

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

“PROPUESTA DE SEÑALIZACION VIAL DE 8.8 KILOMETROS DEL TRAMO EMPALME LA TRINIDAD – EMPALME LA BOQUITA – CASARES EN EL MUNICIPIO DE DIRIAMBA, DEPARTAMENTO DE CARAZO”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Christopher Caleb
Suárez Gago
Carnet: 2018-0342i

Tutor:

Ing. Keving Roberto
Sánchez Rocha

16 de febrero de 2024
Managua, Nicaragua

Managua 16 de marzo, 2024

Msc. Luis Chavarría

Director del Área de conocimiento de Ingeniería y Afines

Universidad Nacional de ingeniería

Su oficina

Estimado maestro, reciba un cordial saludo

Me es grato dirigirme a usted, es esta ocasión para comunicarle que después de haber revisado el trabajo monográfico titulado **“PROPUESTA DE SEÑALIZACION VIAL DE 8.8 KILOMETROS DEL TRAMO EMPALME LA TRINIDAD – EMPALME LA BOQUITA – CASARES EN EL MUNICIPIO DE DIRIAMBA, DEPARTAMENTO DE CARAZO”**, Realizado por el bachiller Christopher Caleb Suárez Gago, lo he encontrado satisfactorio y doy mi aprobación para su presentación y defensa ante el tribunal que usted estime a bien nombrar.

Sin más a que hacer referencia, aprovecho la oportunidad para desearle éxito en su gestión.

Atentamente,

Ing. Keving Sánchez Rocha

Tutor

UNI-RUPAP

Índice

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción.....	1
1.2. Localización del tramo.....	2
1.3. Antecedentes	3
1.4. Justificación.....	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	5

CAPITULO II: INVENTARIO VIAL

2.1. Introducción.....	6
2.2. Identificación del tramo de estudio	6
2.3. Descripción del trabajo de campo	6
2.4. Clasificación funcional.....	6
2.5. Calzada	7
2.6. Señalización	10
2.6.1. Señales verticales	12
2.6.2. Señales horizontales	16

CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO

3.1. Introducción.....	18
3.2. Puntos de aforo	18
3.3. Levantamiento de datos	19
3.4. volúmenes y clasificación	20
3.5 Horas de máxima demanda en las estaciones de aforo.....	22
3.6 Velocidades.....	24

3.6.1 Tipos de velocidades	24
3.6.2 Límites de velocidad	26
3.7 Estudio de velocidad	26
3.7.1 Selección de punto para prueba de velocidad	26
3.7.2 Selección de muestra para realizar prueba de velocidad.....	27
3.8 Análisis de resultados	31

CAPITULO IV: ANALISIS DE ACCIDENTALIDAD

4.1 Introducción.....	32
4.2. Accidentes ocurridos del 2018-2022	32
4.3. Clasificación por causas.....	33
4.4. Clasificación por tipo de accidentes	34
4.5. Distribución de accidentes.....	37
4.5.1. Accidentes por día de semana.....	37
4.6. Identificación de tramos de concentración de accidentes	38
4.6.1. Tramo crítico) 0+000 – 3+000 (Km 58 – Km 61)	39
4.7. Índices de accidentalidad	39
4.7.1. índices respecto a la población (P)	40
4.7.2. índices respecto al parque vehicular (V)	40
4.7.3. otros índices de accidentes.....	40
4.8. Análisis de resultados	41
4.8.1. Incidencias del estado de la vía en la accidentalidad.....	41
4.8.2. Incidencias del tránsito en la accidentalidad	41

CAPITULO V: PROPUESTA DE SEÑALIZACION

5.1. Introducción.....	42
5.3. Señalización vial.....	42

5.3.1. Señalización vertical	43
5.3.2 Señalización horizontal	48
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS	I

Índice de tablas

Tabla 1. Ancho de calzada	8
Tabla 2. Señalización vertical	13
Tabla 3. Tránsito promedio diurno en la estación 0+000	20
Tabla 4 Tránsito promedio diurno en la estación 8+000	20
Tabla 5 Volumen horario de máxima demanda 0+000.....	23
Tabla 6. Volumen horario de máxima demanda 8+000.....	23
Tabla 7 Límites de velocidad	26
Tabla 8. Estudio de velocidad	28
Tabla 9. Accidentes por tipo de vehículo	33
Tabla 10. Causas de accidentes	33
Tabla 11. Tipos de accidentes ocurridos en el tramo.....	36
Tabla 12. Distribución de accidentes por día.....	37
Tabla 13 Tramos de concentración de Accidentes (TCA).....	39
Tabla 14. Consolidado de señales verticales, propuestas y existentes	43
Tabla 15. Consolidado de señales horizontales, propuestas y existentes..	49
Tabla 16. Tipología vehicular.....	I
Tabla 17. Aforo vehicular 0+000 día sábado	I
Tabla 18. Aforo vehicular 0+000 día domingo.....	IV
Tabla 19. Aforo vehicular 8+000 día sábado	VII
Tabla 20. Aforo vehicular 8+000 día domingo.....	X

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Macro localización del departamento de Carazo, Municipio de Diriamba	2
Ilustración 2. Micro localización del tramo La Trinidad – La Boquita	2
Ilustración 3. Medición de ancho de calzada	7
Ilustración 4. Recolección de Datos de señalización	12
Ilustración 5. Estado de la señalización horizontal Estación 3+540	17
Ilustración 6. Estado de la señalización horizontal Estación 6+400	17
Ilustración 7. Tramo y puntos de aforo.....	18
Ilustración 8. Composición vehicular estación 0+000.....	21
Ilustración 9. Composición vehicular estación 8+000.....	21
Ilustración 10. Realización del estudio de velocidad	31
Ilustración 11. Cantidad de accidentes por año	32
Ilustración 12. Causas de accidentes	34
Ilustración 13. Clasificación por tipo de accidente.....	36
Ilustración 14. Distribución de accidentes por hora	38

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

De acuerdo a la ley N°. 431 “Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito”, las señales de tránsito son dispositivos que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales; estas ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura. Las señales prohíben, obligan y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

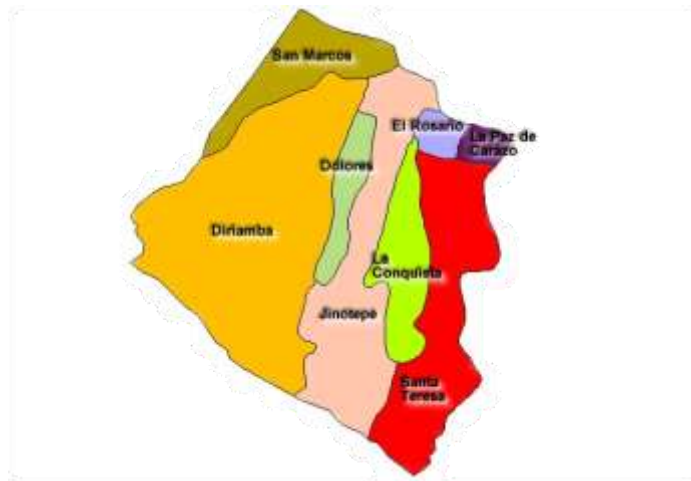
El presente trabajo pretende reconocer las condiciones geométricas, de señalización y estado de las superficies de rodamiento de la zona en estudio, así como la obtención de los datos de volúmenes de tránsito por medio de un aforo vehicular manual con el objetivo de realizar el análisis de accidentalidad y la propuesta de señalización vial en pro de la seguridad de los usuarios y el desarrollo socioeconómico del municipio.

El tramo comprende alrededor de 9km de carretera con pavimento asfáltico el cual requiere prestar atención a las condiciones de seguridad del tramo debido al historial de accidentes ocurridos en la zona, especialmente durante la época de veraneantes, ya que este tramo conecta a dos de las principales playas del departamento como lo son La Boquita y Casares.

1.2. Localización del tramo

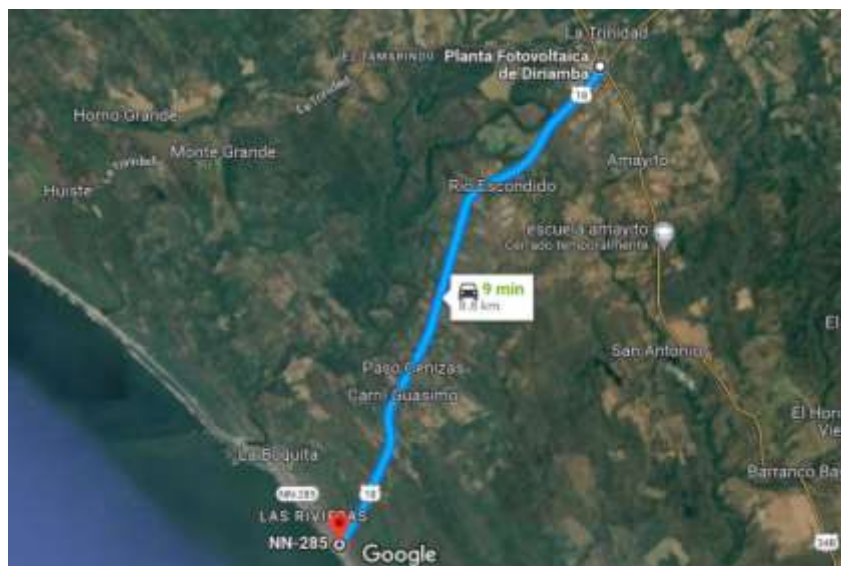
El proyecto a desarrollar se encuentra localizado en el municipio Diriamba, departamento de Carazo (ver Ilustración 1 y 2). El análisis abarca desde el kilómetro 58 al 66.8 iniciando en las coordenadas (572 608, 1 297 045), terminando en las coordenadas (568 525, 1 289 624).

Ilustración 1. Macro localización del departamento de Carazo, Municipio de Diriamba



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales – INETER.

Ilustración 2. Micro localización del tramo La Trinidad – La Boquita



Fuente: Extraído de Google Earth

https://earth.google.com/web/@11.68828943,-86.34661748,17729.57715241a,0d,35y,-1.1116h,4.6036t,0.0001r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

1.3. Antecedentes

Diriamba es un municipio del departamento de Carazo en la República de Nicaragua, siendo el municipio más poblado del departamento. Según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2008), Diriamba tiene una población actual de 64 757 habitantes. De la población total, el 49.1% son hombres y el 50.9% son mujeres. Casi el 67.2% de la población vive en el casco urbano.

Las principales actividades económicas se generan en la zona del casco urbano del municipio, Cuentan con atractivos naturales y culturales como el reloj, las playas "La Boquita" y "Casares", el salto "La Culebra", el centro turístico "La Máquina", el antiguo sitio de la represa hidroeléctrica "Aguacate", ahora simplemente una cascada, y el Museo Ecológico del Trópico Seco.

Las mejoras que se deben hacer al tramo incluyen señalización vertical y horizontal de acuerdo a la funcionalidad de las carreteras, para proveer seguridad a los usuarios que circulan en el tramo, especialmente por ser zona turística y atraer familias enteras para su recreación.

De acuerdo a la información mostrada en el anuario estadístico de transporte 2018, la cantidad de accidentes ocurridos en el departamento de Carazo fue de 713 accidentes ocasionando 78 lesionados y 15 víctimas mortales, lo cual requiere un poco de atención al estado de las vías, especialmente en este tramo concurrido por turistas nacionales y extranjeros.

1.4. Justificación

La señalización vial es considerada un elemento fundamental en las carreteras, puesto que brindan organización y seguridad a todos aquellos elementos del tránsito (ser humano, vehículos y el entorno). Por ende, si existe una adecuada señalización en las vías, los niveles de accidentalidad tienden a ser menores.

