-12:30 pm	4	17	6	0	7	1	2	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	45
12:30 pm-12:45 pm	4	20	2	2	3	0	2	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	41
12:45 pm-1:00 pm	3	8	7	0	5	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26
1:00 pm-1:15 pm	5	8	12	0	14	0	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
1:15 pm-1:30 pm	1	14	9	0	12	0	0	1	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	46
1:30 pm-1:45 pm	5	18	4	0	8	0	2	0	6	2	0	0	0	0	1	0	0	0	46
1:45 pm-2:00 pm	6	18	9	0	8	1	2	1	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	51
2:00 pm-2:15 pm	2	10	15	0	7	1	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	42
2:15 pm-2:30 pm	6	25	10	0	13	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
2:30 pm-2:45 pm	11	17	12	0	10	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	56
2:45 pm-3:00 pm	5	22	13	0	9	1	2	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	57
3:00 pm-3:15 pm	6	20	14	0	15	0	2	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	67
3:15 pm-3:30 pm	7	19	14	1	8	1	1	1	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	61
3:30 pm-3:45 pm	6	10	10	0	14	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
3:45 pm-4:00 pm	6	15	9	0	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
4:00 pm-4:15 pm	5	20	16	0	6	0	3	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
4:15 pm-4:30 pm	3	14	12	0	13	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48
4:30 pm-4:45 pm	11	7	11	0	10	0	0	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	48
4:45 pm-5:00 pm	3	11	9	0	20	1	0	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	56
5:00 pm-5:15 pm	10	15	14	0	14	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	59
5:15 pm-5:30 pm	5	8	12	0	13	0	1	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	46
5:30 pm-5:45 pm	4	11	12	0	8	0	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	43
5:45 pm-6:00 pm	8	12	10	0	15	0	2	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	53
TOTAL	239	720	423	15	408	19	59	50	153	80	6	2	1	4	14	2	0	1	2196

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXIX

D8. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000/ San Marcos-Empalme/ Fecha: 09-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	4	29	10	0	10	1	1	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	62
6:15 am-6:30 am	6	26	15	5	3	2	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	66
6:30 am-6:45 am	6	38	9	5	8	4	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
6:45 am-7:00 am	7	31	19	1	7	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	73
7:00 am-7:15 am	5	15	12	0	10	1	1	1	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	51
7:15 am-7:30 am	4	16	13	1	10	1	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	52
7:30 am-7:45 am	6	13	10	0	9	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	44
7:45 am-8:00 am	7	24	18	0	7	0	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64
8:00 am-8:15 am	5	11	14	0	8	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	43
8:15 am-8:30 am	3	15	12	0	4	3	1	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	43
8:30 am-8:45 am	10	12	20	0	12	0	3	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	65
8:45 am-9:00 am	5	12	8	0	6	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37
9:00 am-9:15 am	8	17	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
9:15 am-9:30 am	7	12	14	0	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	43
9:30 am-9:45 am	7	10	5	0	10	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
9:45 am-10:00 am	1	8	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
10:00 am-10:15 am	4	16	6	0	10	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	42
10:15 am-10:30 am	5	6	2	0	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
10:30 am-10:45 am	4	12	5	0	16	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
10:45 am-11:00 am	2	8	7	0	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
11:00 am-11:15 am	11	15	8	0	9	0	3	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	56
11:15 am-11:30 am	7	13	4	0	8	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	38
11:30 am-11:45 am	8	18	10	0	15	1	1	2	5	3	1	0	0	0	5	0	0	0	69
11:45 am-12:00 pm	4	9	4	1	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	7	24	9	0	13	0	2	1	11	2	0	0	0	0	1	0	0	0	70
12:15 pm-12:30 pm	8	16	12	0	8	0	3	1	3	4	0	0	0	0	1	0	0	0	56
12:30 pm-12:45 pm	7	18	7	0	8	0	1	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	52
12:45 pm-1:00 pm	2	10	5	1	6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27
1:00 pm-1:15 pm	4	11	10	0	8	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	38
1:15 pm-1:30 pm	2	17	10	0	6	0	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	45
1:30 pm-1:45 pm	5	15	10	1	11	0	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	53
1:45 pm-2:00 pm	3	14	7	0	4	0	1	1	4	2	0	1	0	0	2	0	0	0	39
2:00 pm-2:15 pm	8	10	9	0	8	0	2	0	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0	44
2:15 pm-2:30 pm	5	14	6	0	11	0	0	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46
2:30 pm-2:45 pm	1	18	8	0	11	0	1	1	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	49
2:45 pm-3:00 pm	5	10	8	0	8	0	1	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	39
3:00 pm-3:15 pm	12	19	15	0	10	0	2	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
3:15 pm-3:30 pm	5	10	11	1	14	0	0	1	2	4	1	0	0	0	2	0	0	0	51
3:30 pm-3:45 pm	3	10	12	1	12	0	3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	47
3:45 pm-4:00 pm	9	5	10	1	6	0	1	0	2	4	1	0	0	0	2	0	0	0	41
4:00 pm-4:15 pm	8	19	17	0	15	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	64
4:15 pm-4:30 pm	3	11	14	0	8	0	0	1	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0	44
4:30 pm-4:45 pm	1	10	11	0	7	1	0	1	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	38
4:45 pm-5:00 pm	3	11	9	0	20	1	0	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	56
5:00 pm-5:15 pm	10	15	14	0	14	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	59
5:15 pm-5:30 pm	5	8	12	0	13	0	1	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	46
5:30 pm-5:45 pm	4	11	12	0	8	0	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	43
5:45 pm-6:00 pm	8	12	10	0	15	0	2	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	53
TOTAL	264	704	485	18	442	21	64	45	138	79	9	3	0	0	27	0	0	0	2299

