



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL
MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**

Lourdes María Montes Ajú

Asesorado por el Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO
URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LOURDES MARÍA MONTES AJÚ

ASESORADO POR EL ING. DENNIS SALVADOR ARGUETA MAYORGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López
EXAMINADOR	Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva
EXAMINADORA	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Joi
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 17 de noviembre de 2015.



Lourdes María Montes Ajú

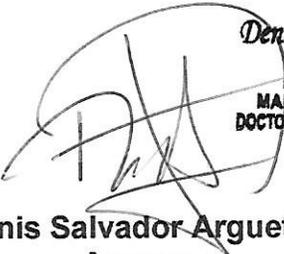
Guatemala 20 de mayo de 2019

Ingeniero
Mario Estuardo Arriola Ávila
Jefe del Departamento de Topografía y Transportes
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Arriola:

Por medio de la presente me permito informar que, en mi calidad de asesor nombrado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, he procedido a la revisión final del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por la estudiante universitaria Lourdes María Montes Ajú, Carné No. 2005-15969, determinando que el mismo cumple con los requisitos establecidos, por lo que de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final.

Atentamente,


Dennis Salvador Argueta Mayorga
INGENIERO CIVIL
MAESTRO EN INGENIERIA VIAL
MAESTRO EN INGENIERIA SANITARIA
DOCTOR EN CAMBIO CLIMÁTICO Y SOSTENIBILIDAD
COLEGIADO 8297

Dr. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
Asesor
No. de Colegiado: 8297



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 18 de septiembre de 2019

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación “ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ” desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Lourdes María Montes Ajú, con CUI 2632 26484 1014 y registro académico No.200515969, quien contó con la asesoría del Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para la Facultad de Ingeniería y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Avila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN





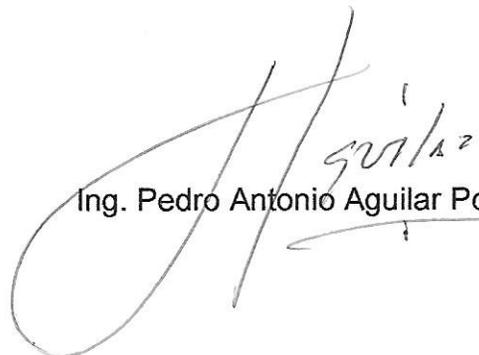
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga y Coordinador del Departamento de Topografía y Transportes Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila al trabajo de graduación de la estudiante Lourdes María Montes Ajú **ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, noviembre 2019

/mrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

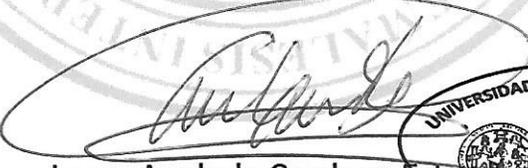




DTG. 511.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA Y SEÑALIZACIÓN VIAL DEL CENTRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria: **Lourdes María Montes Ajú**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y permitirme alcanzar una meta más en la vida.
- Mis padres** Por su esfuerzo, amor y brindarme su apoyo incondicional siempre.
- Mi esposo** Por su amor y apoyo en cumplir esta meta.
- Mi hijo** Andrés Emiliano Martínez Montes, por ser mi inspiración para ser mejor persona día a día y darme todo ese amor incondicional.
- Mi hermano** Por ser un ejemplo para mí y apoyarme en todos los momentos importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Mis papás, mi hermano
y mi esposo**

Porque con su apoyo y ayuda logré terminar este trabajo de graduación.

Mi asesor

Dr. Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga, por su apoyo y dedicación para realizar este trabajo de graduación.

Mis amigos

Por los buenos momentos compartidos y su apoyo.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi centro de estudios en estos años.

Facultad de Ingeniería

Por la formación académica adquirida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MONOGRAFÍA DE PATULUL SUCHITEPÉQUEZ	1
1.1. Aspectos generales	1
1.2. Ubicación y límites del municipio	3
1.3. Extensión territorial	3
1.4. Demografía	3
1.5. Vías de comunicación y transporte con pueblos vecinos	4
1.6. Servicios públicos	5
1.7. Centro urbano.....	6
2. SEÑALIZACIÓN VÍAL	9
2.1. Generalidades	9
2.2. Clasificación de las señales de tránsito	10
2.2.1. Señales verticales.....	10
2.2.1.1. Ubicación	11
2.2.1.2. Altura	12
2.2.1.3. Ubicación lateral	12
2.2.1.4. Orientación	14
2.2.1.5. Clasificación.....	14

	2.2.1.5.1.	Señales reglamentarias	15
	2.2.1.5.2.	Señales preventivas	18
	2.2.1.5.3.	Señales informativas	20
2.2.2.	Señales horizontales		21
	2.2.2.1.	Dimensiones.....	23
	2.2.2.2.	Ubicación.....	23
	2.2.2.3.	Clasificación	24
	2.2.2.3.1.	Líneas longitudinales	24
	2.2.2.3.2.	Líneas transversales	30
	2.2.2.3.3.	Demarcaciones de símbolos y leyendas.....	34
2.2.3.	Semáforos		36
3.	ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA.....		47
3.1.	Centros de concentración peatonal.....		49
3.2.	Aforos vehiculares.....		67
3.3.	Centros de concentración vehicular		69
3.4.	Niveles de servicio		72
	3.4.1.	Nivel de servicio para la entrada del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el martes 05 de febrero de 2019	75
	3.4.2.	Nivel de servicio para la entrada del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el sábado 09 de febrero de 2019	82
	3.4.3.	Nivel de servicio para la salida del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el martes 12 de febrero de 2019	85

3.4.4.	Nivel de servicio para la salida del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el sábado 16 de febrero de 2019	89
4.	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL.....	95
	CONCLUSIONES	149
	RECOMENDACIONES.....	151
	BIBLIOGRAFÍA.....	153
	PÉNDICE	155
	ANEXOS.....	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distancia de visibilidad.....	11
2.	Altura y ubicación lateral de las señales	13
3.	Orientación de las señales	14
4.	Señales reglamentarias.....	17
5.	Señales verticales preventivas.....	19
6.	Señales informativas	21
7.	Dimensiones captaluces	29
8.	Demarcación de pasos peatonales	31
9.	Demarcación de zona para estacionar.....	32
10.	Detalle de espaciadores.....	36
11.	Calles y avenidas del casco urbano de Patulul, Suchitepéquez	48
12.	Ubicación de centros de concentración peatonal.....	50
13.	Ubicación del colegio privado San Andrés	51
14.	Ubicación de la terminal de buses y vista sobre la primera avenida	52
15.	Ubicación del cementerio general	53
16.	Ubicación del mercado municipal y visualización de calles que impiden una movilidad urbana	55
17.	Ubicación el colegio Jesús de Nazareth.....	56
18.	Ubicación municipalidad de Patulul.....	57
19.	Ubicación del parque central y estado de movilidad peatonal en su alrededor	59
20.	Ubicación del centro comercial y vista de la quinta calle completamente obstaculizada por mercado.....	60

21.	Ubicación del centro de salud	61
22.	Ubicación de la escuela Rafael Arellano Cajas	62
23.	Ubicación del instituto básico Eduardo Torres	63
24.	Ubicación de la iglesia católica Santa María Magdalena	64
25.	Ubicación de la escuela para niñas Joaquina Ortíz Ortíz	65
26.	Ubicación del colegio mixto Nuevo Amanecer	66
27.	Ejemplo de los 6 niveles de servicio	74
28.	1ª avenida y 1ª calle entrada del pueblo vista hacia el sur	96
29.	1ª calle salida hacia Cocales esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente	97
30.	1ª calle entrada del pueblo esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente	97
31.	1ª avenida y 2ª calle, esquina (frente al colegio San Andrés)	98
32.	2ª calle (calle del colegio San Andrés) esquina con 1ª avenida vista hacia occidente	98
33.	1ª avenida y 2ª calle entrada al colegio San Andrés (Izquierda) vista hacia el norte	99
34.	1ª avenida esquina con 3ª calle vista hacia el norte	99
35.	1ª avenida esquina con 3ª calle vista hacia el sur	100
36.	3ª calle esquina con 1ª avenida, vista hacia el occidente	100
37.	1ª avenida esquina con calle del cementerio vista hacia el norte	101
38.	1ª avenida, esquina con calle del cementerio vista hacia el sur	101
39.	4ª calle (calle del cementerio) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente	102
40.	4ª calle (calle del cementerio) esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente	102
41.	1ª avenida esquina con 5ª calle vista hacia el norte	103
42.	5ª calle (calle del mercado) cerrada por ventas vista hacia el oriente	103