El tramo en estudio conecta la comunidad La Trinidad con los centros turísticos de La Boquita y Casares, los cuales son de los más concurridos del departamento de Carazo; Por tanto, es importante que a lo largo del tramo exista la presencia de las diferentes señales establecidas en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA, 2014) para ofrecer seguridad a los usuarios.

Sin embargo, al realizar una valoración del inventario vial del tramo en estudio, se ha observado que este carece de señalización vial o estas se encuentran en mal estado, lo cual puede generar un problema a largo plazo, ya que puede provocar accidentes de tránsito, los cuales involucren pérdidas humanas y materiales.

Una vez obtenidos los datos de volúmenes de tránsito y de niveles de accidentalidad y, la realización del Inventario Vial, el presente trabajo brinda una propuesta de señalización vial, con el objetivo de regular la circulación vial y reducir la ocurrencia de accidentes de tránsito en el tramo en estudio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Realizar una propuesta de señalización vial de 8.8 kilómetros del tramo empalme la Trinidad – empalme La Boquita – Casares en el municipio de Diriamba, departamento de Carazo

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un inventario de señalización horizontal y vertical que permita el diagnostico de las mismas en el tramo en estudio.
- Elaborar un estudio de tránsito que permita el cálculo de los diferentes volúmenes de tránsito y velocidades de operación del tramo.
- Analizar las estadísticas de accidentalidad del tramo registradas por Tránsito Nacional que permita la identificación de los puntos críticos, causas e incidencias de los mismos.
- Realizar una propuesta de señalización vial que ofrezca mejores condiciones de seguridad a los usuarios, aplicando el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA, 2014)

CAPITULO II: INVENTARIO VIAL

2.1. Introducción

Para la realización del inventario vial, se abordó la metodología planteada en la Guía para el inventario de elementos para la conservación vial (Banco Mundial, 2012), la cual consiste en la recolección de datos a través de una inspección visual y medición de los tramos en estudio, la cual fue realizada entre los días lunes 29 y miércoles 30 de agosto del año 2023.

2.2. Identificación del tramo de estudio

El tramo de carretera en estudio está localizado en el municipio Diriamba, partiendo del empalme la trinidad y finaliza en el empalme la boquita, presenta una extensión de 8.8 km, el tramo en estudio, se encuentra con carpeta de asfalto, fue construido del año 1966 y reconstruido entre 2007 y 2008. Actualmente es uno de los tramos con mucha relevancia debido a la construcción de la carretera costanera de nuestro país.

2.3. Descripción del trabajo de campo

La elaboración del inventario vial en el tramo, mantuvo una metodología sistémica, para esclarecer el propósito, valiéndose de la Guía para el Inventario de Elementos para la Conservación Vial, Banco Mundial (2012). Recorriendo el tramo para clasificar a partir de una inspección visual los recursos destinados al transporte de pasajeros, mercancías y demás componentes que complementan la vía. Se recopiló la información disponible sobre la señalización, como estudios previos, registros de mantenimiento entre otros, procediendo a identificar los elementos a inventariar.

Para levantamiento y mediciones se utilizó la aplicación geotracker y una cinta métrica de 8 metros.

2.4. Clasificación funcional

Dicho tramo, corresponde a la carretera Nic-18b y se encuentra en la clasificación colectora principal según se muestra en la página 101 de los registros del año 2020 “Red vial de Nicaragua” del Ministerio de Transporte e Infraestructura. El tramo en estudio localizado dentro de la carretera que conecta el municipio de La

Trinidad y La Boquita, se encuentra en el anuario de aforo del MTI del año 2020 con un TPDA de 1408 vehículos por día.

2.5. Calzada

En Nicaragua, la ley 706 “Ley de Reforma a la ley N° 355” (ley 355 es la creadora del fondo de mantenimiento vial), establece que se debe cumplir con los estándares impuestos por el MTI, los estándares expuestos se encuentran mencionados en el documento “Red Vial 2020” elaborado por la División General de Planificación de dicha institución, menciona que estos requisitos técnicos incluyen:

- El ancho mínimo de la calzada, que debe ser de 3,65 metros por carril para carreteras principales de dos carriles.
- La pendiente transversal de la calzada, que debe permitir el drenaje adecuado de las aguas pluviales.
- El tipo de superficie de la calzada, que debe ser resistente y duradero para soportar el tráfico y las condiciones climáticas.

La ilustración 3 muestra el proceso de medición realizado a lo largo del tramo en estudio.

Ilustración 3. Medición de ancho de calzada



Fuente: Levantado por sustentante

A continuación, en la siguiente tabla, se detalla el ancho de calzada del tramo en estudio.

Tabla 1. Ancho de calzada

Estación	Hombro derecho (m)	Carril derecho (m)	Carril izquierdo (m)	Hombro izquierdo (m)	CALZADA (m)
0+000.00	0.21	2.88	2.88	0.16	6.13
0+100.00	0.18	2.88	2.87	0.14	6.07
0+200.00	0.44	2.91	2.91	0.37	6.63
0+300.00	0.36	2.91	2.91	0.41	6.59
0+400.00	0.46	3.05	3.06	0.32	6.89
0+500.00	0.40	2.95	2.95	0.36	6.66
0+600.00	0.36	3.00	3.00	0.36	6.72
0+700.00	0.40	3.00	3.00	0.38	6.78
0+800.00	0.34	2.91	2.91	0.33	6.49
0+900.00	0.28	2.95	2.95	0.35	6.53
1+000.00	0.36	2.98	2.96	0.33	6.63
1+100.00	0.45	3.07	2.97	0.38	6.87
1+200.00	0.38	2.90	2.95	0.40	6.63
1+300.00	0.45	2.89	2.93	0.38	6.65
1+400.00	0.30	3.03	2.98	0.42	6.73
1+500.00	0.40	3.07	3.06	0.36	6.89
1+600.00	0.38	3.02	3.01	0.34	6.75
1+700.00	0.30	3.00	3.05	0.28	6.63
1+800.00	0.36	2.98	3.01	0.30	6.65
1+900.00	0.25	2.88	2.93	0.31	6.37
2+000.00	0.15	3.02	2.98	0.21	6.36
2+100.00	0.20	2.95	3.02	0.18	6.35
2+200.00	0.17	2.89	2.96	0.21	6.23
2+300.00	0.22	3.02	2.99	0.27	6.50
2+400.00	0.35	2.93	3.03	0.29	6.60
2+500.00	0.23	3.09	3.08	0.28	6.68
2+600.00	0.33	3.09	3.09	0.25	6.76
2+700.00	0.15	3.00	3.02	0.21	6.38
2+800.00	0.20	2.96	2.98	0.35	6.49
2+900.00	0.29	2.98	2.97	0.30	6.54
3+000.00	0.21	3.03	3.00	0.28	6.52
3+100.00	0.17	3.01	2.98	0.29	6.45
3+200.00	0.22	2.96	3.05	0.31	6.54

Estación	Hombro derecho (m)	Carril derecho (m)	Carril izquierdo (m)	Hombro izquierdo (m)	CALZADA (m)
3+300.00	0.30	2.91	3.00	0.28	6.49
3+400.00	0.21	2.88	2.94	0.33	6.36
3+500.00	0.27	2.95	2.95	0.30	6.47
3+600.00	0.19	3.01	3.01	0.18	6.39
3+700.00	0.25	3.00	3.00	0.20	6.45
3+800.00	0.27	2.96	2.98	0.25	6.46
3+900.00	0.29	3.00	3.00	0.23	6.52
4+000.00	0.22	2.85	2.82	0.18	6.07
4+100.00	0.17	2.86	2.86	0.20	6.09
4+200.00	0.21	2.88	2.88	0.23	6.20
4+300.00	0.23	2.85	2.85	0.21	6.14
4+400.00	0.25	2.85	2.87	0.23	6.20
4+500.00	0.21	2.91	2.96	0.26	6.34
4+600.00	0.19	2.89	2.89	0.21	6.18
4+700.00	0.28	2.93	2.96	0.18	6.35
4+800.00	0.24	2.86	2.88	0.27	6.25
4+900.00	0.29	2.90	2.89	0.25	6.33
5+000.00	0.26	2.93	2.93	0.23	6.35
5+100.00	0.31	2.88	2.88	0.29	6.36
5+200.00	0.34	2.90	2.96	0.37	6.57
5+300.00	0.25	2.91	2.92	0.24	6.32
5+400.00	0.20	2.88	2.91	0.22	6.21
5+500.00	0.25	2.90	2.97	0.21	6.33
5+600.00	0.31	2.96	2.88	0.29	6.44
5+700.00	0.33	2.86	2.93	0.28	6.40
5+800.00	0.32	2.83	2.91	0.23	6.29
5+900.00	0.28	2.95	2.88	0.27	6.38
6+000.00	0.28	2.90	2.83	0.27	6.28
6+100.00	0.22	2.95	2.86	0.36	6.39
6+200.00	0.19	2.97	2.93	0.30	6.39
6+300.00	0.18	2.91	2.88	0.28	6.25
6+400.00	0.25	2.88	2.88	0.26	6.27
6+500.00	0.20	2.90	2.88	0.23	6.21
6+600.00	0.21	3.00	2.98	0.19	6.38
6+700.00	0.27	2.97	2.95	0.23	6.42

Estación	Hombro derecho (m)	Carril derecho (m)	Carril izquierdo (m)	Hombro izquierdo (m)	CALZADA (m)
6+800.00	0.28	3.01	2.98	0.21	6.48
6+900.00	0.23	2.90	3.03	0.25	6.41
7+000.00	0.26	3.01	2.97	0.28	6.52
7+100.00	0.28	2.95	2.96	0.31	6.50
7+200.00	0.21	2.89	3.01	0.33	6.44
7+300.00	0.23	3.00	2.97	0.35	6.55
7+400.00	0.27	3.03	3.00	0.38	6.68
7+500.00	0.31	3.01	3.00	0.41	6.73
7+600.00	0.33	3.00	2.95	0.37	6.65
7+700.00	0.25	2.98	3.00	0.33	6.56
7+800.00	0.31	3.00	3.00	0.30	6.61
7+900.00	0.25	3.00	3.00	0.30	6.55
8+000.00	0.45	3.00	3.00	0.37	6.82
8+100.00	0.41	2.99	3.01	0.38	6.79
8+200.00	0.16	2.98	3.00	0.37	6.51
8+300.00	0.39	3.01	3.05	0.43	6.88
8+400.00	0.33	3.00	3.03	0.40	6.76
8+500.00	0.43	3.01	3.01	0.44	6.89
8+600.00	0.38	3.03	2.99	0.46	6.86
8+700.00	0.39	3.00	3.00	0.41	6.80
8+800.00	0.46	3.10	3.14	0.43	7.13

Fuente: Elaborado por Sustentante

El tramo se encuentra con pavimento flexible el cual no presenta fractura, encontrándose en buen estado

2.6. Señalización

La señalización vertical será clasificada según la señal correspondiente: señales preventivas(P), señales informativas (I), señales reglamentarias (R), señales transitorias (T).

El estado de las señales será clasificado según, bueno (B), regular (R), malo (M). El código de señalización vial vertical existente se detalla según el manual centroamericano de dispositivo uniformes para el control del tránsito, SIECA año 2000.

Según la SIECA (2014), el criterio utilizado para definir el estado de las señales verticales se basa en tres categorías: buena, regular o mala. Estas categorías se determinan mediante la evaluación de los criterios de conservación, visibilidad y legibilidad de las señales verticales.