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXXI

D9. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000/ Empalme-San Marcos / Fecha: 10-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	0	6	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
6:15 am-6:30 am	5	34	11	3	5	2	1	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2	70
6:30 am-6:45 am	3	34	12	0	6	2	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	64
6:45 am-7:00 am	6	21	13	1	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
7:00 am-7:15 am	5	8	12	0	7	1	1	1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	41
7:15 am-7:30 am	2	20	9	1	7	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45
7:30 am-7:45 am	2	15	10	0	5	4	2	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	44
7:45 am-8:00 am	4	7	9	2	8	1	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	37
8.00 am-8:15 am	1	7	7	1	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25
8:15 am-8:30 am	4	9	9	0	6	2	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	36
8:30 am-8:45 am	3	11	7	0	5	0	1	1	1	2	0	5	0	0	0	0	0	0	36
8:45 am-9:00 am	1	6	12	0	10	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	35
9:00 am-9:15 am	2	7	9	0	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
9:15 am-9:30 am	1	11	5	0	12	3	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	1	39
9:30 am-9:45 am	0	12	7	0	5	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	28
9:45 am-10:00 am	3	16	6	0	7	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	39
10:00 am-10:15 am	2	7	8	0	5	1	1	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	29
10:15 am-10:30 am	2	14	6	0	6	0	0	2	0	3	0	2	0	0	0	0	0	1	36
10:30 am-10:45 am	2	10	9	0	5	1	1	1	1	1	1	5	0	0	2	0	0	0	39
10:45 am-11:00 am	2	7	7	0	2	1	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	25
11:00 am-11:15 am	1	9	9	0	6	3	1	1	1	0	0	4	0	0	1	0	0	2	38
11:15 am-11:30 am	5	9	9	0	7	1	0	1	1	2	0	6	0	0	0	0	0	1	42
11:30 am-11:45 am	3	10	11	0	4	3	1	2	1	1	1	4	0	0	1	0	0	0	42
11:45 am-12:00 pm	3	7	14	0	9	2	1	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0	1	43

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			vehículos Mixto
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤ 4 *Ejes*	≥ 5 *Ejes*	≤ 4 *Ejes*	≥ 5 *Ejes*	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	4	13	6	0	6	1	1	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	39
12:15 pm-12:30 pm	6	15	12	0	7	1	1	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	49
12:30 pm-12:45 pm	1	9	8	0	7	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	33
12:45 pm-1:00 pm	1	13	9	0	5	1	2	0	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	41
1:00 pm-1:15 pm	3	8	9	0	11	2	1	1	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	41
1:15 pm-1:30 pm	1	8	4	0	7	0	1	1	3	1	0	3	0	0	0	0	0	2	31
1:30 pm-1:45 pm	2	11	7	0	9	1	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	35
1:45 pm-2:00 pm	4	15	10	0	3	2	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	40
2:00 pm-2:15 pm	0	10	5	0	4	1	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	1	28
2:15 pm-2:30 pm	3	11	7	0	10	1	1	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	41
2:30 pm-2:45 pm	5	10	9	0	5	2	0	2	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	38
2:45 pm-3:00 pm	6	14	9	0	11	0	1	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	47
3:00 pm-3:15 pm	5	16	17	0	12	2	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	58
3:15 pm-3:30 pm	6	10	5	1	13	1	0	1	3	1	1	2	0	0	2	0	0	2	48
3:30 pm-3:45 pm	10	15	12	0	8	5	1	1	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	58
3:45 pm-4:00 pm	4	30	15	1	9	1	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	**67**
4:00 pm-4:15 pm	4	10	17	0	3	2	1	1	0	2	0	2	0	0	3	0	0	1	46
4:15 pm-4:30 pm	8	15	11	0	6	2	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	47
4:30 pm-4:45 pm	7	18	9	0	8	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50
4:45 pm-5:00 pm	9	17	17	0	7	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	56
5:00 pm-5:15 pm	5	20	20	0	11	6	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	67
5:15 pm-5:30 pm	7	13	8	0	10	2	1	1	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	47
5:30 pm-5:45 pm	8	16	11	0	8	4	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	53
5:45 pm-6:00 pm	5	18	16	0	5	2	1	1	2	2	0	1	0	0	2	0	0	0	55
TOTAL	176	632	465	10	334	79	35	44	74	59	8	87	0	0	17	0	0	19	2039

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXXIII

D10. Aforo Vehicular estacionamiento 37+000/ San Marcos- Empalme/ Fecha: 10-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σvehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	4	6	5	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
6:15 am-6:30 am	6	24	13	2	8	5	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	67
6:30 am-6:45 am	4	18	22	2	14	2	1	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	72
6:45 am-7:00 am	6	18	17	1	6	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	53
7:00 am-7:15 am	4	2	10	0	7	1	1	1	2	3	0	2	0	0	1	0	0	0	34
7:15 am-7:30 am	4	16	14	0	13	3	0	1	1	2	0	1	0	0	4	0	0	0	59
7:30 am-7:45 am	0	19	15	0	6	1	1	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	48
7:45 am-8:00 am	7	17	22	1	8	1	1	1	1	4	0	1	0	1	2	0	0	0	67
8.00 am-8:15 am	6	6	20	0	8	2	1	2	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	52
8:15 am-8:30 am	3	10	13	0	6	2	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	41
8:30 am-8:45 am	2	11	14	2	8	2	1	0	1	3	0	5	0	0	0	0	0	0	49
8:45 am-9:00 am	3	11	8	0	6	2	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	37
9:00 am-9:15 am	3	11	8	0	4	3	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	34
9:15 am-9:30 am	1	9	7	1	10	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	34
9:30 am-9:45 am	5	13	9	0	7	1	1	1	4	2	0	2	0	0	0	0	0	1	46
9:45 am-10:00 am	0	15	8	0	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
10:00 am-10:15 am	1	12	10	0	7	0	0	1	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	37
10:15 am-10:30 am	2	12	5	0	8	3	1	1	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	38
10:30 am-10:45 am	0	10	7	0	8	2	1	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	1	34
10:45 am-11:00 am	1	12	6	0	6	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	3	36
11:00 am-11:15 am	2	13	9	0	6	2	1	1	1	2	0	3	0	0	2	0	0	0	42
11:15 am-11:30 am	3	7	12	0	7	1	0	1	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	38
11:30 am-11:45 am	3	16	5	0	8	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	38
11:45 am-12:00 pm	2	12	6	0	6	0	1	1	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	34