43.	1ª avenida hacia el sur esquina con 5ª calle (calle de la terminal)	104
44.	1ª avenida esquina con calle del Juzgado vista hacia el sur	104
45.	6ª calle (calle del Juzgado) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente	105
46.	1ª avenida esquina con calle del Juzgado vista hacia el norte	105
47.	1ª avenida esquina con calle del rastro vista hacia el norte	106
48.	7ª calle (calle del rastro) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente	106
49.	7ª calle (calle del rastro) esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente	107
50.	1ª avenida esquina con 7ª calle (calle del rastro) vista hacia el norte	107
51.	1ª avenida norte esquina con 8ª calle	108
52.	1ª avenida y 8ª calle, esquina fábrica de hielo	108
53.	8ª calle, entre 1ª y 2ª avenida	109
54.	2ª avenida final vista hacia el sur	109
55.	1ª calle vista hacia el occidente (vía hacia salida a Cocales)	110
56.	1ª calle entrada del pueblo, esquina con 2ª avenida final	110
57.	2ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el sur	111
58.	2ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente	111
59.	2ª calle con 2ª avenida, vista hacia el occidente	112
60.	2ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el norte (Barrio las Flores)	112
61.	2ª avenida con 3ª calle, vista hacia el sur	113
62.	3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente	113
63.	3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente	114
64.	2ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el norte	114
65.	2ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el sur	115

66.	4ª calle (calle del cementerio) esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente	115
67.	4ª calle (calle del cementerio) esquina con 2. avenida, vista hacia el oriente.....	116
68.	2ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el norte	116
69.	2ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el sur	117
70.	2ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte	117
71.	2ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el sur	118
72.	6ª calle (calle del Juzgado) esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente.....	118
73.	6ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente	119
74.	2ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el norte	119
75.	2ª avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el sur	120
76.	7ª calle esquina con 2ª. avenida, vista hacia el oriente	120
77.	7ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente	121
78.	2ª avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el norte	121
79.	Intersección entre 2ª y 3ª avenida (frente a monumento a la madre), vista hacia el sur	122
80.	Intersección entre 2ª y 3ª avenidas (frente a monumento a la madre), vista hacia el norte.....	122
81.	2ª avenida esquina con 8ª calle, vista hacia el norte (salida del casco urbano)	123
82.	2ª avenida esquina con 8ª calle, vista hacia el sur (salida del casco urbano)	123
83.	8ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente (salida del casco urbano)	124
84.	8ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente (salida del casco urbano)	124
85.	3ª avenida sur esquina con 1ª calle, vista hacia el norte	125

86.	1ª calle (la calzadita) esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente..	125
87.	1ª calle entrada a barrio joaquina vista hacia el occidente	126
88.	3ª avenida esquina con 1ª calle, vista hacia el sur	126
89.	3ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el norte.....	127
90.	2ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente	127
91.	2a calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente.....	128
92.	3ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el sur.....	128
93.	3ª avenida frente a colegio Jesús de Nazareth, entre 2ª y 3ª calle	129
94.	3ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el norte.....	129
95.	3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente	130
96.	3ª calle vista esquina con 3ª avenida, hacia el oriente (calle del barrio San Pedrito)	130
97.	3ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el sur.....	131
98.	3ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el sur.....	132
99.	4ª calle esquina con 3ª avenida (a un costado de la municipalidad), vista hacia el oriente.....	132
100.	4ª calle prolongación esquina con 3ª avenida (frente a la municipalidad y parque central) vista hacia el occidente.....	133
101.	3ª avenida vista hacia el sur esquina con 4a calle prolongación (frente a parque central).....	133
102.	3ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte.....	134
103.	5ª calle (calle del mercado cerrada por ventas) esquina con 3ª. avenida, vista hacia el Occidente	134
104.	3ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte.....	135
105.	3ª avenida esquina con 6ª. calle, vista hacia el norte.....	135
106.	6ª calle (calle de la Sharp) esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente	136
107.	6ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente	136
108.	3ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el sur.....	137

109.	3ª avenida, esquina con 7ª calle, vista hacia el norte	137
110.	7ª calle esquina con 3ª avenida (a un costado de la Iglesia Evangélica Centroamericana), vista hacia el occidente.....	138
111.	7ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente	138
112.	3a avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el sur.....	139
113.	3ª avenida (frente a escuela Rafael Arellano Cajas), entre 7a calle y monumento a La Madre.....	139
114.	4ª calle (frente a la municipalidad y el parque central), esquina con 4ª avenida, vista hacia el oriente	140
115.	4ª calle esquina con 4ª avenida, vista hacia el occidente (esquina de la municipalidad y escuela de niñas)	140
116.	4ª avenida (tope en la municipalidad y frente al parque central), esquina con 4ª calle, vista hacia el sur	141
117.	4ª avenida esquina con 5 calle (frente a parque central e iglesia católica), vista hacia el norte.....	142
118.	5ª calle (frente a iglesia católica y parque central), esquina con 4ª avenida, vista hacia el occidente	142
119.	5ª calle esquina con 4ª avenida (prolongación), vista hacia el oriente.....	143
120.	5ª calle esquina con 4ª avenida prolongación, vista hacia el oriente ..	143
121.	5ª calle esquina con 4ª avenida prolongación, vista hacia el occidente	144
122.	4ª avenida prolongación esquina con 5ª calle, vista hacia el sur	144
123.	4ª avenida prolongación esquina, frente a Instituto básico Eduardo Torres	145
124.	4ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el norte	145
125.	6ª calle (calle de La Sharp) esquina con 4ª avenida, vista a occidente	146
126.	6ª calle (calle de La Sharp) esquina con 4ª avenida, vista a oriente...	146

127.	4ª avenida esquina con 6ª calle, vista al sur	147
128.	4ª avenida esquina con 7ª calle final, vista a norte	147
129.	7ª calle esquina con 4ª avenida, vista a oriente	148
130.	4ª avenida esquina con 7ª calle, vista al sur	148

TABLAS

I.	Línea central segmentada.....	26
II.	Línea de carril segmentada.....	28
III.	Conteo manual y clasificación de vehículos, entrada al municipio	70
IV.	Conteo manual y clasificación de vehículos, salida del casco urbano del municipio	71
V.	Cuadro 2,5, nivel de servicio (V/C) para carretera de dos carriles	76
VI.	Nivel de servicio para la entrada del municipio	77
VII.	Cuadro 2,6, de factores de ajuste por distribución direccional del tránsito de carreteras de dos carriles	77
VIII.	Cuadro 2,8, factor de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles	78
IX.	Nivel de servicio / factor de carril y hombros.....	78
X.	Cuadro 2,9, automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, carreteras de dos carriles.....	79
XI.	Escenarios futuros del TPD para la salida y entrada del casco urbano del municipio (con base en los días entre semana)	92
XII.	Escenarios futuros del TPD para la salida y entrada del casco urbano del municipio (con base en los días fin de semana).....	93

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
km	Kilometro
m	Metro
PGV	Polos generadores de viajes

GLOSARIO

Acera	Parte lateral de la calle u otra vía pública, pavimentada y ligeramente más elevada que la calzada, destinada al paso de peatones.
Aforo vehicular	Es el conteo de vehículos.
Calzada	Se denomina calzada a la parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos.
Carril	Es la franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.
Demarcación	Es un concepto que determina y señaliza los límites de algo, en este caso, de un terreno o área específica.
Pavimento	Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.
Peatón	Persona que va a pie por una vía pública.

RESUMEN

Este estudio se inicia con una breve descripción histórica del municipio para tener como referencia la necesidad de un diseño de señalización y mejoramiento de sus espacios en el centro urbano, debido al crecimiento poblacional y vehicular con el transcurrir del tiempo.

Luego, se detallan conceptos de la investigación, es decir, el marco teórico sobre conceptos de señalización y adaptación de la movilidad urbana para su aplicación en el municipio. Se analizan las actividades urbanas y su vinculación con el sistema de movilidad. En tal sentido, se desarrollarán conceptos propios de las ciencias involucradas en el desarrollo urbano y del transporte, y se diferencian conceptos para desarrollar metódica y claramente cada una de las variables que involucran las actividades urbanas.