Buena: Las señales verticales se consideran en buen estado cuando cumplen con los estándares establecidos en cuanto a su conservación, visibilidad y legibilidad. Esto implica que las señales están en condiciones óptimas para cumplir su función de manera efectiva y segura.

Regular: Las señales verticales se clasifican como regulares cuando presentan algunos problemas en términos de conservación, visibilidad o legibilidad, pero aún son capaces de transmitir la información de manera aceptable. Pueden necesitar algún tipo de mantenimiento o mejora para asegurar su eficacia.

Mala: Se considera que las señales verticales están en mal estado cuando tienen un deterioro significativo que afecta su capacidad para cumplir su función correctamente. Esto puede incluir daños graves, falta de visibilidad o legibilidad, lo que representa un riesgo para la seguridad vial y requiere una intervención inmediata para su reparación o reemplazo.

2.6.1. Señales verticales

El inventario de señalización vertical se ejecutó de tal manera que se registró estación, estado, banda e imagen de la señal respectiva, las cuales se encuentran en buen estado y se muestran en la tabla 2.

Ilustración 4. Recolección de Datos de señalización



Fuente: Tomada por sustentante

Tabla 2. Señalización vertical

No	ESTACION	Estado	BANDA	CODIGO	
1	0+760.00	Bueno	D	R-13-1	
2	0+760.00	Bueno	I	R-13-1	
3	1+557.00	Bueno	D	R-13-1	
4	2+590.00	Bueno	D	R-13-1	

Fuente: Elaborado por Sustentante

No	ESTACION	BANDA		CODIGO	
5	2+590.00	Bueno	D	R-13-1	
6	3+960.00	Bueno	D	R-13-1	
7	4+900.00	Bueno	D	E-1-1	
8	5+000.00	Bueno	I	E-1-3	

Fuente: Elaborado por Sustentante

No	ESTACION	BANDA		CODIGO	
9	5+100.00	Bueno	D	R-2-1	
10	5+240.00	Bueno	D	E-1-3	
11	5+330.00	Bueno	I	R-2-1	
12	5+430.00	Bueno	D	E-2-4	

Fuente: Elaborado por Sustentante

No	ESTACION	BANDA		CODIGO	
14	5+500.00	Bueno	I	E-1-1	
15	8+570.00	Bueno	D	P-3-4	

Fuente: Elaborado por Sustentante

En base a la información presentada se puede afirmar que el tramo carece de señales especialmente preventivas, que adviertan a los conductores de las curvas que posee dicho tramo. Asimismo, se aprecia que la señalización existente se encuentra en buen estado.

Se destaca que el tramo en estudio no cuenta con señalización de velocidad límite máxima, pero de acuerdo a la ley 431, en su artículo 37 establece que en carreteras la velocidad máxima será de 100 km por hora.

2.6.2. Señales horizontales

De acuerdo al recorrido realizado en el tramo, y la debida identificación de señalización horizontal, se pudo apreciar que ésta se encuentra en todo el tramo de con una línea continua amarilla dividiendo los carriles, y de líneas blancas de

borde de carril, estas se encuentran en regular estado en todo el tramo, tal como se muestra en las siguientes ilustraciones, por lo cual será recomendable la pintura de las líneas de carril en todo el tramo.

Ilustración 5. Estado de la señalización horizontal Estación 3+540



Fuente: tomada por sustentante

Ilustración 6. Estado de la señalización horizontal Estación 6+400



Fuente: tomada por sustentante

CAPITULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO

3.1. Introducción

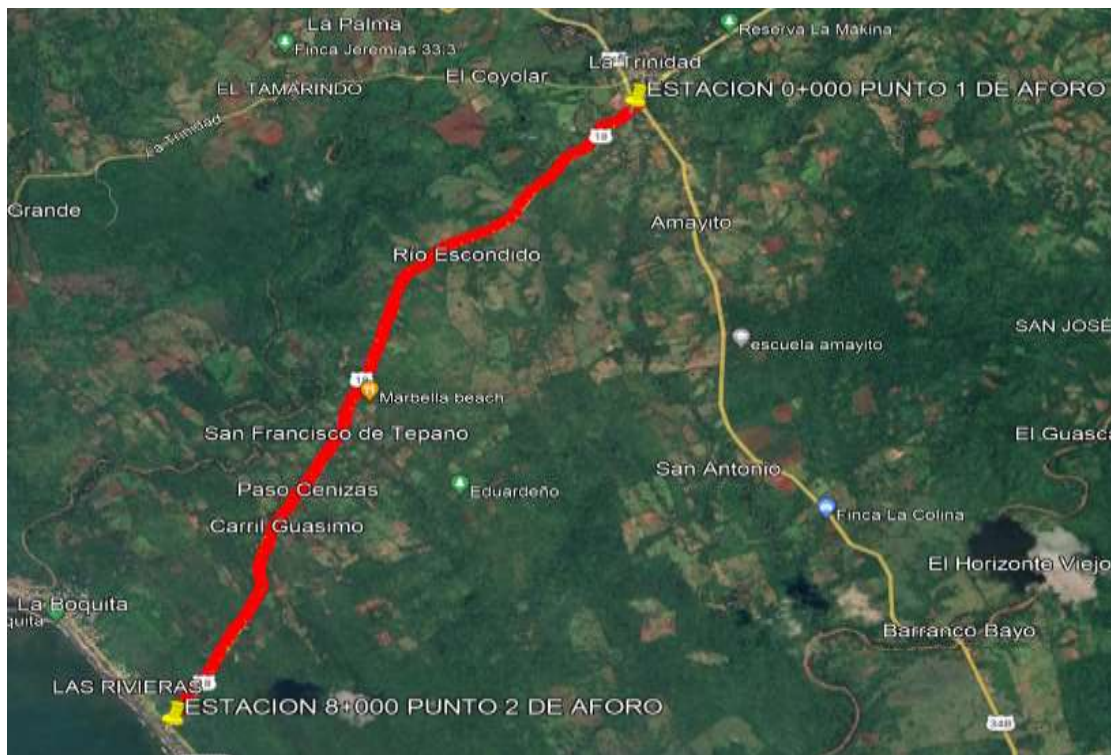
Los estudios de tránsito son herramientas fundamentales de la ingeniería para conocer el comportamiento del tráfico, para ello se han de realizar medidas sobre las distintas variables que definen el comportamiento del mismo.

El aforo vehicular es el proceso de medición o conteo de los vehículos que pasan por una determinada sección de carretera durante un periodo de tiempo determinado, esta información es útil para la planificación, gestión del tráfico e infraestructura vial.

3.2. Puntos de aforo

Los puntos de aforo definidos fueron al inicio y al final del tramo, ya que a lo largo del tramo no existe ninguna intersección que represente una variación considerable en el flujo vehicular.

Ilustración 7. Tramo y puntos de aforo



Fuente: Elaborado por sustentante

El primer punto seleccionado, se encuentra al inicio del tramo en la estación 0+000, para captar todos los vehículos que entran, con la finalidad de contabilizar los que realizan algún desvío luego de pasar por la primera estación sobre el tramo.

El segundo punto de aforo se sitúa cerca del final del tramo en la estación 8+000, empalme La Boquita para lograr captar los vehículos antes que entren a cada uno de estos espacios.

3.3. Levantamiento de datos

El aforo vehicular fue realizado en días de fin de semana debido a que es una zona turística y estos días representan la mayor demanda de los usuarios en el tramo, los cuales visitan las playas de La Boquita y Casares.

El personal de conteo vehicular, contabilizó y clasificó de manera constante los vehículos que circularon en el periodo de 12 horas en ambos sentidos de la carretera durante los días sábado 9 y domingo 10 de septiembre del 2023. Se escogieron esos días debido a que el tramo en análisis es una zona turística, por lo cual la demanda de circulación vehicular se verá en los días de fin de semana.

Los aforos se realizaron de manera manual entre las 6:00 am hasta las 6:00 pm, para la clasificación de los vehículos de dicho conteo se utilizó la tabla de tipología y descripción vehicular de conteos de tráfico de la oficina de diagnóstico, evaluación de pavimentos y puentes (ver anexos página I **Tabla 17. Tipología vehicular**).

La información sobre volúmenes de tránsito es de utilidad en la planeación del transporte, diseño vial, operación del tránsito de igual manera en las investigaciones, siendo el primer paso para realizar estudios sobre volúmenes de tránsito es conocer el TPDA el cual es el resultado del registro de volúmenes de tránsito en un punto, la medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera y se expresa en vehículos por día.

3.4. volúmenes y clasificación

A continuación, se presenta el resumen del aforo realizado por cada estación, iniciando por la estación 0+000, ubicada en La Trinidad y terminando en la estación 8+000 justo en el empalme de La Boquita.

Tabla 3. Tránsito promedio diario en la estación 0+000

Dia	Vehículos de pasajeros					Vehículos de carga			Total
	vehículos livianos					Vehículos pesados			
	motos	Autos	jeep	pick-up	microbús<15pax	grande	C2 ligero	C2>4 ton	
Sábado	518	270	32	223	61	33	85	31	1253
Domingo	581	381	20	332	49	29	38	3	1433
TPDi	550	326	26	278	55	31	62	17	1343
% TPDi	41%	24%	2%	21%	4%	2%	5%	1%	100%
%	91.96%					8.19%			

Fuente: Elaborado por Sustentante

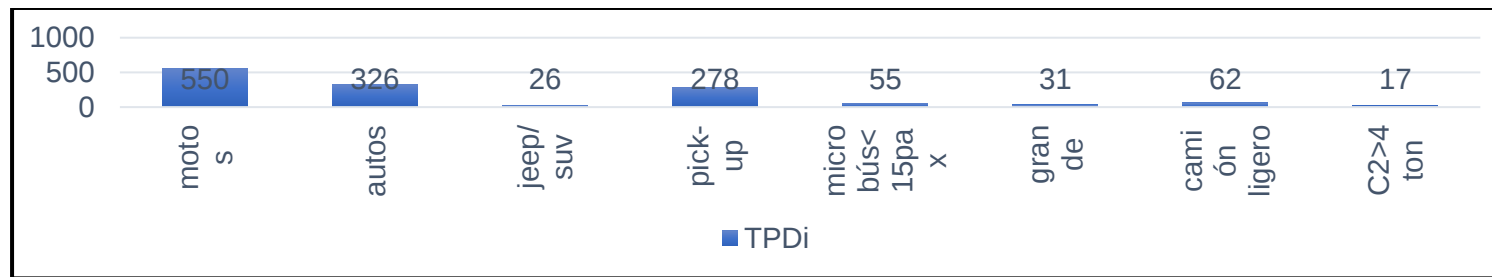
Tabla 4 Tránsito promedio diario en la estación 8+000

Dia	Vehículos de pasajeros					Vehículos de carga			Total
	vehículos livianos					Vehículos pesados			
	motos	autos	Jeep	pick-up	microbús<15pax	grande	C2 ligero	C2>4 ton	
Sábado	495	274	56	237	57	32	91	39	1281
Domingo	534	390	15	361	57	34	38	4	1433
TPDi	515	332	36	299	57	33	65	22	1357
% TPDi	38%	24%	3%	22%	4%	2%	5%	2%	100%
%	91.30%					8.84%			

Fuente: Elaborado por Sustentante

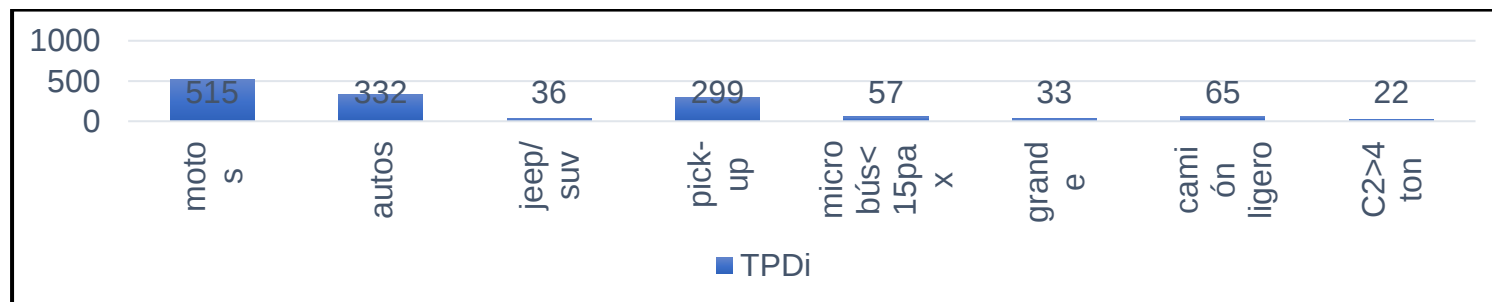
El estudio del volumen de tránsito se realiza con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre los puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial, en la tabla anteriormente mostrada se expresa que en esta área hay una mayor concurrencia de motociclistas, autos y camionetas tal como se muestra en las siguientes ilustraciones:

Ilustración 8. Composición vehicular estación 0+000



Fuente: Elaborado por Sustentante

Ilustración 9. Composición vehicular estación 8+000



Fuente: Elaborado por Sustentante

3.5 Horas de máxima demanda en las estaciones de aforo

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

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva o consistente durante varios días de la semana.