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Σvehículos Mixtos
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	camión Ligero	C2>4 Ton	C3	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	$\leq 4\,Ejes$	$\geq 5\,Ejes$	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	3	11	9	0	7	4	1	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	41
12:15 pm-12:30 pm	7	8	11	0	13	1	0	1	0	5	0	3	0	0	1	0	0	0	50
12:30 pm-12:45 pm	2	2	8	0	8	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	26
12:45 pm-1:00 pm	4	10	7	0	9	2	1	0	2	1	0	7	0	0	0	0	0	2	45
1:00 pm-1:15 pm	2	8	8	0	6	3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	31
1:15 pm-1:30 pm	8	9	7	0	9	1	1	1	4	2	0	2	0	0	2	0	0	0	46
1:30 pm-1:45 pm	4	14	10	1	10	1	1	0	2	1	0	0	0	0		0	0	1	45
1:45 pm-2:00 pm	3	15	15	0	8	2	1	1	2	2	0	2	0	0	1	0	0	0	52
2:00 pm-2:15 pm	5	19	11	0	10	2	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	54
2:15 pm-2:30 pm	5	33	10	0	15	7	1	1	4	4	0	2	0	0	0	0	0	2	84
2:30 pm-2:45 pm	5	13	5	0	7	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
2:45 pm-3:00 pm	5	16	12	0	17	4	1	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	2	63
3:00 pm-3:15 pm	3	16	10	0	9	3	0	1	1	1	0	3	0	0	1	0	0	0	48
3:15 pm-3:30 pm	8	9	17	0	9	1	1	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	53
3:30 pm-3:45 pm	3	10	9	0	8	4	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40
3:45 pm-4:00 pm	5	9	7	1	7	1	1	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	**37**
4:00 pm-4:15 pm	6	10	8	1	5	2	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	39
4:15 pm-4:30 pm	7	10	17	0	9	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	46
4:30 pm-4:45 pm	1	16	21	0	5	1	0	1	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0	52
4:45 pm-5:00 pm	5	14	18	0	6	4	0	1	0	2	0	3	0	0	1	0	0	1	55
5:00 pm-5:15 pm	7	9	15	0	9	2	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	47
5:15 pm-5:30 pm	8	10	12	0	10	1	1	2	2	0	0	2	0	0	3	0	0	0	51
5:30 pm-5:45 pm	2	13	15	0	7	3	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	45
5:45 pm-6:00 pm	4	11	13	0	6	2	0	1	1	2	0	3	0	0	2	0	0	0	45
TOTAL	184	595	540	12	383	92	29	46	78	79	11	75	0	2	31	0	0	15	2172

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

Anexo XXXV

D11. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000/ Empalme-San Marcos / Fecha: 10-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	3	27	7	3	6	3	0	5	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	59
6:15 am-6:30 am	10	32	9	4	6	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	68
6:30 am-6:45 am	3	55	14	0	3	2	1	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	2	87
6:45 am-7:00 am	6	28	9	3	7	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	59
7:00 am-7:15 am	4	11	8	2	6	0	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	39
7:15 am-7:30 am	4	13	13	0	9	0	2	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	50
7:30 am-7:45 am	0	8	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
7:45 am-8:00 am	7	8	7	1	11	0	1	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	47
8:00 am-8:15 am	7	9	10	2	12	0	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47
8:15 am-8:30 am	2	7	8	0	5	0	2	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	32
8:30 am-8:45 am	2	11	6	0	7	0	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	33
8:45 am-9:00 am	1	13	10	0	8	0	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	39
9:00 am-9:15 am	2	5	13	0	7	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
9:15 am-9:30 am	6	13	8	0	17	0	3	1	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	56
9:30 am-9:45 am	4	11	8	0	4	0	2	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	37
9:45 am-10:00 am	5	14	6	0	10	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
10:00 am-10:15 am	8	15	7	0	10	0	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	49
10:15 am-10:30 am	3	13	9	0	6	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	40
10:30 am-10:45 am	7	12	12	0	5	0	2	1	4	5	1	0	0	0	2	0	0	0	51
10:45 am-11:00 am	2	7	6	0	2	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	22
11:00 am-11:15 am	2	10	5	0	10	0	1	1	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	36
11:15 am-11:30 am	6	19	8	0	9	0	2	1	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	56
11:30 am-11:45 am	6	16	14	0	9	0	2	1	10	4	2	0	0	0	1	0	0	0	65
11:45 am-12:00 pm	5	8	8	0	13	1	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	45

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	2	15	3	0	9	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	36
12:15 pm-12:30 pm	4	21	6	0	7	1	0	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	49
12:30 pm-12:45 pm	3	17	7	0	10	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44
12:45 pm-1:00 pm	6	11	6	0	7	1	2	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41
1:00 pm-1:15 pm	4	12	8	0	17	2	3	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	57
1:15 pm-1:30 pm	7	10	2	0	8	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	35
1:30 pm-1:45 pm	2	12	5	0	15	0	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41
1:45 pm-2:00 pm	6	15	10	0	6	0	1	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	46
2:00 pm-2:15 pm	1	16	5	0	6	0	0	1	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	37
2:15 pm-2:30 pm	3	8	5	0	9	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	32
2:30 pm-2:45 pm	5	11	6	0	11	0	2	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	41
2:45 pm-3:00 pm	6	17	4	1	15	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	48
3:00 pm-3:15 pm	2	12	14	0	7	0	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	41
3:15 pm-3:30 pm	9	17	6	0	18	1	2	1	5	3	1	0	0	0	2	0	0	0	65
3:30 pm-3:45 pm	6	13	8	0	8	0	1	0	7	2	0	0	0	0	1	0	0	0	46
3:45 pm-4:00 pm	3	28	13	0	14	0	1	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	**68**
4:00 pm-4:15 pm	7	18	13	0	10	0	0	1	5	2	0	0	0	0	3	0	0	0	59
4:15 pm-4:30 pm	9	14	10	1	7	0	3	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	52
4:30 pm-4:45 pm	9	22	11	0	9	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
4:45 pm-5:00 pm	10	17	16	0	11	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
5:00 pm-5:15 pm	4	15	9	0	6	0	1	1	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	43
5:15 pm-5:30 pm	8	7	5	0	4	0	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32
5:30 pm-5:45 pm	9	11	5	2	5	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
5:45 pm-6:00 pm	5	9	8	0	13	0	2	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45
TOTAL	235	713	393	19	416	15	69	48	165	104	9	2	0	0	17	0	0	7	2212

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D12. Aforo Vehicular estacionamiento 41+000/ San Marcos-Empalme/ Fecha: 10-06-21

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
6:00 am-6:15 am	6	24	9	5	3	5	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
6:15 am-6:30 am	9	20	14	5	9	2	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	66
6:30 am-6:45 am	11	24	17	4	12	3	1	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	80
6:45 am-7:00 am	5	31	18	3	8	2	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	74
7:00 am-7:15 am	3	10	8	0	6	0	3	1	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	39
7:15 am-7:30 am	4	19	13	0	8	0	3	1	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	53
7:30 am-7:45 am	1	0	3	0	4	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	13
7:45 am-8:00 am	5	16	24	0	7	0	2	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	62
8:00 am-8:15 am	4	14	19	0	10	0	1	1	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	59
8:15 am-8:30 am	9	10	12	1	10	0	2	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	54
8:30 am-8:45 am	2	11	3	1	7	0	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31
8:45 am-9:00 am	2	8	8	1	7	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33
9:00 am-9:15 am	1	12	7	1	6	0	3	0	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	38
9:15 am-9:30 am	2	10	8	0	10	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	36
9:30 am-9:45 am	11	21	12	0	14	0	2	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	1	71
9:45 am-10:00 am	9	12	7	0	8	0	0	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1	45
10:00 am-10:15 am	12	11	4	0	14	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	49
10:15 am-10:30 am	0	8	2	0	9	1	2	1	7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	32
10:30 am-10:45 am	4	15	11	0	8	0	1	1	3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	47
10:45 am-11:00 am	5	11	7	0	6	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	36
11:00 am-11:15 am	9	14	11	0	9	0	3	0	5	4	1	0	0	0	0	0	0	1	57
11:15 am-11:30 am	5	9	6	0	13	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	39
11:30 am-11:45 am	4	24	6	1	15	0	1	2	3	6	0	0	0	0	1	0	0	0	63
11:45 am-12:00 pm	4	14	8	0	5	0	1	1	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	39