Con esta información conceptual y por medio del estudio de movilidad, se identifican los polos de conglomeración peatonal y vehicular en las delimitaciones del centro urbano del municipio. Se elaboran aforos vehiculares en dichos puntos de mayor movilidad vehicular en el municipio para proceder a realizar un análisis de los niveles de servicio.

Por último, se procede a realizar el diseño de señalización vial, representado en imágenes y planos, utilizando en los mismos, las señales adecuadas y atingentes que el estudio de movilidad urbana así lo indica.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de movilidad urbana que permita diseñar la señalización vial de los espacios abiertos en el centro urbano del municipio de Patulul, Suchitepéquez.

Específicos

1. Desarrollar la monografía del municipio de Patulul, Suchitepéquez, en la cual se resalten elementos que hacen un polo de desarrollo y, por ende, un polo de tránsito peatonal y vehicular; identificar, a la vez, el área donde se establece el centro urbano del municipio.
2. Identificar los conceptos principales de la señalización vial contenidos en los marcos regulatorios nacionales y centroamericanos.
3. Desarrollar el estudio de movilidad urbana, con la identificación de los polos de movilidad peatonal y vehicular, utilizando los aforos para realizar el análisis de los niveles de servicios; así mismo, establecer las áreas que estarán sujetas para el diseño de señalización vial.
4. Diseñar la señalización vial proponiendo, para este efecto, un plano general y las imágenes específicas de cada punto establecido en el diseño.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Patulul pertenece al departamento de Suchitepéquez, ubicado en la costa sur del país, con características geográficas que lo sitúan como enlace entre los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez por medio de la ruta CA-2 Occidente; y entre los departamentos de Escuintla y Sololá, y Escuintla y Chimaltenango, a través de la ruta RN-11. Se construye a partir de esta ubicación geográfica en un importante polo generador de tránsito vehicular.

Como fundamento teórico se describen los conceptos de la señalización vial establecidos en los marcos regulatorios centroamericanos y nacionales, sus características y símbolos que se utilizan en las carreteras para la prevención de accidentes y ordenamiento vial.

Seguidamente se desarrolla el estudio de movilidad urbana; en esta investigación dicho estudio es el análisis de los desplazamientos peatonales y vehiculares que permiten identificar los polos de tránsito peatonal y vehicular. Se realizan aforos vehiculares para efectuar un análisis de los niveles de servicios.

Por último, se propone el diseño de señalización vial, para el centro urbano del municipio objeto de esta investigación; en dicho diseño se realizó un análisis sobre la señalización vial horizontal y vertical para identificar polos de conglomeración peatonal y puntos de señalización. Se produce para tal efecto un plano general y 103 propuestas figurativas en puntos específicos de necesidad de señalización.

1. MONOGRAFÍA DE PATULUL SUCHITEPÉQUEZ

1.1. Aspectos generales

La formación del pueblo data de la época precolombina. Es posible que su formación como aldea o tribu, tenga principio en el siglo XI, por familias o tribus errantes provenientes de los mayas que habitaron en las orillas del lago de Atitlán, de la rama tzutuhil y que optaron por mantenerse en las márgenes del río Madre Vieja. Antes de la llegada de los españoles al continente americano; en esa época los quichés tuvieron que enfrentar una guerra entre la alianza formada por los pipiles y los tzutujiles.

Por tradiciones orales y escasos datos encontrados, se sabe que este poblado fue atacado por una plaga de murciélagos y la gente tuvo que emigrar hacia el sur y se ubicaron en el poblado conocido como Santa María Magdalena que es el actual Patulul. A partir de entonces, al poblado se le empezó a llamar Santa María Magdalena de Patulul, pero con el paso del tiempo se le quitó el término Santa María Magdalena y quedó solo el nombre de Patulul.

Oficialmente, fue fundado el 27 de agosto de 1836; formó parte del circuito de Atitlán, Sololá. Después de un tiempo, el municipio de Patulul se convirtió en municipio oficial del departamento de Sololá el 12 de agosto de 1872. Fue desmembrado del departamento de Sololá el 14 de mayo de 1934 para formar parte del departamento Suchitepéquez.¹

Patulul, en el año 1901, era un pueblo formado por dos calles largas de norte a sur, de más de quinientos metros cada una, cruzadas por otras cinco calles más cortas en dirección oriente a poniente.

A esas dos calles largas, durante prácticamente los cien años del siglo XX, se les conoció como la calle de arriba y la calle de abajo. El pueblo estaba formado por una treintena de casas de adobe y calicanto, techadas con tejado

¹ Iglesia Parroquial Santa María Magdalena Patulul. [https://m.facebook.com/profile.php?id=387053331431899&_ft=top_level_post_id.1161086803980581%3Atl_objid.1161086803980581%3Athid.523128117776456%3A306061129499414%3A2%3A0%3A1493621999%3A6137262849339644626&_rdc=1&_rdr&refsrc=http%3A%2F%2Fwww.google.com%2F]. Consulta: 3 de mayo de 2018.

de barro o de zinc y más o menos un centenar de casas sencillas de madera o de rajas con techo de paja (descripción escrita por el periodista don Rufino Guerra Cortave en la revista *Tópicos* del 10 de noviembre de 1936). En la misma revista, el escritor Federico Hernández de León hace mención que, desde principios del siglo XVI, Patulul ya era pueblo: “de manera que sobre él pesan por lo menos unos 500 años”. En el reportaje de don Rufino Guerra Cortave, se hace mención que “el ferrocarril estaba concluido en su parte Guatemala, Patulul, que los caminos carreteros se habían mejorado bastante, abriéndose caminos para los pueblos altos por San Lucas Tolimán, para Santa Bárbara, camino a Mazatenango y para Santa Lucía Cotzumalguapa que conducía a Escuintla y a la capital”.²

A finales del siglo XX, Patulul ya no era un pueblo formado por dos calles largas de más de quinientos metros, de norte a sur y cinco calles más cortas de oriente a poniente, como lo era en el año 1901. Durante todo ese siglo, Patulul evolucionó y al año 1999, ya era un pueblo que se alargaba de sur a norte desde el barrio Los Tarros, hasta el puente sobre el río Madre Vieja saliendo para el altiplano, con cinco kilómetros de longitud; con 5 avenidas y 8 calles.³

Para el año 2000, el área urbana estaba formada por los siguientes barrios: Barrio Los Tarros, Cantón La Paz, Colonia El Esfuerzo, Colonia El Porvenir, Barrio Joaquina, Barrio El Calvario, Barrio Los Pocitos, Barrio La Esperanza 1 y la Esperanza 2, Barrio Las Flores, Barrio El Centro, Barrio San Pedrito, Barrio San Antonio, Barrio Buena Vista 1 y Buena Vista 2, Barrio Pueblo Nuevo, Barrio Las Conchitas, Barrio Llano Verde, Barrio La Pilona, Colonia Primero de Septiembre, Barrio El Rastro, Barrio El Triunfo, Barrio San Felipe, Barrio El Carmen, Colonia Santa Luisa, Sector Madre Vieja, Barrio La Fuente, Comunidad Las Marías.

Otras comunidades urbanas han ido apareciendo en las primeras dos décadas del siglo XXI; especialmente en la prolongación del barrio Joaquina, en la ruta hacia el basurero municipal.⁴

A partir de todo lo anterior, Patulul desarrolló una infraestructura importantísima que sentó las bases de su desarrollo actual.

² MONTES MOLINA, Mauro Inicio. *Patulul, historia, geografía y desarrollo*. p. 60.

³ *Ibíd.*

⁴ *Ibíd.*

1.2. Ubicación y límites del municipio

Se encuentra a una distancia de 54 kilómetros de Mazatenango, cabecera departamental de Suchitepéquez.

Al norte se encuentran los municipios de San Lucas Tolimán del departamento de Sololá y San Miguel Pochuta del departamento de Chimaltenango.

Al este, San Miguel Pochuta y San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla.

Al oeste, San Juan Bautista y Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez y Nueva Concepción del departamento de Escuintla. Al sur, Santa Lucía Cotzumalguapa y Nueva Concepción del departamento de Escuintla.

1.3. Extensión territorial

El municipio de Patulul, tiene una extensión territorial de 332 km cuadrados, que lo convierte en uno de los municipios más grandes del departamento de Suchitepéquez.