Un volumen horario de máxima demanda, no significa que el flujo sea constante durante toda la hora, esto simboliza que existen periodos cortos dentro de la misma hora con tasas de flujos mayores a las de la hora misma. El factor horario de máxima demanda (FHMD), y el flujo máximo (q_{max}) que esta presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} \text{ EC. 1}$$

Donde:

VHMD: volumen de máxima demanda.

q_{max} : flujo máximo real en horario de máxima demanda

FHMD: factor horario de máxima demanda

N: número de periodos durante la hora de máxima demanda

Los periodos dentro de la hora de máxima demanda fueron cada 15 minutos, para tal caso el FHMD será:

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

En las tablas 5 y 6 se muestran un resumen de las horas de máxima demanda para cada estación las cuales, exponen diferencias por las características que rodean cada una de estas.

El punto de aforo 0+000 presenta su hora de máxima demanda en el día sábado, entre las 10 y 11 horas, lo cual evidencia la afluencia de visitantes a este sitio turístico según lo mostrado en la siguiente tabla

Tabla 5 Volumen horario de máxima demanda 0+000

Hora inicio	Hora fin	q
10:00	10:15	32
10:15	10:30	65
10:30	10:45	43
10:45	11:00	48
VHMD		188

Fuente: Elaborado por Sustentante

$$FHMD = \frac{188}{4(65)} = 0.72$$

Como se observa en el cálculo anterior, un factor horario de máxima demanda (FHMD) de 0.72 representa una distribución variable del tránsito registrado dentro de la hora de máxima demanda, mientras más cercano a la unidad se encuentre el FHMD el comportamiento del flujo vehicular es más estable y fluye de forma constante.

Para el punto de aforo de la estación 8+000 el día de mayor concentración vehicular fue el domingo entre las 15 y 16 horas, evidenciando la salida de los visitantes al sitio turístico. Lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Volumen horario de máxima demanda 8+000

Hora inicio	Hora fin	q
15:00	15:15	46
15:15	15:30	37
15:30	15:45	34
15:45	16:00	45
VHMD		162

Fuente: Elaborado por Sustentante

$$FHMD = \frac{162}{4(45)} = 0.90$$

FHMD: 0.90

Un factor horario de máxima demanda de 0.90 representa que el flujo vehicular dentro de la hora de máxima demanda indica un flujo uniforme.

3.6 Velocidades

La velocidad es de vital importancia al realizar cualquier tipo de estudio de tránsito, es una medida significativa de la calidad del servicio que se proporciona al usuario de la vía.

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

3.6.1 Tipos de velocidades

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

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

Velocidad instantánea: la velocidad instantánea de un vehículo, es la velocidad, cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado.

Velocidad media temporal: Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Se dice entonces,

que se tiene una distribución temporal de velocidades de punto. Para datos de velocidades de punto no agrupados

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

Velocidad de proyecto: Llamada también velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación.

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

En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor. No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a detenciones en gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, etc.

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

3.6.2 Límites de velocidad

Una de las principales causas de accidentes y la primera en peligrosidad es conducir a exceso de velocidad. La señal de límite de velocidad, indica la velocidad máxima que se debe conducir. Esto se ajusta de acuerdo a las condiciones de tránsito y de la vía.

Tabla 7 Límites de velocidad

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

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

3.7 Estudio de velocidad

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

El estudio de velocidades se realizó para determinar la velocidad efectiva de operación de vía según las condiciones en la que se encuentre. Considerando que todos los conceptos fundamentales de los mismos están íntimamente ligados y relacionados, la tardanza del flujo, las condiciones de accidentalidad son parámetros que dependen de la velocidad de operación de las vías.

3.7.1 Selección de punto para prueba de velocidad

La prueba de velocidad se realizó en la estación 3+800, se seleccionó este sitio al presentar un tramo recto prolongado de más de 500m donde los conductores

podrían poner en riesgo sus vidas, además se encuentra justo antes de la zona escolar, cuya ubicación es en la estación 4+800.

3.7.2 Selección de muestra para realizar prueba de velocidad

Para la medición de velocidades se debe de tomar el 5% del TPDA, tomando como referencia, los datos del anuario de aforo del MTI para el año 2020, para este tramo es de 1418 vehículos por día.

Tomando este valor como referencia tenemos que el 5% es de 71 vehículos, para mejorar la exactitud del estudio de velocidad, se decidió realizar prueba de velocidad a 85 vehículos, obteniendo la velocidad promedio de punto.

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

Esto permitió determinar la velocidad según la expresión:

$$Velocidad = \frac{distancia}{tiempo} \text{ EC.3}$$

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

Una vez determinada la muestra y la metodología para realizar este estudio, se procede a presentar los datos recopilados junto con un análisis de estos, respecto a la normativa de tránsito para cada área.

Por lo expuesto en la Ley número 431 “Ley para el régimen de circulación e infraestructura de tránsito” aprobada en el año 2014, en su artículo 37, segunda

parte, establece que la velocidad permitida en pistas es de 60 km/h y carreteras 100 kph.

Tabla 8. Estudio de velocidad

No	Tipo	Tiempo (seg)	Velocidad (Km/h)	Verificación
1	Moto	4.9	73.5	Cumple
2		5.1	70.6	Cumple
3		3.9	92.3	Cumple
4		4.2	85.7	Cumple
5		4.6	78.3	Cumple
6		3.5	102.9	No Cumple
7		3.4	105.9	No Cumple
8		4.4	81.8	Cumple
9		5.1	70.6	Cumple
10		4.9	73.5	Cumple
11		5	72.0	Cumple
12		5.3	67.9	Cumple
13		5.1	70.6	Cumple
14		5.3	67.9	Cumple
15		5.1	70.6	Cumple
16		4.8	75.0	Cumple
17		3.8	94.7	Cumple
18		3.5	102.9	No Cumple
19		3	120.0	No Cumple
20		4.1	87.8	Cumple
21		4.3	83.7	Cumple
22		3.8	94.7	Cumple
23		3.7	97.3	Cumple
24		3.3	109.1	No Cumple
25		2.6	138.5	No Cumple

No	Tipo	Tiempo (seg)	Velocidad (Km/h)	Verificación
26	Auto	4.7	76.6	Cumple
27		5.1	70.6	Cumple
28		4.8	75.0	Cumple
29		4.3	83.7	Cumple
30		4.4	81.8	Cumple
31		4.5	80.0	Cumple
32		4.3	83.7	Cumple
33		3.8	94.7	Cumple
34		3.2	112.5	No Cumple
35		3.3	109.1	No Cumple
36		3.4	105.9	No Cumple
37		3.5	102.9	No Cumple
38		3.6	100.0	Cumple
39		3.9	92.3	Cumple
40		4.1	87.8	Cumple
41		4.3	83.7	Cumple
42		4.5	80.0	Cumple
43		4.6	78.3	Cumple
44		5.2	69.2	Cumple
45		5.4	66.7	Cumple
46		5	72.0	Cumple
47		4.9	73.5	Cumple
48		5.2	69.2	Cumple
49		5.3	67.9	Cumple
50		5.4	66.7	Cumple
51		5.1	70.6	Cumple
52		4.9	73.5	Cumple
53		4.8	75.0	Cumple
54		4.8	75.0	Cumple
55		5.3	67.9	Cumple
56		5.1	70.6	Cumple
57		5.4	66.7	Cumple
58		5.3	67.9	Cumple
59		5.5	65.5	Cumple

No	Tipo	Tiempo (seg)	Velocidad (Km/h)	Verificación
60	Camioneta	4.9	73.5	Cumple
61		4.1	87.8	Cumple
62		4.2	85.7	Cumple
63		4.6	78.3	Cumple
64		4.4	81.8	Cumple
65		4.4	81.8	Cumple
66		3.3	109.1	No Cumple
67		3.8	94.7	Cumple
68		3.5	102.9	No Cumple
69		4.8	75.0	Cumple
70		5	72.0	Cumple
71		5.3	67.9	Cumple
72		5.7	63.2	Cumple
73		4.8	75.0	Cumple
74		4.9	73.5	Cumple
75		4.5	80.0	Cumple
76		4.1	87.8	Cumple
77		3.5	102.9	No Cumple
78		4.9	73.5	Cumple
79		5.1	70.6	Cumple
80		5.3	67.9	Cumple
81		5.4	66.7	Cumple
82		5.3	67.9	Cumple
83		4.8	75.0	Cumple
84		4.8	75.0	Cumple
85		4.7	76.6	Cumple
promedio			82	

Fuente: Elaborado por sustentante

Los resultados mostrados en la tabla 8 son producto de la toma de datos a diferentes tipos de vehículos, los cuales se registraron según lo mostrado en la ilustración 10.

Ilustración 10. Realización del estudio de velocidad



Fuente: levantado por sustentante

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 8, se puede apreciar que en su mayoría los conductores cumplen con lo dispuesto en la ley de tránsito, al no exceder los 100 km/h. de igual forma, se deberá valorar la colocación de señalización que restrinja la velocidad de circulación de los vehículos.

3.8 Análisis de resultados

Los datos obtenidos para el tránsito promedio diario, de los dos puntos seleccionados fue 1343 para la estación 0+000, primer punto de aforo y 1357 para el segundo punto de aforo en la estación 8+000.

De acuerdo a la tipología vehicular registrada se pudo constatar que en el tramo predomina la presencia de vehículos livianos, siendo en su mayoría motocicletas y automóviles y en tercer lugar camionetas, según lo mostrado en la ilustración 8 y 9.

Las pruebas de velocidad, demuestran que no existe una regulación efectiva del comportamiento de los conductores, esto debido a la ausencia de señales reglamentarias y preventivas, por tanto, es necesario analizar los la instalación de señales que regule dicha velocidad.