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones			Camión remolque Cx-Rx		Tráiler articulado Tx-Sx					
	Bicicletas/ Caponeras	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15 pax	Minibus 15-30 pax	Grandes	Camión ligero	C2>4 ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
12:00 pm-12:15 pm	5	12	6	0	12	2	2	0	3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	46
12:15 pm-12:30 pm	4	10	7	0	13	1	1	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	45
12:30 pm-12:45 pm	6	8	10	0	12	0	1	1	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	45
12:45 pm-1:00 pm	3	10	7	0	8	0	3	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	36
1:00 pm-1:15 pm	4	11	12	0	15	0	2	1	5	4	0	0	0	0	2	0	0	0	56
1:15 pm-1:30 pm	3	9	8	0	7	0	1	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37
1:30 pm-1:45 pm	3	14	9	0	8	1	1	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	43
1:45 pm-2:00 pm	10	18	10	0	10	1	2	1	3	4	0	0	0	0	1	0	0	0	60
2:00 pm-2:15 pm	2	12	4	0	7	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	30
2:15 pm-2:30 pm	6	36	6	0	22	0	5	1	8	4	0	0	0	0	0	0	0	1	**89**
2:30 pm-2:45 pm	7	14	5	0	8	2	0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	46
2:45 pm-3:00 pm	7	17	7	0	12	0	2	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	54
3:00 pm-3:15 pm	6	11	8	1	9	0	2	1	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	44
3:15 pm-3:30 pm	7	19	12	0	12	0	1	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	60
3:30 pm-3:45 pm	7	9	4	0	13	0	1	1	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	43
3:45 pm-4:00 pm	6	12	14	0	3	0	2	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	46
4:00 pm-4:15 pm	5	7	6	1	5	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	28
4:15 pm-4:30 pm	5	19	22	0	15	0	2	1	6	2	1	0	0	0	1	0	0	0	74
4:30 pm-4:45 pm	9	10	14	0	5	0	1	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	45
4:45 pm-5:00 pm	5	20	16	0	14	1	1	0	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	63
5:00 pm-5:15 pm	4	2	3	0	6	0	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	21
5:15 pm-5:30 pm	6	13	11	0	9	0	1	1	3	4	1	0	0	0	2	0	0	0	51
5:30 pm-5:45 pm	5	16	18	1	5	0	1	1	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	53
5:45 pm-6:00 pm	8	18	16	0	10	2	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	60
TOTAL	260	675	472	25	448	24	72	43	173	111	15	1	0	1	23	0	0	6	2349

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D13. Tasa de demanda de flujo máximo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021).

EMPALME LAS ESQUINAS-SAN MARCOS ESTACIÓN 37+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 - 6:15 am	25	14	39	-
6:15 - 6:30 am	67	47	114	-
6:30 - 6:45 am	67	71	138	-
6:45 - 7:00 am	76	89	165	456
7:00 - 7:15 am	38	38	76	**493**
7:15 - 7:30 am	30	43	73	452
7:30 - 7:45 am	48	62	110	424
7:45 - 8:00 am	63	66	129	388
8.00 - 8:15 am	37	55	92	404
8:15 - 8:30 am	38	56	94	425
8:30 - 8:45 am	38	36	74	389
8:45 - 9:00 am	46	38	84	344
9:00 - 9:15 am	31	57	88	340
9:15 - 9:30 am	39	43	82	328
9:30 - 9:45 am	39	43	82	336
9:45 - 10:00 am	44	40	84	336
10:00 - 10:15 am	36	45	81	329
10:15 - 10:30 am	36	37	73	320
10:30 - 10:45 am	38	38	76	314
10:45 - 11:00 am	31	37	68	298
11:00 - 11:15 am	38	44	82	299
11:15 - 11:30 am	32	32	64	290
11:30 - 11:45 am	35	26	61	275
11:45 am - 12:00 pm	33	43	76	283
12:00 - 12:15 am	39	40	79	280
12:15 - 12:30 pm	49	49	98	314
12:30 - 12:45 pm	31	35	66	319
12:45 - 1:00 pm	39	36	75	318
1:00 - 1:15 pm	40	39	79	318
1:15 - 1:30 pm	34	23	57	277
1:30 - 1:45 pm	35	34	69	280
1:45 - 2:00 pm	40	38	78	283
2:00 - 2:15 pm	40	42	82	286
2:15 - 2:30 pm	36	36	72	301
2:30 - 2:45 pm	39	40	79	311
2:45 - 3:00 pm	41	34	75	308
3:00 - 3:15 pm	28	43	71	297
3:15 - 3:30 pm	50	45	95	320
3:30 - 3:45 pm	42	29	71	312
3:45 - 4:00 pm	35	43	78	315
4:00 - 4:15 pm	34	43	77	321
4:15 - 4:30 pm	42	43	85	311
4:30 - 4:45 pm	53	40	93	333
4:45 - 5:00 pm	49	45	94	349
5:00 - 5:15 pm	58	72	130	402
5:15 - 5:30 pm	47	46	93	410
5:30 - 5:45 pm	59	47	106	423
5:45 - 6:00 pm	41	54	95	424
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			**4102**	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D14. Tasa de demanda de flujo máximo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día crítico (martes 8 de junio 2021).