1.4. Demografía

Tiene una población aproximada de 40 mil a 45 mil habitantes, según la proyección del Instituto Nacional de Estadística, INE, para el año 2015, con una densidad de 118 personas por kilómetro cuadrado. Las principales etnias del municipio son: ladina, kakchiquel y quiché.

1.5. Vías de comunicación y transporte con pueblos vecinos

Patulul tiene la particularidad de ser una vía turística. Por aquí pasa el turismo al lago de Atitlán y sus alrededores. A 5 kilómetros de dicho municipio, se conecta con la carretera del Pacífico CA-2 Sur en el lugar conocido como Cocales.

El centro urbano se encuentra a una distancia de 118 kilómetros de la ciudad y a 54 kilómetros de Mazatenango, cabecera departamental.

Con los pueblos vecinos más cercanos, tiene un sistema de vías de comunicación muy fluidas. Hacia San Juan Bautista, Suchitepéquez, hay dos vías de acceso aproximadamente a 9 kilómetros de recorrido: por Cocales desde la Carretera del Pacífico CA-2 Sur o por el barrio El Triunfo desde el puente río Madre Vieja.

Los medios de transportes utilizados son microbuses y mototaxis, con salidas constantes desde la terminal. Hacia Santa Bárbara, Suchitepéquez a una distancia de 15 kilómetros por carretera del Pacífico. Con los mismos medios de transportes. A una distancia de 19 kilómetros se encuentra el municipio San Miguel Pochuta, Chimaltenango; sus medios de transporte son buses extraurbanos, microbuses y picops.

Hacia San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán, se realiza el movimiento de transporte colectivo y de mercadería más grande, buses extraurbanos que se conducen de la ciudad capital, Mazatenango y Quetzaltenango; así mismos, microbuses y picops.

Esta situación, lo constituye en un pueblo de mucho movimiento automovilístico.

1.6. Servicios públicos

En el pasar de los años se ha constituido en el centro de influencia y confluencia de otros cuatro municipios: San Juan Bautista y Santa Bárbara del departamento de Suchitepéquez; San Miguel Pochuta del departamento de Chimaltenango y San Lucas Tolimán del departamento de Sololá.

En el sector educación, desde los años ochenta, estuvo organizado el Sector Educativo 06-10-06 conformado por los municipios de Patulul, San Juan Bautista, Santa Bárbara y San Miguel Pochuta; con sede en Patulul, en donde estaba la oficina del Coordinador de Educación. Más adelante, se creó la Supervisión Educativa No. 96-48 con sede en Patulul, que empezó a funcionar a partir de 1992 teniendo bajo su jurisdicción a los mismos cuatro municipios. A principios del año dos mil, San Miguel Pochuta se había separado del grupo porque ya contaba con su propia organización de administración educativa. Los otros 3 municipios continúan al año 2015 en la misma organización de administración educativa.

En el sector salud desde años muy atrás, hasta los primeros años de los dos mil, el Centro de Salud, coordinó la actividad de los puestos de salud de San Juan Bautista y Santa Bárbara. Con el paso de los años, estos municipios han ido aumentando la demanda en servicios de salud y esto ha generado la ampliación de sus puestos de salud para convertirse en centros de salud, dándose un proceso de independizarse de Patulul.

En el sector seguridad de la misma manera, la subestación de la Policía Nacional Civil tuvo durante muchos años jurisdicción sobre los municipios de San Juan Bautista, Santa Bárbara y San Miguel Pochuta. Al año 2015, cada uno de estos municipios tiene su propia subestación de policía.

En el sector justicia, el Juzgado Comarcal, desde su creación en enero de 1988, tuvo bajo su jurisdicción a los cuatro municipios antes mencionados. Actualmente, cada uno de estos municipios cuenta con su propio juzgado de paz.

Por su misma ubicación geográfica, Patulul se ha convertido en un gran centro de movimiento comercial y bancario. Aquí confluyen personas provenientes de Santa Bárbara y San Juan Bautista, Suchitepéquez; San Lucas Tolimán, Sololá; de San Miguel Pochuta, Chimaltenango, incluso de algunas comunidades de Nueva Concepción, Santa Lucía Cotzumalguapa y Río Bravo, para realizar sus actividades comerciales, la compra y venta de artículos de primera necesidad, ropa, calzado, etcétera, lo cual, constituye al mercado municipal como el más grande de toda la región. También, en el movimiento financiero están instaladas seis agencias de diferentes instituciones bancarias y una agencia de cooperativa de ahorro y crédito.

A este movimiento comercial y bancario, contribuye en mucho aparte de su ubicación geográfica, el sistema de medios de transporte y de carreteras

asfaltadas con que cuentan los otros municipios y lo ha convertido en un municipio en vías de desarrollo.⁵

1.7. Centro urbano

El centro urbano del municipio de Patulul, Suchitepéquez está constituido por 4 avenidas y 8 calles. La descripción de las avenidas es de sur a norte, distribuidas de la siguiente manera:

- Primera avenida: que se extiende desde la entrada del pueblo en la gasolinera Texaco, hasta la fábrica de hielo que es donde inicia la octava calle.
- Segunda avenida: se extiende desde la entrada del pueblo (gasolinera Texaco) hasta el punto donde se ubica el monumento a La Madre.
- Tercera avenida: que se extiende desde la Iglesia El Calvario pasando por la primera calle hasta la octava calle.
- Estas dos avenidas, la segunda y la tercera, tienen la particularidad que en el trazo del pueblo, al llegar al Monumento a La Madre, se unen para formar una sola a partir de ese punto; se constituye en la única vía de acceso para diferentes comunidades que se ubican rumbo al norte.
- Cuarta avenida: esta avenida tiene un trazo muy desigual. Inicia desde la cuarta calle continúa a un costado del parque central y frente a la iglesia católica, luego cuenta con un desvío en quinta calle para finalizar en la séptima calle.

⁵ MONTES MOLINA, Mauro Inicio. *Patulul, historia, geografía y desarrollo*. p. 27-28.

La descripción de las calles es de poniente a oriente, distribuidas de la siguiente manera:

- Primera calle: se extiende desde el punto de inicio de la segunda avenida (gasolinera Texaco) hacia la tercera avenida.
- Segunda calle: inicia en la primera avenida hacia la tercera avenida.
- Tercera calle: inicia en la primera avenida hacia la tercera avenida.
- Cuarta calle: inicia en la entrada principal del cementerio general y se prolonga al oriente hasta encontrar tope en el edificio de la municipalidad y con un corto desvío, continúa pasando frente a la municipalidad hacia la cuarta avenida.
- Quinta calle: inicia desde los límites de lo que antes era el hipódromo municipal, prolongándose hacia el oriente hasta llegar a cuarta avenida. Esta calle, tiene la particularidad de que, desde hace muchos años, desde la primera hasta la tercera avenida se encuentra cerrada por diferentes ventas del mercado. Se le utiliza desde la primera avenida como la entrada principal a la terminal de buses.
- Sexta calle: inicia en la primera avenida desde el juzgado de paz y se prolonga al oriente; finaliza en la cuarta avenida.
- Séptima calle: inicia desde el rastro de ganado mayor y menor; se prolonga al oriente atravesando las avenidas hasta finalizar en la cuarta avenida. Es una de las calles más cortas.

- Octava calle: inicia en la primera avenida en la fábrica de hielo, hacia bifurcación que se forma con la unión de la segunda y tercera avenida.

2. SEÑALIZACIÓN VÍAL

2.1. Generalidades

La señalización vial se entiende como el ordenamiento, regulación y control para la vía pública. Según el artículo 2 de la Ley de tránsito, la vía pública se integra por las carreteras, caminos, calles y avenidas, calzadas, viaductos y respectivas áreas de derecho de vía, aceras, puentes, pasarelas; y los ríos y lagos navegables, mar territorial, demás vías acuáticas, cuyo destino obvio y natural sea la circulación de personas y vehículos y que conforme a las normas civiles que rigen la propiedad de los bienes del poder público están destinadas al uso común.

Señalizar la vía pública se ha convertido en una necesidad, para la seguridad y prevención de cualquier tipo de accidente, tanto del peatón como de los conductores de vehículos.

Por lo cual, dichas señales tienen que tener un lenguaje que se entienda y se pueda aplicar en las calles o avenidas.