CAPITULO IV: ANALISIS DE ACCIDENTALIDAD

4.1 Introducción

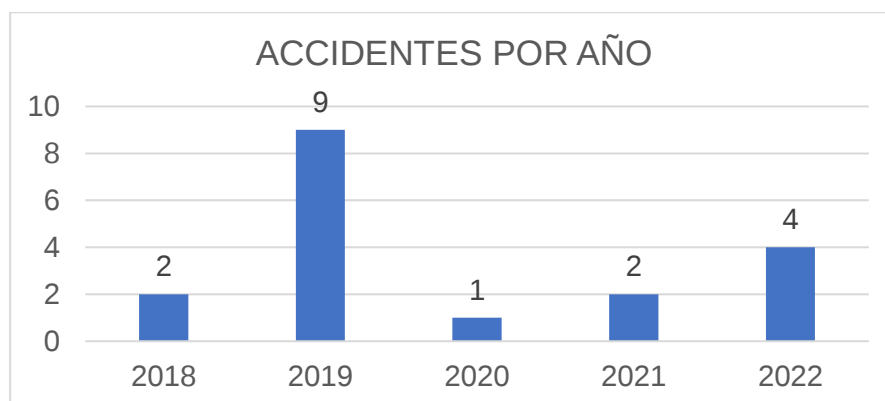
En Nicaragua, la ley 431, denominada Ley de Tránsito, Reglamentación y Seguridad Vial, es la que regula los sucesos viales. La normativa establece de manera, los deberes y las responsabilidades a cargo de los conductores, así como otras disposiciones relacionadas con la seguridad en el ámbito viario.

En el presente apartado, se muestra el análisis de los datos proporcionados por la Dirección General de Transito Nacional para los años 2018-2022, a pesar de que la mayoría de los accidentes viales son atribuibles al comportamiento negligente tanto de conductores como de peatones, es factible reducir la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de dichos incidentes mediante la implementación de dispositivos de control de tránsito.

4.2. Accidentes ocurridos del 2018-2022

Según los datos proporcionados por Tránsito Nacional, entre el año 2018 y 2022, han ocurrido un total de 18 accidentes de tránsito, de los cuales 2 registrados en el año 2018, para el año 2019, hubo un incremento en los accidentes de tránsito, registrándose 9 accidentes, en el año 2020 con 1 accidente, para el año 2021, se registraron 2 accidentes de tránsito en el tramo en cuestión, para el año 2022 se registró un total de 4 accidentes lo que muestra un incremento en el último año respecto a su antecesor, todo esto reflejado en la siguiente grafica.

Ilustración 11. Cantidad de accidentes por año



Fuente: Elaborado por sustentante

Según lo mostrado en el capítulo del estudio de tránsito, el transporte liviano es predominante en el tramo estudiado, en la tabla siguiente se observa como el transporte liviano representa el mayor número de accidentes de tránsito.

Tabla 9. Accidentes por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	2018	2019	2020	2021	2022	Total, Por tipo
Auto	1	5	1	1	1	9
Camión	0	1	0	0	0	1
Camioneta	1	0	0	0	0	1
Motocicletas	0	3	0	1	4	8
Bus	0	0	0	0	1	1
Total	2	9	1	2	6	

Fuente: Elaborado por sustentante

Durante el período analizado, se observa una tendencia ascendente en la incidencia de accidentes de motociclistas con un total de 9 accidentes. Estos datos subrayan la necesidad de mantener una atención particular en cuanto a la seguridad vial y las medidas de prevención asociadas con este tipo de vehículos.

4.3. Clasificación por causas

La clasificación de las causas de los accidentes de tránsito en Nicaragua lo dicta la Ley No. 431, publicada en el Diario Oficial La Gaceta el 22 de diciembre de 2003.

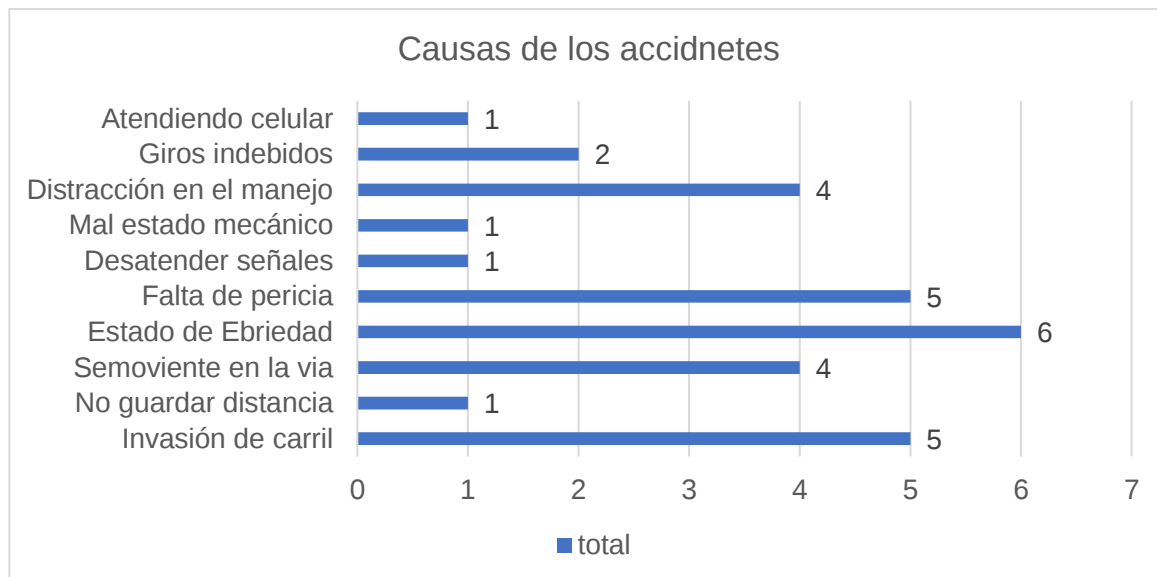
Tabla 10. Causas de accidentes

Causa de accidente	2018	2019	2020	2021	2022	total
Invasión de carril	0	2	0	1	2	5
No guardar distancia	0	1	0	0	0	1
Semoviente en la vía	0	2	0	0	2	4
Estado de Ebriedad	1	5	0	0	0	6
Falta de pericia	3	1	1	0	0	5
Desatender señales	0	1	0	0	0	1
Mal estado mecánico	0	0	0	1	0	1
Distracción en el manejo	0	0	0	0	4	4
Giros indebidos	0	2	0	0	0	2
Atendiendo celular	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaborado por sustentante

En el siguiente gráfico se observa la frecuencia con que los accidentes ocurren según la causa que origina estos.

Ilustración 12. Causas de accidentes



Fuente: Elaborado por sustentante

Durante este período, se registraron diversas causas de accidentes de tráfico. Las causas que más requiere atención analizar son los estados de ebriedad, reflejando falta de mano dura en la aplicación de las leyes de tránsito en la zona, invasiones de carril, reflejando falta de respeto a la señalización existente o por la ausencia de la misma, las distracciones en el manejo, las cuales evidencian ser parte del factor humano que interviene en los accidentes y la presencia de semovientes en la vía, como animales, es la otra causa que requiere atención en el tramo, esto refleja que se requiere más atención por parte de los dueños de ganado con el control de sus animales

4.4. Clasificación por tipo de accidentes

En Nicaragua, según lo dispuesto en el artículo 45 de la ley 431, los accidentes de tránsito se clasifican seis tipos principales:

Atropello a Peatones: Un atropello a peatones se produce cuando un vehículo colisiona con un individuo que se encuentra caminando o cruzando la vía. Este

tipo de accidente implica una transferencia repentina de energía cinética del vehículo al peatón, lo que puede resultar en lesiones graves o fatales.

Colisión entre vehículos: Una colisión entre vehículos ocurre cuando dos o más vehículos entran en contacto físico mientras se desplazan por la vía. Estas colisiones pueden ser frontales, laterales, traseras o en cadena, y están influenciadas por factores como la velocidad relativa, el ángulo de impacto y la masa de los vehículos involucrados.

Con objeto fijo: Un accidente con objeto fijo implica que un vehículo choca contra una estructura estática, como un muro, un poste o un objeto inamovible. Estos accidentes se deben a la incapacidad del conductor para evitar el objeto o a errores en la percepción de la distancia, velocidad y trayectoria del vehículo.

Accidente con semovientes: Un accidente con semovientes ocurre cuando un vehículo colisiona con animales que se encuentran en la vía, como ganado o animales sueltos. Estos accidentes pueden ser especialmente peligrosos debido a la masa y el tamaño del animal, lo que puede resultar en daños significativos al vehículo y lesiones tanto para los ocupantes del vehículo como para los animales.

Provocar accidente y darse a la fuga: Cuando un conductor provoca un accidente y decide abandonar la escena sin prestar asistencia o informar a las autoridades, se le atribuye el acto de provocar el accidente y darse a la fuga. Esta conducta es ilegal y puede implicar la evasión de responsabilidades legales y civiles.

Vuelcos: Un vuelco se produce cuando un vehículo pierde su estabilidad y se inclina o gira sobre su eje longitudinal. Esto puede ser causado por fuerzas centrífugas excesivas al tomar una curva a alta velocidad, cambios bruscos de dirección, desequilibrio de cargas o factores externos como condiciones de la carretera. Los vuelcos pueden tener consecuencias graves, incluyendo lesiones catastróficas y daños estructurales en el vehículo.

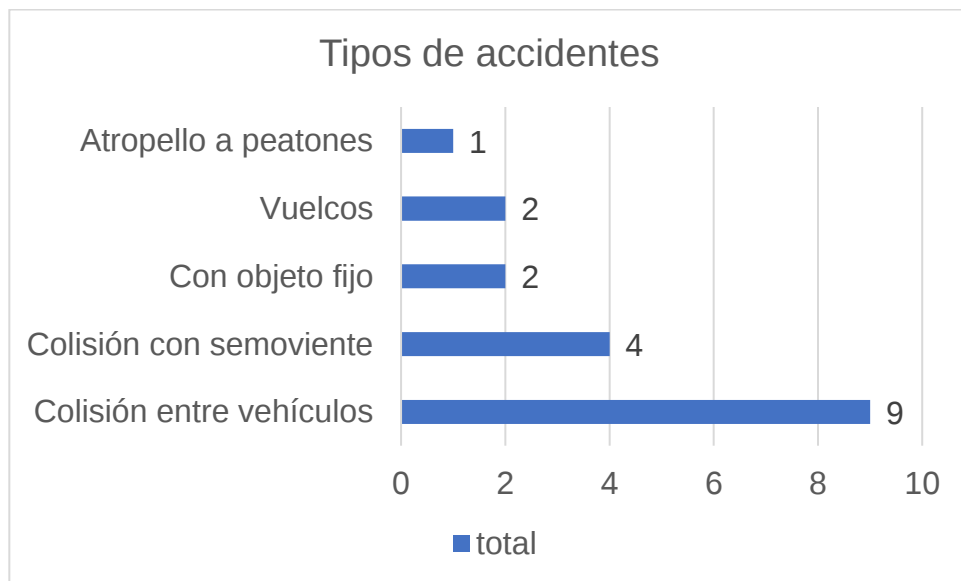
En la siguiente tabla mostrada a continuación se puede observar el comportamiento que tienen los accidentes según el tipo en el que estos se encuentran:

Tabla 11. Tipos de accidentes ocurridos en el tramo

Tipo de accidente	2018	2019	2020	2021	2022	total
Colisión entre vehículos	2	3	0	2	2	9
Colisión con semoviente	0	2	0	0	2	4
Con objeto fijo	0	1	1	0	0	2
Vuelcos	0	2	0	0	0	2
Atropello a peatones	0	1	0	0	0	1

Fuente: Elaborado por sustentante

Ilustración 13. Clasificación por tipo de accidente



Fuente: Elaborado por sustentante

Al analizar los datos presentados en el gráfico, se evidencia una clara predominancia de colisiones entre vehículos, con un total de 9 accidentes ocurridos durante el período de estudio. En segundo lugar, se aprecian colisiones con semovientes y en menor medida colisiones con objetos fijos y vuelcos con 2 accidentes y 1 atropello de peatones.