SAN MARCOS-LAS ESQUINAS ESTACIÓN 41+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	27	35	62	-
6:15 am-6:30 am	76	57	133	-
6:30 am-6:45 am	81	62	143	-
6:45 am-7:00 am	90	76	166	504
7:00 am-7:15 am	69	46	115	557
7:15 am-7:30 am	60	52	112	536
7:30 am-7:45 am	61	62	123	516
7:45 am-8:00 am	118	99	217	567
8:00 am-8:15 am	119	66	185	637
8:15 am-8:30 am	43	35	78	603
8:30 am-8:45 am	33	32	65	545
8:45 am-9:00 am	44	54	98	426
9:00 am-9:15 am	43	52	95	336
9:15 am-9:30 am	52	52	104	362
9:30 am-9:45 am	59	59	118	415
9:45 am-10:00 am	28	36	64	381
10:00 am-10:15 am	52	43	95	381
10:15 am-10:30 am	42	42	84	361
10:30 am-10:45 am	48	41	89	332
10:45 am-11:00 am	36	50	86	354
11:00 am-11:15 am	36	45	81	340
11:15 am-11:30 am	50	40	90	346
11:30 am-11:45 am	39	33	72	329
11:45 am-12:00 pm	39	46	85	328
12:00 pm-12:15 pm	29	43	72	319
12:15 pm-12:30 pm	38	53	91	320
12:30 pm-12:45 pm	38	41	79	327
12:45 pm-1:00 pm	47	40	87	329
1:00 pm-1:15 pm	45	49	94	351
1:15 pm-1:30 pm	43	34	77	337
1:30 pm-1:45 pm	46	31	77	335
1:45 pm-2:00 pm	46	41	87	335
2:00 pm-2:15 pm	38	38	76	317
2:15 pm-2:30 pm	32	40	72	312
2:30 pm-2:45 pm	22	34	56	291
2:45 pm-3:00 pm	55	35	90	294
3:00 pm-3:15 pm	39	31	70	288
3:15 pm-3:30 pm	56	44	100	316
3:30 pm-3:45 pm	62	52	114	374
3:45 pm-4:00 pm	26	22	48	332
4:00 pm-4:15 pm	37	37	74	336
4:15 pm-4:30 pm	54	53	107	343
4:30 pm-4:45 pm	62	47	109	338
4:45 pm-5:00 pm	53	57	110	400
5:00 pm-5:15 pm	68	81	149	475
5:15 pm-5:30 pm	57	64	121	489
5:30 pm-5:45 pm	28	36	64	444
5:45 pm-6:00 pm	45	54	99	433
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			4683	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D15. Tasa de demanda de flujo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación (miércoles 9 de junio 2021).

EMPALME LAS ESQUINAS-SAN MARCOS ESTACIÓN 37+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	48	79	127	-
6:15 am-6:30 am	50	42	92	-
6:30 am-6:45 am	62	55	117	-
6:45 am-7:00 am	66	44	110	446
7:00 am-7:15 am	30	43	73	392
7:15 am-7:30 am	41	41	82	382
7:30 am-7:45 am	39	61	100	365
7:45 am-8:00 am	45	67	112	367
8.00 am-8:15 am	36	45	81	375
8:15 am-8:30 am	39	53	92	385
8:30 am-8:45 am	26	38	64	349
8:45 am-9:00 am	28	46	74	311
9:00 am-9:15 am	38	35	73	303
9:15 am-9:30 am	33	34	67	278
9:30 am-9:45 am	27	36	63	277
9:45 am-10:00 am	41	32	73	276
10:00 am-10:15 am	32	38	70	273
10:15 am-10:30 am	34	38	72	278
10:30 am-10:45 am	22	44	66	281
10:45 am-11:00 am	41	25	66	274
11:00 am-11:15 am	29	40	69	273
11:15 am-11:30 am	40	37	77	278
11:30 am-11:45 am	34	35	69	281
11:45 am-12:00 pm	39	37	76	291
12:00 pm-12:15 pm	45	53	98	320
12:15 pm-12:30 pm	31	30	61	304
12:30 pm-12:45 pm	32	57	89	324
12:45 pm-1:00 pm	40	44	84	332
1:00 pm-1:15 pm	33	43	76	310
1:15 pm-1:30 pm	43	44	87	336
1:30 pm-1:45 pm	51	52	103	350
1:45 pm-2:00 pm	50	47	97	363
2:00 pm-2:15 pm	39	33	72	359
2:15 pm-2:30 pm	51	44	95	367
2:30 pm-2:45 pm	50	45	95	359
2:45 pm-3:00 pm	53	30	83	345
3:00 pm-3:15 pm	43	43	86	359
3:15 pm-3:30 pm	56	41	97	361
3:30 pm-3:45 pm	54	52	106	372
3:45 pm-4:00 pm	37	31	68	357
4:00 pm-4:15 pm	50	45	95	366
4:15 pm-4:30 pm	63	52	115	384
4:30 pm-4:45 pm	40	45	85	363
4:45 pm-5:00 pm	49	61	110	405
5:00 pm-5:15 pm	47	56	103	413
5:15 pm-5:30 pm	49	48	97	395
5:30 pm-5:45 pm	38	44	82	392
5:45 pm-6:00 pm	34	40	74	356
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			4123	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D16. Tasa de demanda de flujo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación en día (miércoles 9 de junio 2021).

SAN MARCOS-LAS ESQUINAS ESTACIÓN 41+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	49	62	111	-
6:15 am-6:30 am	57	66	123	-
6:30 am-6:45 am	65	75	140	-
6:45 am-7:00 am	59	73	132	506
7:00 am-7:15 am	44	51	95	490
7:15 am-7:30 am	43	52	95	462
7:30 am-7:45 am	24	44	68	390
7:45 am-8:00 am	75	64	139	397
8:00 am-8:15 am	32	43	75	377
8:15 am-8:30 am	36	43	79	361
8:30 am-8:45 am	47	65	112	405
8:45 am-9:00 am	31	37	68	334
9:00 am-9:15 am	43	36	79	338
9:15 am-9:30 am	40	43	83	342
9:30 am-9:45 am	33	38	71	301
9:45 am-10:00 am	33	18	51	284
10:00 am-10:15 am	56	42	98	303
10:15 am-10:30 am	27	23	50	270
10:30 am-10:45 am	32	41	73	272
10:45 am-11:00 am	31	26	57	278
11:00 am-11:15 am	35	56	91	271
11:15 am-11:30 am	44	38	82	303
11:30 am-11:45 am	43	69	112	342
11:45 am-12:00 pm	22	28	50	335
12:00 pm-12:15 pm	53	70	123	367
12:15 pm-12:30 pm	45	56	101	386
12:30 pm-12:45 pm	41	52	93	367
12:45 pm-1:00 pm	26	27	53	370
1:00 pm-1:15 pm	48	38	86	333
1:15 pm-1:30 pm	46	45	91	323
1:30 pm-1:45 pm	46	53	99	329
1:45 pm-2:00 pm	51	39	90	366
2:00 pm-2:15 pm	42	44	86	366
2:15 pm-2:30 pm	60	46	106	381
2:30 pm-2:45 pm	56	49	105	387
2:45 pm-3:00 pm	57	39	96	393
3:00 pm-3:15 pm	67	66	133	440
3:15 pm-3:30 pm	61	51	112	446
3:30 pm-3:45 pm	45	47	92	433
3:45 pm-4:00 pm	41	41	82	419
4:00 pm-4:15 pm	57	64	121	407
4:15 pm-4:30 pm	48	44	92	387
4:30 pm-4:45 pm	48	38	86	381
4:45 pm-5:00 pm	56	56	112	411
5:00 pm-5:15 pm	59	59	118	408
5:15 pm-5:30 pm	46	46	92	408
5:30 pm-5:45 pm	43	43	86	408
5:45 pm-6:00 pm	53	53	106	402
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			4495	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D17. Tasa de demanda de flujo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación (jueves 10 de junio 2021).