En el municipio de Patulul, se cuenta con una casi nula señalización vial; por eso el objetivo principal de este estudio, que se puedan aplicar y capacitar a los transeúntes y conductores para su efectivo uso.

Según el artículo 82 de la *Guía de estudio para la evaluación teórica obtención de licencias de conducir en Guatemala*, las señales están basadas en el código de colores internacional, que significa lo siguiente:

- Rojo: peligro
- Amarillo: precaución
- Verde: seguridad
- Azul: información
- Naranja: emergencia

En Guatemala la autoridad encargada de la instalación y el mantenimiento de las señales verticales es la Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL), dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI). COVIAL y las unidades encargadas de las municipalidades tienen como objetivo mantener en óptimas condiciones de servicio la red vial del país.

2.2. Clasificación de las señales de tránsito

A continuación, se muestra la clasificación de las señales de tránsito.

2.2.1. Señales verticales

Son estructuras instaladas en postes a un costado de las carreteras, las cuales tienen como finalidad informar a los usuarios mediante símbolos o palabras. El objetivo principal de estas señales es ordenar el tránsito informando y previniendo incidentes. Deben tener un mensaje claro para que automovilistas y transeúntes lo entiendan y al mismo tiempo cumplan con lo indicado.

Estas señales informan sobre rutas, destinos, direcciones, lugares de interés, prevenir peligros o alguna otra indicación necesaria. Se instalan no para confirmar las normas de conducir sino para evitar un accidente y su ubicación

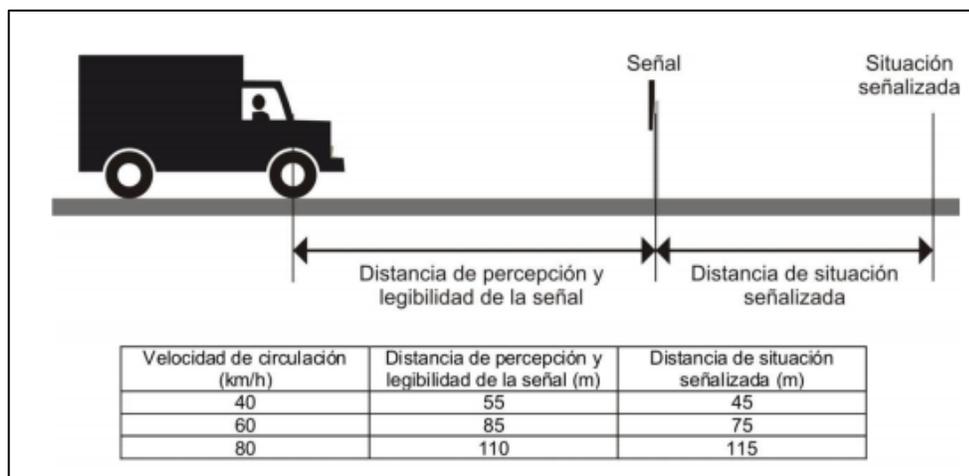
debe estar en un punto donde el conductor pueda entender qué sigue en su ruta y a la vez obedecer la señal.

2.2.1.1. Ubicación

Las señales verticales deben ser instaladas en una zona de atracción y visibilidad para el usuario. La ubicación de estas señales es de suma importancia, debido a que tienen que instalarse de modo que el conductor tenga tiempo de entender y realizar la acción requerida, ya sea que le indique la velocidad máxima permitida, si hay alguna curva peligrosa o algún alto, etcétera. Así mismo, dicha ubicación tiene que facilitar la visibilidad para que el conductor y el transeúnte pueda leer e interpretar las mismas.

La siguiente figura muestra el proceso y las distancias de percepción visual del conductor.

Figura 1. Distancia de visibilidad



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano, normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales.* p. 22.

2.2.1.2. Altura

La altura correcta de las señales verticales depende de los obstáculos que tengan las carreteras, calles o avenidas para su visibilidad. En algunos casos puede limitar su visibilidad el crecimiento de la vegetación, así como también es de factor importante tomar en cuenta que su ubicación sea en área rural o urbana, tipo de carretera y de la sección de la calzada. A continuación, se presentan valores recomendados para la altura de las señales.

- “Área urbana: con el propósito de permitir el libre y seguro transitar de peatones, la altura entre la acera y la señal será de por lo menos 2,10 m.”⁶
- Área rural: la altura entre la parte más alta de la calzada y la señal será de por lo menos 1,50 m.

2.2.1.3. Ubicación lateral

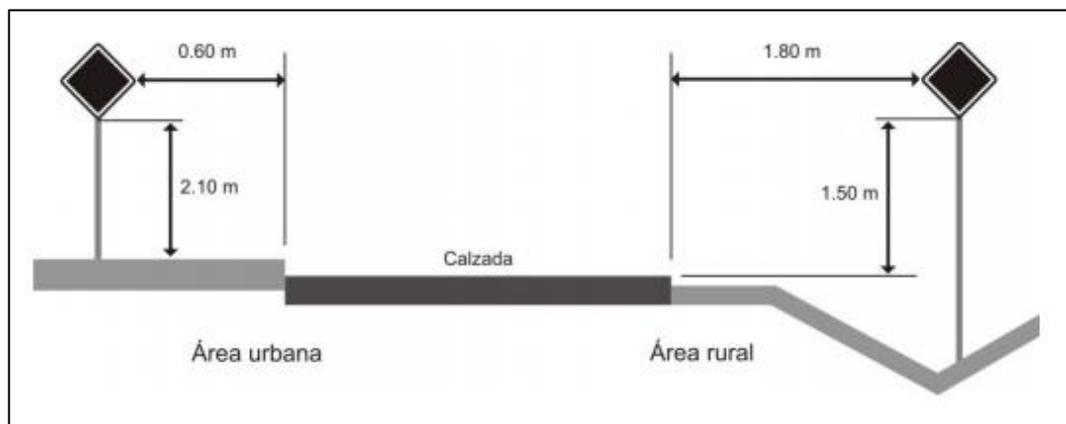
Las señales verticales deben estar ubicadas a un costado de la carretera o sobre la calzada, para tener una buena visibilidad y que los usuarios las puedan distinguir y entender. La ubicación de estas debe ser en un punto estratégico, para las puedan visualizar con la propia luz del día o bien con las luces de los vehículos por las noches. Para establecer la ubicación lateral de la señal se debe considerar el área donde se ubique la carretera y el tipo de vía, además de las características de la sección transversal de la calzada.

⁶ SIPAQUE ORANTES, Byron Jovito. *Metodología para actualizar la señalización vial, del km. 19 al km. 27 ruta asfaltada a San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.* p. 27.

A continuación, se presentan valores recomendados para la instalación de las señales.

- Área urbana: la distancia lateral medida desde el borde de la acera hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal, será de por lo menos 0,60 m. Cuando el espacio es reducido, las señales deberán colocarse a una distancia de no menos 0,30 m.
- Área rural: la distancia lateral medida desde el borde del carril hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal, será de por lo menos 1,80 m. Cuando el espacio es reducido, las señales deberán colocarse a una distancia de no menos 0,60 m.⁷

Figura 2. **Altura y ubicación lateral de las señales**



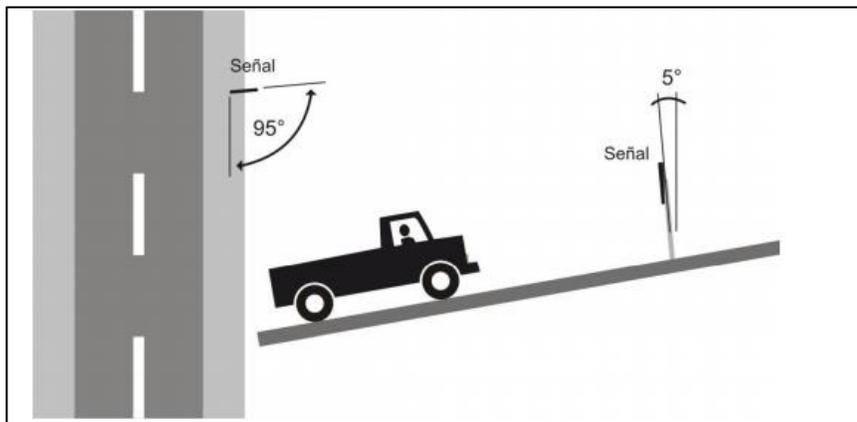
Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. p. 2-20.