4.5. Distribución de accidentes

4.5.1. Accidentes por día de semana

El presente acápite hace referencia, al total de accidentes producidos en el periodo estudiado, agrupándolos por el día en que se produjeron (ver tabla 12), encontrando que en el día domingo se han dado la mayor parte de accidentes, dato que podría relacionarse por ser el día en que las personas visitan el centro turístico La Boquita, así como a la posible presencia de conductores que han consumido alcohol u otras sustancias intoxicantes durante el fin de semana.

Tabla 12. Distribución de accidentes por día

Día	2018	2019	2020	2021	2022	total
Lunes		1				1
Martes		1				1
Miércoles						0
Jueves		1				1
Viernes				2	2	4
Sábado	1	3				4
Domingo	1	2	1		2	6

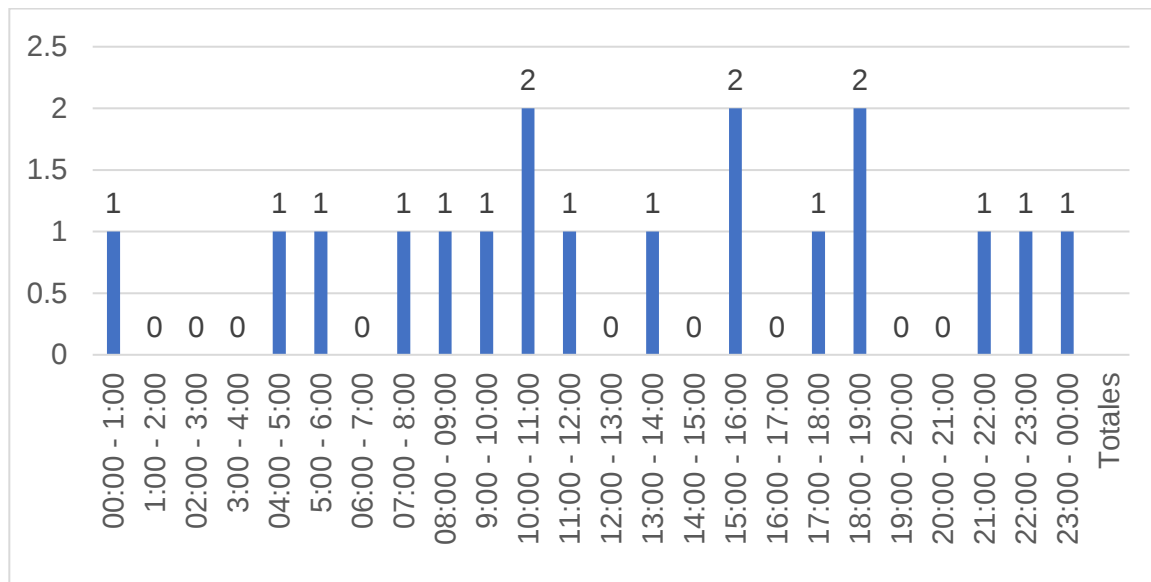
Fuente: Elaborado por sustentante

4.5.3. Accidentes por cada hora

El histograma de la ilustración 9 representa la distribución de los accidentes totales registrados en el tramo Empalme La Trinidad – Empalme La Boquita. Cada barra del histograma representa la frecuencia de accidentes en un intervalo horario específico.

Se observa en la siguiente gráfica que los intervalos con la mayor concentración de accidentes son de las 10:00 – 11:00, 15:00 – 16:00, y de las 17:00 – 18:00, con un total de 2 accidentes registrados.

Ilustración 14. Distribución de accidentes por hora



Fuente: Elaborado por sustentante

Este histograma permite visualizar de manera clara la distribución de los accidentes a lo largo del día en La Boquita. Los intervalos horarios con mayores frecuencias representan momentos críticos en los que se requiere una mayor atención y medidas de prevención para reducir los accidentes de tránsito.

4.6. Identificación de tramos de concentración de accidentes

El diccionario Panhispánico Jurídico por el real decreto 345/2011, publicado en la revista tráfico y seguridad vial, número 194/2009; define esto como *“Tramo de carretera de longitud no superior a 3 km que presenta una frecuencia de accidentes significativamente superior a la media de tramos de características semejantes”*, dicho concepto se consideró para hacer una comparativa con los criterios generales que tiene la Dirección General de Tránsito, teniendo como estándar que en un tramo donde ocurren más de cinco (3) accidentes por año, este se encuentra en la clasificación de crítico.

En consonancia con esta clasificación, se han identificado los sitios dentro de este tramo en los cuales se han registrado en promedio 3 accidentes en el punto mostrado en la tabla 13.

En la siguiente tabla se muestra los tramos en los que hubo mayor concentración de accidentes en los últimos cinco años.

Tabla 13 Tramos de concentración de Accidentes (TCA)

Estaciones	2018	2019	2020	2021	2022
0+000 – 3+000 (Km 58 – Km 61)	2	4	1	1	4

Fuente: Elaborado por Sustentante

La tabla anterior muestra los tramos críticos, estos puntos representan ubicaciones específicas donde se ha registrado una mayor cantidad de accidentes de tránsito a lo largo de los años, según los datos recopilados en los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.

Cada fila de la tabla representa un tramo crítico diferente, identificado por una referencia de ubicación. Los números en las columnas correspondientes a los años indican la cantidad de accidentes registrados en cada uno de ellos para ese punto crítico en particular. Se puede deducir de los datos mostrados lo siguiente:

4.6.1. Tramo crítico) 0+000 – 3+000 (Km 58 – Km 61)

El tramo crítico con concentración de accidentes según los registros, se encuentra en el inicio del tramo, donde se puede apreciar una tendencia de aumento desde el año 2018 con 1 accidente, en 2019 con 4 accidentes, disminuyendo a 1 accidente los años 2020 y 2021 por el contexto de la pandemia, donde la gente no acudía a centros de aglomeraciones de personas, mostrando en el año 2022 un aumento nuevamente a 4 accidentes. Esto indica que deberá tomar medidas que erradiquen la incidencia de accidentes en ese tramo.

4.7. Índices de accidentalidad

Se obtienen al relacionar los saldos de accidentes proporcionalmente con la población, cantidad de vehículos o con el kilometraje recorrido. Las cifras obtenidas permiten realizar comparaciones acerca del comportamiento de

accidentalidad. Estas darán escala para juzgar la magnitud del problema. De acuerdo con Cal y Mayor (2018) los indicadores más utilizados son:

4.7.1. índices respecto a la población (P)

Los índices son el de accidentalidad (# de accidentes), el de morbilidad (# de heridos) y el de mortalidad (# de muertos), con respecto al numero de habitantes en el año de que se trate, expresados por cada 100,000 habitantes. Es útil para comparar ciudades, entidades políticas o sistemas de carreteras y calles semejantes en la base económica.

4.7.2. índices respecto al parque vehicular (V)

Los índices de accidentalidad, morbilidad y mortalidad son con respecto al número de vehículos registrados en el año respectivo, expresado por cada 10,000 vehículos. Es útil para comparar ciudades o países, aunque exista diferente base económica.

4.7.3. otros índices de accidentes

Índice de accidentalidad con respecto al kilometraje de viaje: $I_{A/K}$

Es el número de accidentes por un millón de vehículos-kilómetros de viaje y se expresa como:

$$I_{A/K} = \frac{\# \text{ de accidentes en el año} * 1,000,000}{VK}$$

VK representa el numero de vehículos-kilómetros de viaje al año, y es igual a:

$$VK = TPD(365)(L)$$

TPD es el tránsito promedio diario y L es la longitud del viaje (como el caso de un tramo determinado de carretera).

Este índice es útil para comparar núcleos de población, entidades, países o carreteras individuales.

Considerando el tramo en análisis, se realizará el cálculo de índice de accidentes por año con respecto al kilometraje de viaje. Habiendo definido esto, se realizará

el cálculo del número de vehículos-kilómetros de viajes para los 8.8 km del tramo en análisis.

Tabla 14. Cálculo de índice de accidentes

AÑO	TPD	VK	# de accidentes	I_{A/K}
2019	1569	5,039,628	9	1.786
2020	1418	4,554,616	2	0.43
2022	2046	6,571,752	6	0.91

Fuentes: elaborado por sustentante

La tabla 14 muestra el cálculo de los índices de accidentes por año, los TPD utilizados son los encontrados en el Anuario de aforos de tráfico 2020, por esto no se muestra el cálculo de índices en los años 2018 y 2021, ya que no hay datos en el registro histórico. Se aprecia que el año donde el índice de accidentalidad fue mas alto es el 2019, resultando en 1.786 accidentes por un millón de vehículos-kilómetros de viaje.

4.8. Análisis de resultados

4.8.1. Incidencias del estado de la vía en la accidentalidad

Las condiciones de la vía pueden tener un impacto significativo en la accidentalidad. A pesar de que la señalización existente, pretende disminuir las probabilidades de accidentes de tránsito, de acuerdo a lo mostrado en el inventario vial la señalización es escasa a lo largo de los 8.8 kilómetros, aumentando los riesgos en la vía, además el no respetar los límites de velocidad y conducir en estado de ebriedad.

4.8.2. Incidencias del tránsito en la accidentalidad

La tipología vehicular predominante, según lo abordado en el estudio de tránsito corresponde a vehículos livianos, siendo en su mayoría motos y autos, correspondiendo también a la incidencia de accidentes, según lo mostrado en la tabla 7, por lo cual se deberá hacer conciencia en los conductores de estos vehículos livianos con una campaña de educación vial.

CAPITULO V: PROPUESTA DE SEÑALIZACION

5.1. Introducción

El presente capítulo pretende brindar soluciones para las problemáticas en el tramo vial en estudio, con el objetivo de integrar más señalización vertical y horizontal en el tramo, lo cual permita aumentar las condiciones de seguridad de los usuarios.

Recopilados los elementos relevantes de la vía, datos sobre el terreno, la calzada, y la señalización existente, mediante el inventario vial; se abordó el análisis de la vía además la identificación de tramos críticos que requieren atención.

Mediante la obtención de los tráficos promedio diarios, se ha logrado comprender la demanda de tráfico y analizar los patrones de movilidad presentes en la vía.

A través del análisis de los datos de accidentes de tránsito facilitados por Transito Nacional, se han identificado los principales tipos de accidentes y se han examinado las causas subyacentes.

De manera destacada, se ha observado que las colisiones de vehículos constituyen el tipo de accidente más recurrente en el área de estudio. El análisis de estos estudios brinda una mejor visión de la situación de la vía en términos de infraestructura, tráfico y seguridad vial.

Con base en esta información, el actual capítulo se enfoca en el desarrollo de estrategias y soluciones específicas con el propósito de mejorar la seguridad vial a través de una propuesta de señalización, que reduzca la incidencia de accidentes en el tramo en cuestión.

5.3. Señalización vial

La correcta señalización desempeña un papel importante en los temas de seguridad vial, por prevenir accidentes proporcionando a los conductores, peatones y ciclistas, los imperantes riesgos en la carretera; todo esto a través de mensajes visuales, por ello se mantienen con colores estandarizados, además formas estandarizadas que permiten una fácil comprensión.