EMPALME LAS ESQUINAS-SAN MARCOS ESTACIÓN 37+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	11	21	32	-
6:15 am-6:30 am	70	67	137	-
6:30 am-6:45 am	64	72	136	-
6:45 am-7:00 am	52	53	105	410
7:00 am-7:15 am	41	34	75	453
7:15 am-7:30 am	45	59	104	420
7:30 am-7:45 am	44	48	92	376
7:45 am-8:00 am	37	67	104	375
8.00 am-8:15 am	25	52	77	377
8:15 am-8:30 am	36	41	77	350
8:30 am-8:45 am	36	49	85	343
8:45 am-9:00 am	35	37	72	311
9:00 am-9:15 am	28	34	62	296
9:15 am-9:30 am	39	34	73	292
9:30 am-9:45 am	28	46	74	281
9:45 am-10:00 am	39	30	69	278
10:00 am-10:15 am	29	37	66	282
10:15 am-10:30 am	36	38	74	283
10:30 am-10:45 am	39	34	73	282
10:45 am-11:00 am	25	36	61	274
11:00 am-11:15 am	38	42	80	288
11:15 am-11:30 am	42	38	80	294
11:30 am-11:45 am	42	38	80	301
11:45 am-12:00 pm	43	34	77	317
12:00 pm-12:15 pm	39	41	80	317
12:15 pm-12:30 pm	49	50	99	336
12:30 pm-12:45 pm	33	26	59	315
12:45 pm-1:00 pm	41	45	86	324
1:00 pm-1:15 pm	41	31	72	316
1:15 pm-1:30 pm	31	46	77	294
1:30 pm-1:45 pm	35	45	80	315
1:45 pm-2:00 pm	40	52	92	321
2:00 pm-2:15 pm	28	54	82	331
2:15 pm-2:30 pm	41	84	125	379
2:30 pm-2:45 pm	38	36	74	373
2:45 pm-3:00 pm	47	63	110	391
3:00 pm-3:15 pm	58	48	106	415
3:15 pm-3:30 pm	48	53	101	391
3:30 pm-3:45 pm	58	40	98	415
3:45 pm-4:00 pm	67	37	104	409
4:00 pm-4:15 pm	46	39	85	388
4:15 pm-4:30 pm	47	46	93	380
4:30 pm-4:45 pm	50	52	102	384
4:45 pm-5:00 pm	56	55	111	391
5:00 pm-5:15 pm	67	47	114	420
5:15 pm-5:30 pm	47	51	98	425
5:30 pm-5:45 pm	53	45	98	421
5:45 pm-6:00 pm	55	45	100	410
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			4211	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D18. Tasa de demanda de flujo y VHMD en Hora de Máxima Demanda por estación (jueves 10 de junio 2021).

SAN MARCOS-LAS ESQUINAS ESTACIÓN 41+000				
HORA	SENTIDO DER	SENTIDO IZQ	TASA DE DEMANDA DE FLUJO	VHMD
6:00 am-6:15 am	59	58	117	-
6:15 am-6:30 am	68	66	134	-
6:30 am-6:45 am	87	80	167	-
6:45 am-7:00 am	59	74	133	551
7:00 am-7:15 am	39	39	78	512
7:15 am-7:30 am	50	53	103	481
7:30 am-7:45 am	14	13	27	341
7:45 am-8:00 am	47	62	109	317
8:00 am-8:15 am	47	59	106	345
8:15 am-8:30 am	32	54	86	328
8:30 am-8:45 am	33	31	64	365
8:45 am-9:00 am	39	33	72	328
9:00 am-9:15 am	32	38	70	292
9:15 am-9:30 am	56	36	92	298
9:30 am-9:45 am	37	71	108	342
9:45 am-10:00 am	40	45	85	355
10:00 am-10:15 am	49	49	98	383
10:15 am-10:30 am	40	32	72	363
10:30 am-10:45 am	51	47	98	353
10:45 am-11:00 am	22	36	58	326
11:00 am-11:15 am	36	57	93	321
11:15 am-11:30 am	56	39	95	344
11:30 am-11:45 am	65	63	128	374
11:45 am-12:00 pm	45	39	84	400
12:00 pm-12:15 pm	36	46	82	389
12:15 pm-12:30 pm	49	45	94	388
12:30 pm-12:45 pm	44	45	89	349
12:45 pm-1:00 pm	41	36	77	342
1:00 pm-1:15 pm	57	56	113	373
1:15 pm-1:30 pm	35	37	72	351
1:30 pm-1:45 pm	41	43	84	346
1:45 pm-2:00 pm	46	60	106	375
2:00 pm-2:15 pm	37	30	67	329
2:15 pm-2:30 pm	32	89	121	378
2:30 pm-2:45 pm	41	46	87	381
2:45 pm-3:00 pm	48	54	102	377
3:00 pm-3:15 pm	41	44	85	395
3:15 pm-3:30 pm	65	60	125	399
3:30 pm-3:45 pm	46	43	89	401
3:45 pm-4:00 pm	68	46	114	413
4:00 pm-4:15 pm	59	28	87	415
4:15 pm-4:30 pm	52	74	126	416
4:30 pm-4:45 pm	56	45	101	428
4:45 pm-5:00 pm	59	63	122	436
5:00 pm-5:15 pm	43	21	64	413
5:15 pm-5:30 pm	32	51	83	370
5:30 pm-5:45 pm	36	53	89	358
5:45 pm-6:00 pm	45	60	105	341
TOTAL DE VEHÍCULOS EN AMBOS CARRILES			4561	-

Fuente: Elaboración Propia, datos levantados por sustentantes, 2021.