⁷ SIPAQUE ORANTES, Byron Jovito. *Metodología para actualizar la señalización vial, del km. 19 al km. 27 ruta asfaltada a San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. p. 28.

2.2.1.4. Orientación

Las señales deberán ser orientadas de tal forma que, en horas nocturnas, al ser iluminadas por los faros de los vehículos, estas reflejen la luz sin reducir su legibilidad. En general las señales deberán ser colocadas formando un ángulo de $90^\circ \pm 8^\circ$ con respecto a la dirección del flujo vehicular. En donde existan pendientes pronunciadas podría ser necesario inclinar las señales, un poco hacia adelante o hacia atrás, con respecto a la línea de plomada, con el fin de mejorar la visibilidad y legibilidad.

Figura 3. Orientación de las señales



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 2-25.

2.2.1.5. Clasificación

Desde el punto de vista funcional, las señales verticales se clasifican en:

2.2.1.5.1. Señales reglamentarias

Son las que indican al conductor sobre la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones en el uso de la vía. El mensaje de la señal debe ser claro y conciso, se debe evitar el uso excesivo de esta señalización. La violación de la regulación establecida en el mensaje de estas señales constituye una desobediencia, que es sancionada conforme lo establece el Artículo 31 de la Ley de tránsito el cual indica lo siguiente:

El Ministerio de Gobernación, por intermedio del Departamento de Tránsito o la municipalidad por intermedio del Juzgado de Asuntos Municipales, según el caso, podrá imponer a las personas, conductores y propietarios de vehículos, según el caso, las sanciones administrativas siguientes: amonestación, multas, retención de documentos, cepos para vehículos, incautación de vehículos y suspensión y cancelación de licencia de conducir.

Según la *Guía de estudio para evaluación teórica obtención de licencias de conducir del Departamento de Tránsito de la Dirección General de la Policía Nacional Civil*, indica que, generalmente las señales reglamentarias son de forma rectangular, con el lado más largo colocado en posición vertical, con algunas excepciones como las señales de alto, ceda el paso, una vía, entre otros.

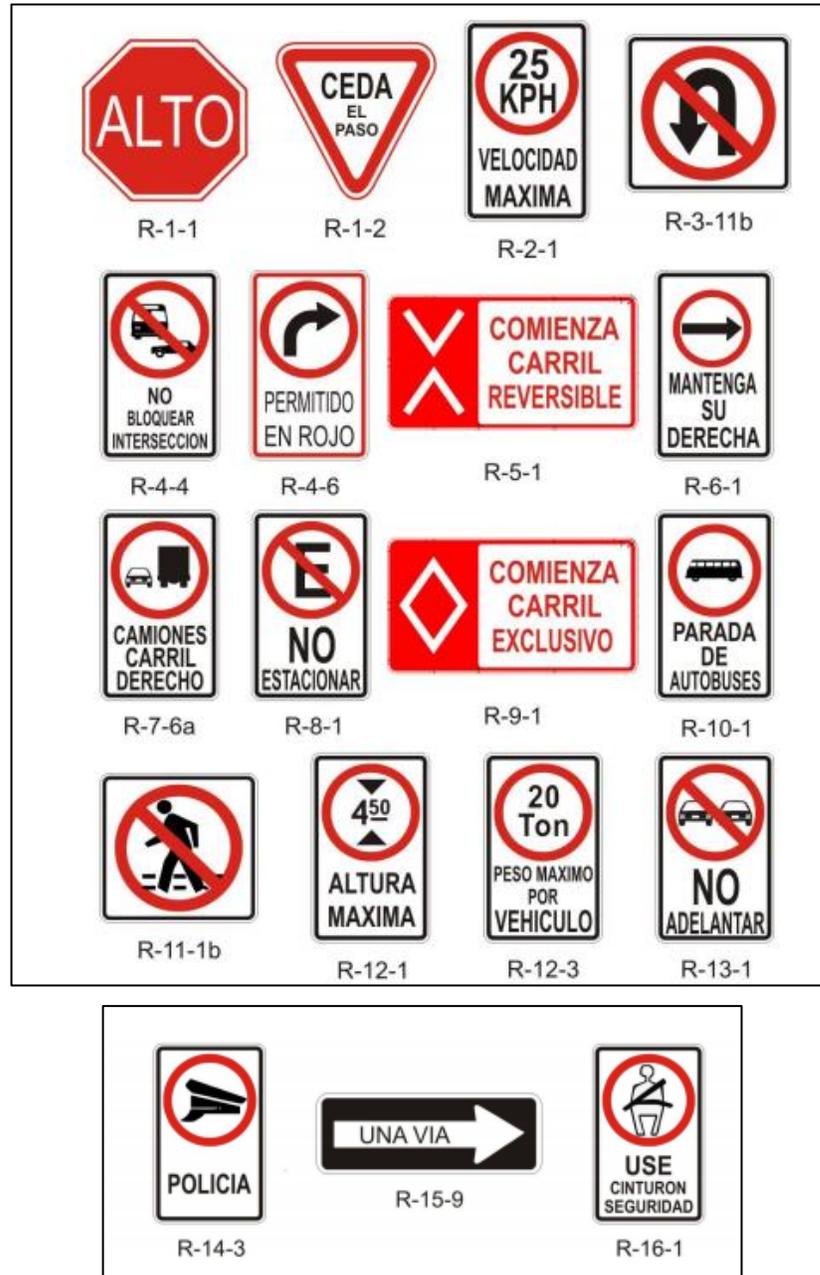
La mayoría de señales reglamentarias rectangulares deberán tener símbolo y leyenda de color negro sobre una placa de fondo blanco. El círculo que encierra los símbolos de varias de estas señales, las diagonales y equis (X) del símbolo de prohibición serán de color rojo.

El uso del rojo como color de fondo está reservado para las señales de reglamentación que definen regulaciones o maniobras críticas, su violación constituye una infracción y es bastante probable que resulte en un accidente de tránsito de graves consecuencias.

El tamaño normal de estas señales es de 46 por 71 cm. A continuación, se presentan la clasificación de las señales de reglamentación:

- Derechos y prioridad de paso (R-1-1 y R-1-2)
- Límites de velocidad (R-2-1)
- Restricción de giros y maniobras (R-3-13b)
- Intersecciones con semáforos (R-4-4 y R-4-6)
- Carriles reversibles (R-5-1)
- Dirección de circulación (R-6-1)
- Exclusión de flujos (R-7-6a)
- Estacionamiento (R-8-1)
- Vías exclusivas (R-9-3)
- Transporte público (R-10-1)
- Peatones y cruces protegidos (R-11-1b)
- Restricciones de dimensiones, peso y tipo de carga (R-12-1 y R-12-3)
- Adelantamiento y otras restricciones al conducir (R-13-1)
- Inspección oficial y peajes (R-14-3)
- Camino cerrado y sentido obligatorio (R-15-9)
- Confirmación de las reglas de conducción (R-16-1)

Figura 4. **Señales reglamentarias**



Fuente: SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 1.

2.2.1.5.2. Señales preventivas

Como su palabra lo dice, estas señales son utilizadas e instaladas para prevenir al conductor de alguna condición de peligro que tenga la vía, o bien para indicarle precaución al manejar, ya sea para disminuir o aumentar velocidad, reducción de carril, curvas peligrosas, entre otros.

Las advertencias adecuadas de peligro son de gran ayuda para el conductor y muy valiosas en la prevención de accidentes.

Según la Guía de Estudio para evaluación teórica obtención de licencias de conducir del Departamento de Tránsito indica que, la mayoría tiene forma de rombo, aunque algunas tienen otras formas, sus esquinas son redondeadas, fondo de color amarillo con material reflectante, símbolos y leyendas de color negro.