Dichas señales están clasificadas en informativas las cuales indican direcciones o destinos, de advertencia alertando sobre peligros o condiciones de la carretera, y

reglamentarias son para establecer normas y restricciones de tráfico; separándose las señalizaciones verticales de las horizontales.

La señalización vial, existente en corinto se encuentra en muy buen estado, teniendo como problema recurrente, la no visibilidad por factores humanos o naturales, como son las construcciones dentro del derecho de vía, los árboles que imposibilitan la visión o transporte pesado estacionado en lugares indebidos no permitiendo visualización de las señales.

5.3.1. Señalización vertical

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, en el capítulo segundo, define las señales verticales como *“Dispositivos para el control de tránsito, constituidas por placas fijadas en postes, estructuras instaladas sobre las vías adyacentes a ellas o aparatos luminosos destinados a transmitir mensaje a los conductores y peatones...”*. Encontrándose estas divididas en señales de reglamentación, prevención y de información.

En la siguiente tabla se encuentran las señales existentes, más las propuestas realizadas para mejorar la seguridad vial en el tramo (ver página XIII planos de señalización en anexos).

Tabla 15. Consolidado de señales verticales, propuestas y existentes

No	Estación	Banda	Código	Propuesta/Existente	Ilustración
1	0+550.00	Der	R-2-1	Propuesta	 R-2-1
2	0+630.00	Izq	R-2-1	Propuesta	 R-2-1

No	Estación	Banda	Código	Propuesta /Existente	Ilustración
3	0+760.00	Der	R-13-1	Existente	
4	0+760.00	Izq	R-13-1	Existente	
5	1+050.00	Der	P-1-2	Propuesta	
6	1+557.00	Der	R-13-1	Existente	
7	1+570.00	Izq	R-13-1	Propuesta	
8	2+250.00	Izq	P-1-2	Propuesta	

No	Estación	Banda	Código	Propuesta /Existente	Ilustración
9	2+590.00	Der	R-13-1	Existente	
10	2+590.00	Der	R-13-1	Existente	
11	3+170.00	Izq	P-1-2	Propuesta	
12	3+470.00	Izq	R-13-1	Propuesta	
13	3+710.00	Der	R-2-1	Propuesta	 R-2-1
14	3+710.00	Izq	R-2-1	Propuesta	 R-2-1

No	Estación	Banda	Código	Propuesta /Existente	Ilustración
15	3+960.00	Der	R-13-1	Existente	 A rectangular white sign with a black border. At the top, there is a red circle with a diagonal slash over a black silhouette of two cars. Below this, the text "NO ADELANTAR" is written in black capital letters.
16	4+850.00	Izq	E-2-4	Propuesta	 A rectangular white sign with a black border. At the top, there is a red circle with a diagonal slash over the number "25" and "KPH" below it. Below this, the text "FIN ZONA ESCOLAR" is written in black capital letters.
17	4+900.00	Der	E-1-1	Existente	 A yellow pentagon-shaped sign with a black border. It features a black silhouette of two children walking. Below the sign is a rectangular white plate with a black border containing the text "ZONA ESCOLAR A 100 m" in black capital letters.
18	5+000.00	Izq	E-1-3	Existente	 A yellow pentagon-shaped sign with a black border. It features a black silhouette of two children walking.
19	5+100.00	Der	R-2-1	Existente	 A rectangular white sign with a black border. At the top, there is a red circle with the number "25" and "KPH" below it. Below this, the text "VELOCIDAD MAXIMA" is written in black capital letters.
20	5+240.00	Der	E-1-3	Existente	 A yellow pentagon-shaped sign with a black border. It features a black silhouette of two children walking.

No	Estación	Banda	Código	Propuesta /Existente	Ilustración
21	5+330.00	Izq	R-2-1	Existente	
22	5+430.00	Der	E-2-4	Existente	
23	5+500.00	Izq	E-1-1	Existente	
24	6+300.00	Der	P-1-2	Propuesta	
25	6+850.00	Izq	P-1-2	Propuesta	
26	6+850.00	Der	P-1-2	Propuesta	

No	Estación	Banda	Código	Propuesta /Existente	Ilustración
27	7+270.00	Izq	P-1-2	Propuesta	
28	7+300.00	Der	P-10-1	Propuesta	
29	7+300.00	Izq	P-10-1	Propuesta	
30	8+570.00	Der	P-3-4	Existente	

Fuente: Elaborado por sustentante

La tabla anterior es el resultado del análisis realizado en los capítulos anteriores, donde se evidenció la falta de señales en el tramo según lo mostrado en inventario vial, la identificación de señales de restricción de la velocidad, así como de la alerta de semovientes en la vía, cuyas señales han sido incluidas en la propuesta de la tabla 14, y cuya colocación se puede constatar en los planos de señalización de anexos.

5.3.2 Señalización horizontal

Por lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control, las demarcaciones se constituyen de flechas, líneas, símbolos y letras que se encuentran pintadas sobre el pavimento, bordes o estructuras en las vías de circulación o adyacentes a ellas.

De igual modo forman parte de estas los objetos ubicados sobre la superficie de rodadura.

La colocación de señales en el pavimento es una componente sumamente importante que también alertará a los conductores de situaciones que requieren atención, en el tramo se pudo detectar que la señalización horizontal es prácticamente nula, la cual se renovará en su totalidad.

En la siguiente tabla de señalización horizontal se encuentran las señalizaciones propuestas para una mejor advertencia de las zonas o las características del área a transitar.

Tabla 16. Consolidado de señales horizontales, propuestas y existentes

Estación	Descripción	Ubicación	Existente/ Propuesta
0+000 - 8+800	Línea central continua	Central	Propuesta
0+000 - 8+800	Violetas reflectivas	Izquierda/derecha/centro	Propuesta
4+880	Bandas alertadoras	Izquierda/Derecha	Propuesta
5+000	Escuela	Derecha	Propuesta
5+100	Cruce peatonal	Central	Propuesta
5+200	Escuela	Izquierda	Propuesta
5+520	Bandas alertadoras	Izquierda/Derecha	Propuesta

Fuente: Elaborado por sustentante

La tabla anterior muestra que la señalización horizontal propuesta está centrada en mejorar la seguridad en las zonas escolares donde se ha propuesto la colocación de bandas alertadoras que hagan que los conductores reduzcan su velocidad. Por otro lado, se propone la colocación de Violetas reflectivas que mejoren la visibilidad nocturna para los conductores.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- La propuesta de señalización del presente documento para el tramo de 8.8 Km del empalme La Trinidad – empalme La Boquita se diseñó solucionando las deficiencias encontradas en los elementos que actúan sobre el tramo.
- El inventario vial permitió la identificación de las deficiencias en la señalización, donde pudo detectarse la poca presencia de señales a lo largo de los 8.8 kilómetros, lo cual tiene una alta relevancia para alertar a los conductores de las situaciones de peligros que podrían enfrentar en el recorrido del tramo.
- El estudio de tránsito mostró que el tránsito que circula en el tramo es en su mayoría vehículos livianos. Del estudio de velocidades se pudo apreciar la existencia de conductores que violentan la ley de tránsito excediendo los 100 kph, lo cual es indicio de una necesidad de señalización o de dispositivos de control que ayuden a reducir la velocidad de circulación de los vehículos, lo cual es clave para la reducción de la incidencia de accidentes.
- El análisis de accidentalidad reveló la incidencia de accidentes de diversos indoles, siendo las de mayor frecuencia las colisiones entre vehículos y colisiones con semovientes, lo cual es signo de urgencia de señalización que alerte a los conductores de la presencia de semovientes en la vía, además, se evidencia que el año con mayor índice de accidentes fue el año 2019 con 1.78 accidentes por millón de vehículos-kilómetros recorridos
- La propuesta de señalización presentada cumple con las exigencias expuestas en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, estableciendo soluciones concretas para mejorar la seguridad vial, implementando de sistemas de control de velocidad como

bandas alertadoras, señalización nueva de restricción de velocidad y de presencia de semovientes en la vial.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al contratista la Instalación de dispositivos de iluminación artificial en los tramos de carreteras ya que por las noches se hace difícil la circulación adecuada y segura de los conductores y transeúntes de la misma.
- Se recomienda al FOMAV realizar un análisis del estado de la calzada y su debido mantenimiento periódico rutinario, debido a que este tramo es un tramo con superficie asfáltica y su ciclo de mantenimiento debe darse entre 3 y 5 años según lo dispuesto en el Manuel de mantenimiento SIECA 2011.
- Se recomienda al FOMAV la instalación de elementos lumínicos ya que el tramo carece de los mismos, los cuales ayudarían a mejorar la seguridad de los usuarios.
- Se recomienda a la Policía Nacional hacer mayor presencia en los fines de semana, para poder velar por el cumplimiento de las leyes de tránsito.

Bibliografía

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2014, mayo). *Ley N°. 431 «Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito»*.
- Banco Mundial. (2012, junio). *Guía para el inventario de elementos para la conservación vial*. SOPTRAVI.
- Cal Y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones* (8 Ed.). Alfaomega.
- Cal Y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones* (9 ed). Alfaomega.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. (2008, marzo). *Diriamba en cifras*. INIDE.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI. (2020). *Anuario de Aforos de Tráfico 2019*. MTI.
- Quintero, J. (2011). Inventarios Viales y Categorización de la Red Vial en Estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 20, 65–77.
- Rayo, M., & Soza, H. (2017). Propuesta de solución al congestionamiento vial del municipio de San Rafael del Sur del km 45 al km 48 departamento de Managua. *Universidad Nacional de Ingeniería UNI*.
- Rumar, K. & Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI). (1987, octubre). *Components of Traffic Safety*. The National Academic of Sciences, Engineering and Medicine. <https://trid.trb.org/view/287401>
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. SIECA.

ANEXOS

Anexos

Tabla 17. Tipología vehicular

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

Fuente: Anuario aforo de tráfico 2020, pag. 28

Tabla 18. Aforo vehicular 0+000 día sábado

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús <15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
6:00-6:15	4	1	0	1	0	0	3	0	9
6:15-6:30	5	5	0	3	1	1	2	1	18
6:30-6:45	4	3	0	0	0	0	1	2	10
6:45-7:00	7	7	0	3	2	1	3	1	24
7:00-7:15	7	2	0	0	0	0	0	1	10
7:15-7:30	9	5	1	4	1	1	5	2	28
7:30-7:45	8	3	2	2	0	0	3	1	19
7:45-8:00	6	5	1	2	1	1	1	1	18
8:00-8:15	19	4	0	4	2	0	1	1	31
8:15-8:30	7	1	0	1	0	1	2	1	13
8:30-8:45	26	1	0	4	1	1	2	1	36
8:45-9:00	7	3	0	7	2	0	1	0	20
9:00-9:15	23	4	1	9	0	0	0	1	38
9:15-9:30	15	5	3	6	1	3	3	2	38
9:30-9:45	9	5	1	8	0	1	0	1	25
9:45-10:00	16	9	0	3	1	0	0	1	30

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús s<15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
10:00-10:15	13	4	0	10	2	2	0	1	32
10:15-10:30	25	14	0	18	1	2	2	3	65
10:30-10:45	17	13	1	7	1	1	2	1	43
10:45-11:00	24	18	0	3	1	1	1	0	48
11:00-11:15	7	5	0	8	2	0	3	0	25
11:15-11:30	11	6	1	5	2	0	4	0	29
11:30-11:45	10	7	0	1	1	1	2	0	22
11:45-12:00	11	1	0	3	2	1	1	1	20
12:00-12:15	5	6	0	9	1	1	0	0	22
12:15-12:30	5	4	0	5	3	0	3	0	20
12:30-12:45	6	3	0	1	0	1	2	0	13
12:45-1:00	9	3	1	7	4	1	1	0	26
1:00-1:15	4	8	0	4	1	0	1	1	19
1:15-1:30	10	8	0	5	1	0	3	0	27
1:30-1:45	6	4	0	6	0	2	1	1	20
7:45-2:00	14	3	0	3	1	0	1	2	24