D19. Tránsito Promedio Diario Anual. Las Esquinas-San Marcos (km 37)

PUNTO DE CONTEO 1 (Kilómetro 37+000)																			
Ítem	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			TOTAL
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones			Camión Remolque Cx-Rx		Tráiler Articulado Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep/SUV	Camionetas	Microbús <15pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2> 4 Ton	C3	≤4 Ejes	≥5 Ejes	≤4 Ejes	≥5 Ejes	Agrícolas	Construcción	Otros	
Martes (TD 12h)	1249	866	38	757	172	37	84	145	136	12	128	3	6	41	0	0	32	3,706
Miércoles (TD 12h)	1214	935	36	700	183	57	88	150	113	4	154	1	3	37	3	0	27	3,705
Jueves (TD 12h)	1227	1005	22	717	171	64	90	152	138	19	162	0	2	48	0	0	34	3,851
TPD Prom. (12h)	1451	933	41	837	65	107	91	298	195	19	5	1	5	36	1	0	6	4,090
Factor Día	1.32	1.35	1.24	1.3	1.35	1.3	1.27	1.26	1.45	1.35	2	1	1	1.35	1	1	1.2	-
TPD (Vpd)	1624	1263	40	942	237	68	111	188	187	16	296	1	4	57	1	0	37	5,071
Factor Semana	0.96	1.04	1.08	0.98	0.91	0.97	0.97	0.9	0.88	0.83	1	1	1	0.86	1	1	0.89	-
TPDS	1559	1313	43	923	215	66	108	169	165	13	296	1	4	49	1	0	33	4,958
Factor de Expansión	1.04	0.98	1.01	1	0.98	1	1.03	0.99	1.03	1.02	1	1	1	0.99	1	1	1.08	-
TPDA	1621	1287	43	923	211	66	111	167	170	13	2 96	1	4	48	1	0	36	**4,999**

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

ANEXO E: ESTUDIO DE VELOCIDAD

E1. Muestra del levantamiento estudio de velocidad para señal de 30 kph

TIPO DE VEHÍCULO	DISTANCIA [m]	TIEMPO [s]	VELOCIDAD [Km/h]	SEÑAL (km/h)	EXCEDE / NO EXCEDE
Jeep	100	12.02	30	30	No excede
Auto	100	13.14	28	30	No excede
C2	100	12.54	29	30	No excede
Camión ligero	100	15.54	24	30	No excede
Bus grande	100	24.26	15	30	No excede
Moto	100	18.54	20	30	No excede
Moto	100	19.24	19	30	No excede
Auto	100	20.15	18	30	No excede
C2	100	12.51	29	30	No excede
Moto	100	13.24	28	30	No excede
Auto	100	15.21	24	30	No excede
Moto	100	12.54	29	30	No excede
T3-S2	100	16.21	23	30	No excede
Moto	100	17.54	21	30	No excede
Moto	100	18.26	20	30	No excede
Microbús	100	25.24	15	30	No excede
Moto	100	19.87	19	30	No excede
C2	100	23.48	16	30	No excede
Moto	100	16.12	23	30	No excede
Microbús	100	16.74	22	30	No excede
Moto	100	17.14	22	30	No excede
Minibús	100	25.53	15	30	No excede
Camión ligero	100	12.41	30	30	No excede
Moto	100	13.25	28	30	No excede
Camión ligero	100	21.23	17	30	No excede
Moto	100	13.25	28	30	No excede
Moto	100	14.58	25	30	No excede
Auto	100	12.25	30	30	No excede
Moto	100	13.24	28	30	No excede
C3	100	14.84	25	30	No excede
Microbús	100	35.48	11	30	No excede
Moto	100	12.21	30	30	No excede
Camión ligero	100	17.48	21	30	No excede
Auto	100	12.21	30	30	No excede

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

E2. Muestra del levantamiento estudio de velocidad para señal de 60 kph

TIPO DE VEHÍCULO	DISTANCIA [m]	TIEMPO [s]	VELOCIDAD [Km/h]	SEÑAL (km/h)	EXCEDE / NO EXCEDE
Jeep	100	6.54	56	60	No Excede
Auto	100	7.48	49	60	No Excede
C2	100	8.02	45	60	No Excede
Camión ligero	100	7.56	48	60	No Excede
Bus grande	100	7.68	47	60	No Excede
Moto	100	7.63	48	60	No Excede
Moto	100	8.12	45	60	No Excede
Auto	100	7.45	49	60	No Excede
C2	100	6.36	57	60	No Excede
Moto	100	6.84	53	60	No Excede
Auto	100	7.05	52	60	No Excede
Moto	100	5.1	71	60	Excede
T3-S2	100	11.50	32	60	No Excede
Moto	100	9.34	39	60	No Excede
Moto	100	9.35	39	60	No Excede
Microbús	100	8.47	43	60	No Excede
Moto	100	10.36	35	60	No Excede
C2	100	10.84	34	60	No Excede
Moto	100	7.65	48	60	No Excede
Microbús	100	8.28	44	60	No Excede
Moto	100	6.34	57	60	No Excede
Minibús	100	5.15	70	60	Excede
Camión ligero	100	8.24	44	60	No Excede
Moto	100	8.63	42	60	No Excede
Camión ligero	100	8.58	42	60	No Excede
Moto	100	5.91	61	60	Excede
Moto	100	8.45	43	60	No Excede
Auto	100	8.43	43	60	No Excede
Moto	100	7.23	50	60	No Excede
C3	100	7.78	47	60	No Excede
Microbús	100	7.54	48	60	No Excede
Moto	100	5.84	62	60	Excede
Camión ligero	100	6.34	57	60	No Excede
Auto	100	8.36	44	60	No Excede