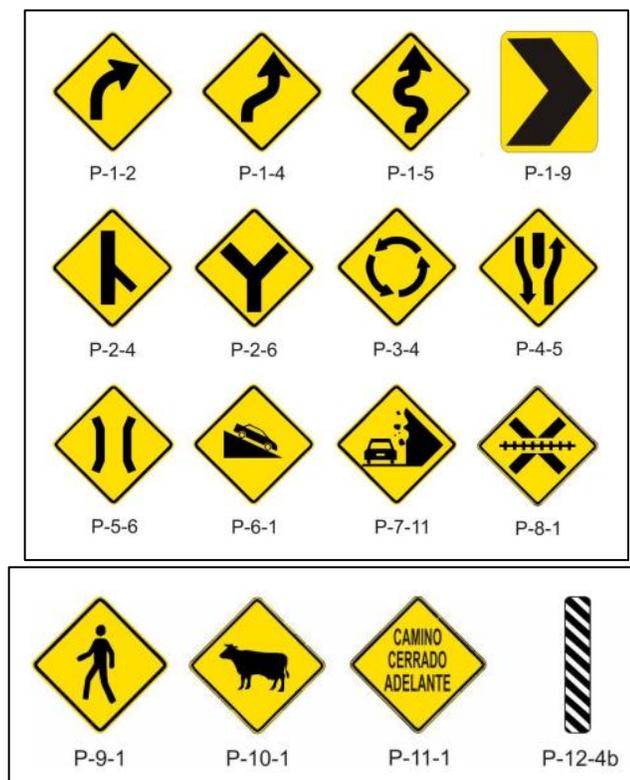
Deben colocarse antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que dependa de la velocidad máxima permitida para circular; de tal forma que provean un tiempo de reacción adecuado para que el conductor pueda percibir, identificar, decidir y realizar cualquier maniobra necesaria.

En general, se deben colocar a una distancia longitudinal de 50 y 250 m antes del lugar de peligro. El tamaño normal de estas señales es de 61 por 61 cm. A continuación, se presentan la clasificación de las señales de prevención:

- Cambios en el alineamiento horizontal (P-1-2, P-1-4, P-1-5 y P-1-9).
- Intersecciones (P-2-4 y P-2-6).
- Proximidad a un dispositivo de control (P-3-4).

- Vías de tránsito convergentes y carreteras divididas (P-4-5).
- Pasos angostos y claro vertical restringido (P-5-6).
- Pendientes y rampa de emergencia (P-6-1).
- Condiciones de peligro (P-7-11).
- Cruces de ferrocarril y tranvía (P-8-1).
- Advertencia de la presencia de personas y reductores de velocidad (P-9-1).
- Semovientes en la vía (P-10-1).
- Variaciones y limitaciones en la vía (P-11-1).
- Delineadores y marcas de objetos (P-12-4b).

Figura 5. **Señales verticales preventivas**



Fuente: SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 12.

2.2.1.5.3. Señales informativas

Estas señales como su palabra lo indica, son las que informan al conductor sobre rutas, destinos, direcciones, kilometrajes, distancias, servicios, nombre y ubicación de poblaciones, puntos de interés y cualquier otra información geográfica, recreacional y cultural pertinente para facilitar la orientación de los usuarios.

Las señales de información son esenciales para guiar al conductor a lo largo de las rutas existentes. Su principal función consiste en suministrar al conductor toda aquella información que pueda necesitar en el camino, del modo más simple y directo.

Este tipo de señales no pierde eficacia por el uso frecuente, al contrario de lo que sucede con las de prevención y reglamentación. El empleo de las señales informativas debe efectuarse en las rutas de modo que guarden uniformidad.⁸

Las señales de información, de acuerdo a su función, se clasifican en:

- Señales de información de identificación (II4-1, II-4-2a y II-5-1).
- Señales de información de destino (ID-1-5).
- Señales de información de servicios y turísticas (IS-1-4 y IS-3-1).
- Señales de Información de áreas recreativas, áreas silvestres y parques nacionales (IR-1-1).
- Señales de información de defensa civil y emergencias (IE-2-1).
- Señales de información general (IG-1-2).

⁸ ARA DONIS, Iván Abisai. *Seguridad vial por medio de señalización vertical en la República de Guatemala*. p. 29.

Figura 6. **Señales informativas**



Fuente: SIECA. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. p. 12.

2.2.2. **Señales horizontales**

Son aquellas marcas constituidas por líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento y bordes de la acera. Las demarcaciones desempeñan un papel importante en la regulación del tránsito, debido a que facilitan al conductor a orientarse, indicándole regulaciones y advertencias como complemento de las señales verticales y/o semáforos. Estas marcas son uniformes en diseño, localización y aplicación, para que puedan ser identificadas por los usuarios de las vías.

La forma y color que caracterizan a las demarcaciones facilitan que sean reconocidas y comprendidas por los usuarios. En general las señales horizontales tienen las siguientes formas geométricas: líneas continuas y segmentadas, doble línea, letras, números, figuras y flechas. Las demarcaciones generalmente son blancas y amarillas, en algunas ocasiones especiales se requiere otro color.

La *Guía de estudio para evaluación teórica obtención de licencias de conducir del Departamento de Tránsito de la Dirección General de la Policía Nacional Civil*, presenta los colores establecidos para la señalización horizontal:

- **Amarillo:** define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto. En caminos de doble sentido con calzadas de varios carriles, líneas delimitadoras y marcas para prevenir el bloqueo de intersecciones.
- **Blanco:** define la separación de corrientes de tránsito en el mismo sentido y la demarcación de bordes de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Además, se utiliza para los símbolos en el pavimento, en las palabras y flechas direccionales, distanciadores, marcas para carril reversible.
- **Rojo:** se utilizará para prohibir el estacionamiento durante las 24 horas, todos los días de la semana (prohibición absoluta), en sitios críticos y sin excepción alguna.
- **Azul:** se utilizará para demarcar zonas de estacionamiento exclusivas para personas con alguna discapacidad, mujeres embarazadas o personas de la tercera edad, completándose con la señal correspondiente.

2.2.2.1. Dimensiones

Las dimensiones de las señales horizontales dependen de la velocidad máxima permitida para la circulación vehicular. Esta velocidad determina las dimensiones mínimas de letras, números y símbolos, que pueden ser vistas e interpretadas. En general, las dimensiones estándar de las demarcaciones corresponden a una velocidad de 60 km/h. Toda demarcación debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que su forma y dimensiones estén claramente definidos.

2.2.2.2. Ubicación

La ubicación de la demarcación debe ser visible para los conductores que van a velocidades máximas y mínimas permitidas, el mensaje que indiquen dichas demarcaciones debe ser comprendidos por los usuarios con el suficiente tiempo para reaccionar y realizar la maniobra requerida.

Las demarcaciones tienen que satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones, que se deben o pueden realizar más adelante.

2.2.2.3. Clasificación

De acuerdo a la función que desempeñan las señales horizontales se clasifican en 3 grupos: líneas longitudinales, líneas transversales y demarcaciones de símbolos y leyendas.

2.2.2.3.1. Líneas longitudinales

Estas demarcaciones se utilizan para definir carriles y calzadas, así como también para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o sobrepasar, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar carriles de uso exclusivo de bicicletas o buses. En general estas líneas son de color blanco o amarillo.

La *Guía de estudio para evaluación teórica obtención de licencias de conducir del Departamento de Tránsito* presenta los siguientes conceptos básicos:

- Líneas longitudinales de trazo discontinuo: tienen carácter permisivo, es decir pueden ser cruzadas siempre que ello se efectuó dentro de las condiciones normales de seguridad.
- Líneas longitudinales de trazo continuo: tienen carácter restrictivo, no deben ser cruzadas, ni se puede circular sobre ellas.
- Líneas blancas: sirven para separar flujos vehiculares con el mismo sentido.
- Líneas amarillas: sirven para separar flujos vehiculares con sentidos opuestos.

Para el uso de este estudio utilizamos los siguientes conceptos del *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del Tránsito*, referente a la demarcación de pavimentos y bordes de pavimentos:

- Líneas centrales o líneas divisorias de sentido de circulación

La línea central se utiliza en vías bidireccionales para indicar donde se separan los flujos vehiculares de sentidos opuestos. Esta división generalmente se ubica al centro de la vía; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación podrá no coincidir con el centro.

Esta debe ser una línea amarilla de ancho entre 10 cm y 15 cm. La misma puede ser segmentada o continua, sin embargo, siempre debe ser continua en las aproximaciones a una intersección muy transitada, curvas horizontales y verticales, pasos de peatones y puentes. En carreteras no divididas, de cuatro o más carriles, la línea de centro debe ser una línea doble de color amarillo. Cada una con un ancho de 10 cm, la separación entre ambas líneas será entre 10 cm y 25 cm.

En la tabla I se presentan valores recomendados para la implementación de la línea central segmentada.