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús<15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
2:00-2:15	8	5	0	5	4	0	1	2	25
2:15-2:30	17	3	3	6	2	2	1	0	34
2:30-2:45	10	3	3	6	0	0	2	0	24
2:45-3:00	13	2	5	6	8	1	4	0	39
3:00-3:15	7	5	0	1	2	1	2	1	19
3:15-3:30	9	9	0	4	0	1	0	0	23
3:30-3:45	11	6	1	6	2	0	2	1	29
3:45-4:00	11	5	2	5	1	0	2	0	26
4:00-4:15	17	7	1	8	1	1	0	0	35
4:15-4:30	9	9	2	1	0	0	2	0	23
4:30-4:45	8	3	1	0	2	1	4	0	19
4:45-5:00	12	6	0	2	1	1	2	0	24
5:00-5:15	6	10	1	5	1	0	4	0	27
5:15-5:30	14	7	0	5	0	1	0	0	27
5:30-5:45	8	9	0	5	0	0	1	0	23
5:45-6:00	9	11	1	6	2	1	4	0	34

Fuente: Elaborado por sustentante

Tabla 19. Aforo vehicular 0+000 día domingo

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús <15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
6:00-6:15	8	4	2	3	1	1	1	0	20
6:15-6:30	8	5	0	5	2	1	0	0	21
6:30-6:45	9	5	0	5	1	0	1	0	21
6:45-7:00	11	5	0	1	0	1	1	0	19
7:00-7:15	5	1	0	4	1	0	0	0	11
7:15-7:30	12	3	0	1	2	0	1	0	19
7:30-7:45	6	5	0	5	1	1	0	0	18
7:45-8:00	12	5	0	2	0	0	0	0	19
8:00-8:15	19	9	0	6	2	1	2	0	39
8:15-8:30	18	4	4	2	0	1	2	0	31
8:30-8:45	22	7	0	6	0	1	0	0	36
8:45-9:00	17	7	1	7	2	0	0	0	34
9:00-9:15	16	0	0	5	1	1	0	0	23
9:15-9:30	29	14	0	4	1	1	0	0	49
9:30-9:45	12	5	1	7	2	0	2	0	29
9:45-10:00	9	4	0	9	0	0	1	0	23

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús s<15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
10:00-10:15	20	14	0	5	2	1	2	0	44
10:15-10:30	10	13	0	1	0	1	1	1	27
10:30-10:45	14	1	0	2	3	1	2	0	23
10:45-11:00	10	5	0	7	2	0	0	0	24
11:00-11:15	17	11	0	3	0	2	0	0	33
11:15-11:30	8	6	1	1	1	0	0	0	17
11:30-11:45	8	6	0	9	1	0	0	0	24
11:45-12:00	9	7	0	5	1	1	3	0	26
12:00-12:15	14	14	0	13	2	2	4	0	49
12:15-12:30	10	2	0	10	1	0	1	0	24
12:30-12:45	15	10	1	8	0	1	0	1	36
12:45-1:00	17	13	3	5	1	1	0	1	41
1:00-1:15	11	12	0	8	2	0	0	0	33
1:15-1:30	8	9	0	14	1	0	1	0	33
1:30-1:45	11	12	0	8	0	1	0	0	32
7:45-2:00	18	5	1	6	1	0	0	0	31

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús<15pasajeros	grande	camión ligero	C2>4 ton	
2:00-2:15	16	13	3	12	1	1	1	0	47
2:15-2:30	9	7	3	3	0	0	2	0	24
2:30-2:45	12	9	0	7	1	1	1	0	31
2:45-3:00	23	13	0	8	2	0	2	0	48
3:00-3:15	10	3	0	13	1	0	0	0	27
3:15-3:30	5	15	0	15	0	1	1	0	37
3:30-3:45	11	13	0	9	2	0	0	0	35
3:45-4:00	8	9	0	8	0	1	0	0	26
4:00-4:15	14	5	0	11	1	0	2	0	33
4:15-4:30	8	6	0	8	1	1	0	0	24
4:30-4:45	5	10	0	13	1	0	1	0	30
4:45-5:00	12	10	0	11	2	1	1	0	37
5:00-5:15	7	10	0	11	1	1	1	0	31
5:15-5:30	8	14	0	9	1	0	0	0	32
5:30-5:45	10	9	0	10	1	1	0	0	31
5:45-6:00	10	12	0	7	0	1	1	0	31

Fuente: Elaborado por sustentante

Tabla 20. Aforo vehicular 8+000 día sábado

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús <15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
6:00-6:15	4	1	0	1	0	0	3	0	9
6:15-6:30	4	3	0	3	1	1	2	1	15
6:30-6:45	3	5	0	0	0	0	1	2	11
6:45-7:00	10	5	0	3	2	1	3	1	25
7:00-7:15	10	4	0	1	0	0	0	0	15
7:15-7:30	8	3	1	4	0	1	6	1	24
7:30-7:45	7	6	3	2	1	1	3	1	24
7:45-8:00	11	4	1	2	1	0	1	1	21
8:00-8:15	11	5	0	5	0	1	1	3	26
8:15-8:30	14	3	0	0	0	0	5	0	22
8:30-8:45	15	3	0	6	2	2	1	0	29
8:45-9:00	13	2	0	3	1	0	0	1	20
9:00-9:15	27	3	1	14	0	2	0	0	47
9:15-9:30	14	3	3	7	1	0	1	0	29
9:30-9:45	10	3	1	3	2	0	1	2	22
9:45-10:00	8	6	0	5	0	0	1	0	20

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús s<15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
10:00-10:15	8	6	1	10	1	2	1	0	29
10:15-10:30	7	3	0	7	3	2	1	2	25
10:30-10:45	11	5	1	8	0	0	0	2	27
10:45-11:00	19	2	0	6	0	1	1	0	29
11:00-11:15	9	5	0	6	2	1	3	1	27
11:15-11:30	5	8	3	2	1	0	0	1	20
11:30-11:45	11	4	1	3	0	0	0	0	19
11:45-12:00	6	10	1	3	1	1	2	1	25
12:00-12:15	7	6	1	7	1	1	0	0	23
12:15-12:30	5	2	0	6	1	0	0	0	14
12:30-12:45	10	3	1	6	2	1	7	0	30
12:45-1:00	7	3	0	7	2	1	1	2	23
1:00-1:15	7	4	1	5	2	0	1	1	21
1:15-1:30	2	10	0	6	4	1	2	0	25
1:30-1:45	13	6	2	6	1	0	1	0	29
7:45-2:00	9	7	1	6	1	1	1	0	26

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/su v	pick- up	microb ús<15p ax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
2:00-2:15	15	7	1	5	3	2	3	4	40
2:15-2:30	10	5	3	8	0	0	0	1	27
2:30-2:45	10	6	4	6	4	1	2	2	35
2:45-3:00	6	7	1	8	1	1	2	1	27
3:00-3:15	14	7	3	4	3	0	2	0	33
3:15-3:30	14	7	5	1	1	1	4	0	33
3:30-3:45	5	14	6	4	4	1	2	1	37
3:45-4:00	24	5	1	8	1	0	2	1	42
4:00-4:15	16	9	3	6	1	1	0	0	36
4:15-4:30	13	9	1	3	0	0	2	2	30
4:30-4:45	11	8	2	2	2	1	5	1	32
4:45-5:00	8	8	1	4	1	1	2	0	25
5:00-5:15	7	6	0	6	0	0	1	1	21
5:15-5:30	15	12	1	6	1	1	8	1	45
5:30-5:45	14	12	0	6	0	0	2	0	34
5:45-6:00	8	9	1	7	2	1	4	1	33

Fuente: Elaborado por sustentante

Tabla 21. Aforo vehicular 8+000 día domingo

Hora	Vehículos de pasajeros							Vehículos de carga	TOTAL
	vehículos livianos				autobuses			camiones	
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús <15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
6:00-6:15	6	4	2	1	1	1	1	0	6
6:15-6:30	10	4	0	2	2	1	0	0	10
6:30-6:45	8	1	0	3	1	0	1	0	8
6:45-7:00	10	5	0	5	0	1	1	0	10
7:00-7:15	11	5	0	7	1	0	0	0	11
7:15-7:30	6	4	0	3	2	0	1	0	6
7:30-7:45	12	3	0	3	1	1	0	0	12
7:45-8:00	11	3	0	7	0	0	0	0	11
8:00-8:15	16	6	0	10	3	2	4	0	16
8:15-8:30	21	3	0	6	2	1	3	0	21
8:30-8:45	21	8	2	4	1	1	1	0	21
8:45-9:00	17	3	0	5	0	0	0	0	17
9:00-9:15	14	6	0	4	1	1	2	0	14
9:15-9:30	11	8	0	7	1	0	0	0	11
9:30-9:45	18	6	1	6	1	1	1	0	18
9:45-10:00	10	10	0	7	1	0	4	0	10

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/suv	pick-up	microbús <15pax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
10:00-10:15	16	10	0	9	0	1	1	0	37
10:15-10:30	16	9	1	6	2	2	1	0	37
10:30-10:45	10	6	0	3	0	0	0	0	19
10:45-11:00	2	6	0	10	1	1	0	0	20
11:00-11:15	12	5	1	8	2	0	2	0	30
11:15-11:30	7	6	0	2	3	1	0	0	19
11:30-11:45	7	6	1	8	1	0	0	1	24
11:45-12:00	12	8	0	8	0	0	0	0	28
12:00-12:15	13	10	0	15	2	3	1	1	45
12:15-12:30	12	2	0	14	2	0	1	0	31
12:30-12:45	6	10	1	7	0	1	0	0	25
12:45-1:00	17	12	0	9	1	1	0	0	40
1:00-1:15	8	21	0	11	1	2	1	0	44
1:15-1:30	2	8	0	11	1	2	0	0	24
1:30-1:45	10	15	2	9	1	1	1	0	39
7:45-2:00	10	7	0	5	0	0	0	0	22

Hora	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga		TOTAL
	vehículos livianos	autobuses	camiones						
	motos	autos	jeep/su v	pick- up	microb ús<15p ax	grande	camión ligero	C2>4 ton	
2:00-2:15	9	11	2	9	1	0	1	0	33
2:15-2:30	8	8	0	9	0	2	0	0	27
2:30-2:45	5	11	1	5	2	0	1	0	25
2:45-3:00	15	13	0	8	3	0	2	0	41
3:00-3:15	16	10	0	15	2	0	2	1	46
3:15-3:30	11	12	0	11	1	2	0	0	37
3:30-3:45	13	12	0	7	2	0	0	0	34
3:45-4:00	14	11	1	12	3	1	2	1	45
4:00-4:15	12	5	0	11	1	0	2	0	31
4:15-4:30	9	8	0	8	1	0	1	0	27
4:30-4:45	6	9	0	12	1	1	0	0	29
4:45-5:00	12	11	0	8	1	0	0	0	32
5:00-5:15	7	11	0	6	1	1	0	0	26
5:15-5:30	9	14	0	8	1	1	0	0	33
5:30-5:45	11	10	0	9	1	0	0	0	31
5:45-6:00	15	14	0	8	1	1	0	0	39

Fuente: Elaborado por sustentante

PROPUESTA DE SEÑALIZACION