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

E3. Muestra del levantamiento estudio de velocidad para señal de 80 kph

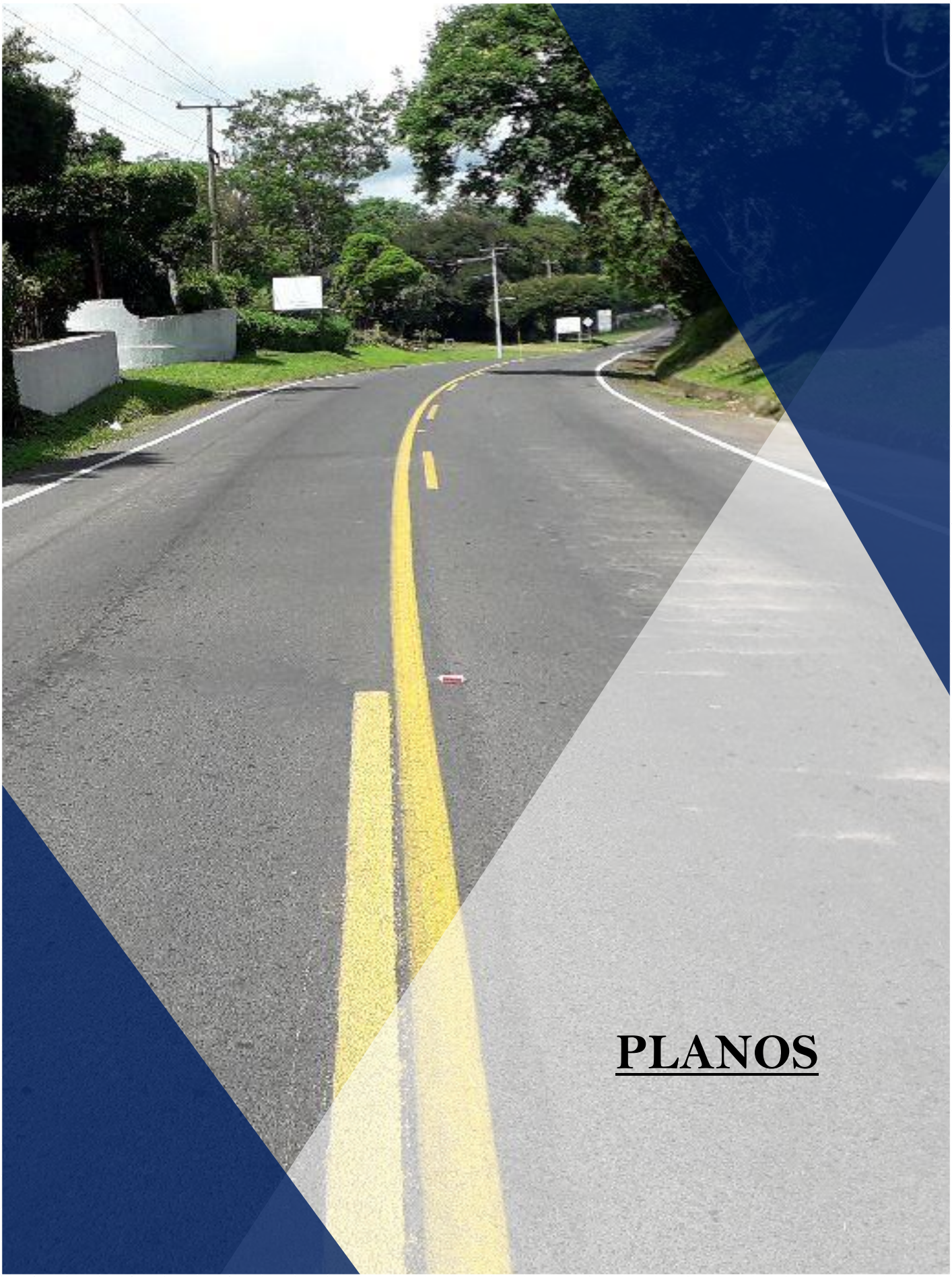
TIPO DE VEHÍCULO	DISTANCIA [m]	TIEMPO [s]	VELOCIDAD [Km/h]	SEÑAL (km/h)	EXCEDE / NO EXCEDE
Auto	100	9.51	38	80	No excede
Moto	100	7.51	48	80	No excede
Bus grande	100	8.99	41	80	No excede
Moto	100	9.36	39	80	No excede
Moto	100	6.48	56	80	No excede
Auto	100	5.68	64	80	No excede
Moto	100	7.89	46	80	No excede
C2	100	8.36	44	80	No excede
Auto	100	11.51	32	80	No excede
Jeep	100	8.41	43	80	No excede
Auto	100	12.84	29	80	No excede
Moto	100	7.89	46	80	No excede
Camioneta	100	8.24	44	80	No excede
Auto	100	5.39	67	80	No excede
Auto	100	7.25	50	80	No excede
Camioneta	100	6.54	56	80	No excede
Moto	100	6.54	56	80	No excede
Moto	100	9.57	38	80	No excede
Moto	100	10.45	35	80	No excede
Moto	100	9.56	38	80	No excede
Camioneta	100	6.24	58	80	No excede
C3	100	6.31	58	80	No excede
Camioneta	100	6.74	54	80	No excede
Jeep	100	7.54	48	80	No excede
Camioneta	100	7.25	50	80	No excede
Moto	100	8.74	42	80	No excede
Camioneta	100	5.69	64	80	No excede
Camión ligero	100	6.84	53	80	No excede
Camión ligero	100	5.63	64	80	No excede
Moto	100	7.26	50	80	No excede
Moto	100	6.84	53	80	No excede
Moto	100	6.52	56	80	No excede
C2	100	8.41	43	80	No excede
Camioneta	100	6.48	56	80	No excede

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

E4. Muestra del levantamiento estudio de velocidad para señal de 25 kph

TIPO DE VEHÍCULO	DISTANCIA [m]	TIEMPO [s]	VELOCIDAD [Km/h]	SEÑAL (km/h)	EXCEDE / NO EXCEDE
Jeep	100	10.84	34	25	Excede
Auto	100	9.64	38	25	Excede
Camión ligero	100	5.59	65	25	Excede
Bus grande	100	6.75	54	25	Excede
Auto	100	8.54	43	25	Excede
Auto	100	6.49	56	25	Excede
T3-S2	100	7.87	46	25	Excede
Microbús	100	8.97	41	25	Excede
Microbús	100	9.87	37	25	Excede
Minibús	100	5.55	65	25	Excede
Camión ligero	100	6.25	58	25	Excede
Camión ligero	100	6.73	54	25	Excede
Auto	100	10.53	35	25	Excede
C3	100	9.54	38	25	Excede
Microbús	100	8.62	42	25	Excede
Camión ligero	100	7.82	47	25	Excede
Auto	100	8.36	44	25	Excede
Camión ligero	100	7.48	49	25	Excede
Auto	100	6.84	53	25	Excede
Bus grande	100	8.41	43	25	Excede
Auto	100	6.24	58	25	Excede
C2	100	5.25	69	25	Excede
Auto	100	5.87	62	25	Excede
Jeep	100	6.87	53	25	Excede
Auto	100	9.48	38	25	Excede
Camioneta	100	6.04	60	25	Excede
Auto	100	11.74	31	25	Excede
Auto	100	10.58	35	25	Excede
Camioneta	100	10.54	35	25	Excede
Camioneta	100	8.45	43	25	Excede
Camioneta	100	6.24	58	25	Excede
Jeep	100	7.89	46	25	Excede
Camioneta	100	8.41	43	25	Excede
Minibús	100	5.99	61	25	Excede

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



PLANOS