Tabla I. **Línea central segmentada**

Tipo de vía	Ancho de línea (cm)	Relación segmento separación (m)
Urbana	10 o 15	3,00 – 5,00
Rural	10 o 15	4,50 – 7,50

Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 3-8.

- Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido

Estas demarcaciones sirven para delimitar longitudinalmente las zonas en las cuales el adelantamiento está prohibido en uno u otro sentido o en ambos a la vez, lo que se indicará por las características especiales de la demarcación central.

Dado que la maniobra de adelantamiento es la de mayor riesgo al conducir se han establecido como zonas de adelantamiento prohibido, las curvas horizontales y verticales, intersecciones, cruces de ferrocarril, puentes, túneles y pasos a desnivel.

Esto en aquellas carreteras donde la visibilidad o cualquier otra circunstancia, signifiquen un riesgo para los usuarios de la vía.

La demarcación de estas zonas se hace con una línea continua amarilla, con ancho entre 10 cm y 15 cm. Por razones de seguridad, en ningún caso, la extensión de un tramo con prohibición de adelantar deberá ser inferior a 150 m.

- Líneas de carril

Este tipo de líneas se utiliza en carreteras de una sola dirección son muy útiles para canalizar y organizar el tránsito en los carriles adecuados y para aumentar la eficiencia en el aprovechamiento de la superficie de la carretera en zonas congestionadas. Particularmente se deben usar en:

- Carreteras rurales con número par de vías de tránsito.
- Las aproximaciones a intersecciones importantes, pasos de peatones y zonas peligrosas ya sea en carreteras rurales o en calles urbanas.
- Zonas congestionadas, particularmente en calles urbanas, donde el pavimento puede acomodar más vías de tránsito que sin el empleo de dichas líneas. Esto incluye:
 - Sitios entre islas de seguridad y cordones de acera.
 - Sitios donde el ancho normal de vía se reduce.
 - Aproximaciones a intersecciones angostas.

La línea de carril debe ser una línea blanca discontinua de ancho no menor de 10 cm ni mayor de 15 cm.

En la tabla II se presentan valores recomendados para la implementación de la línea de carril segmentada.

Tabla II. **Línea de carril segmentada**

Tipo de vía	Ancho de línea (cm)	Ancho de carril (cm)	Relación segmento separación (m)
Urbana	10 o 15	2,75 a 3,00	3,00 – 5,00
Rural	10 o 15	3,00 a 3,65	4,50 – 7,50

Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 10.

- **Líneas de borde de calzada**

Estas líneas indican a los conductores donde se encuentra el borde de la calzada. Son guías laterales que permite a los conductores posicionarse correctamente dentro del carril. El propósito de estas líneas es evitar y restringir que vehículos transiten por los hombros de las carreteras, ya que estos generalmente tienen una menor capacidad de carga.

Esta debe ser una línea blanca continua entre 5 cm y 10 cm de ancho. Son un complemento de las demás demarcaciones, que bajo ninguna circunstancia serán utilizadas para sustituir las líneas de carril o la línea central.

En zonas de varios carriles donde se deba delimitar la parte central de una carretera dividida (de flujo vehicular con sentido opuesto) la línea de borde a la izquierda deberá ser una línea continua amarilla de 10 cm de ancho.

- **Líneas de prohibición de estacionamiento**

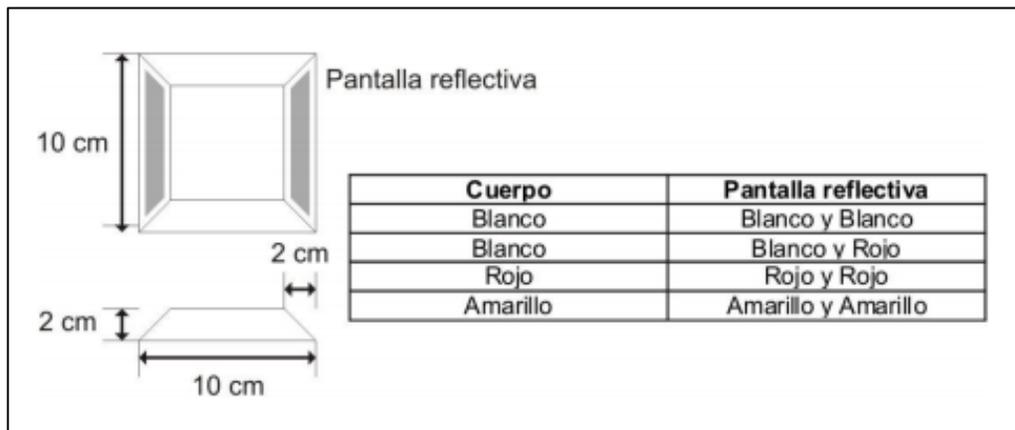
Estas líneas indican la prohibición de estacionar vehículos a lo largo de un tramo de vía. Se ubican junto al borde de la calzada son líneas continuas y

podrán ser de color amarillo, rojo, verde o azul, según su función. Es importante indicar que el color blanco no se debe utilizar en la demarcación de estacionamiento restringido. En general, se recomienda para estas líneas un ancho de 10 cm.

- Captaluces

Estas marcas son usadas para guiar y mantener a los vehículos dentro de su carril, se complementan con las líneas longitudinales. Deben colocarse en medio de las líneas dobles, al centro de las líneas centrales, de carril y de borde de calzada. El color de los captaluces debe regirse por el color de la línea o líneas que complementen.

Figura 7. Dimensiones captaluces



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* p.

2.2.2.3.2. Líneas transversales

Estas demarcaciones son utilizadas en intersecciones de carreteras y su objetivo principal es informar a los usuarios que deben detenerse, Se utilizan en intersecciones para indicarles a los conductores que deben detenerse. Las líneas transversales están designadas para la seguridad y el tránsito de peatones y bicicletas.

El *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* utiliza los siguientes conceptos referentes a las siguientes líneas transversales:

- Líneas de parada

Deben usarse líneas de parada tanto en áreas rurales como urbanas donde sea importante indicar el sitio exacto detrás del cual sea requerido que se detengan los vehículos en concordancia con una señal de ALTO, CEDA, semáforo, orden de un vigilante u otra disposición legal.

Estas líneas deben colocarse por lo menos a 1,20 m antes de la vía que cruce o de un paso peatonal, si lo hubiera (ver figura 8). Esta debe ser una línea blanca de ancho entre 30 cm y 60 cm, usualmente se utiliza 40 cm en calles urbanas, donde normalmente los vehículos circulan a 60 km/h.

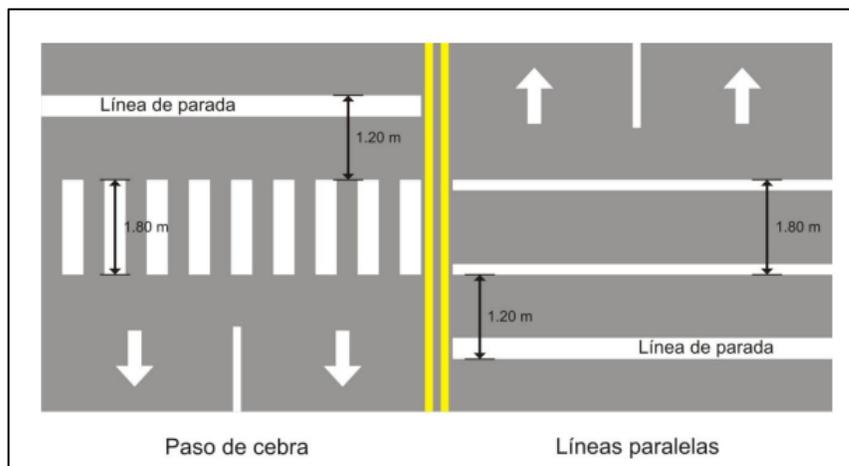
- Líneas de pasos peatonales

Se utilizan en las intersecciones donde puedan presentarse conflictos entre los movimientos de vehículos y peatones. Su definición dependerá del tipo de intersección, rural o urbana, el volumen de peatones, las características del

cruce, la presencia o no de señales luminosas, etcétera. Comúnmente el ancho del paso peatonal debe ser como mínimo de 1,80 m. Se tienen los siguientes tipos de sendas o pasos peatonales.

Paso de cebra, está constituido por líneas paralelas, con un ancho entre 40 cm y 60 cm de color blanco, separadas entre sí por una distancia al menos igual a su ancho. Paso peatonal, delimitado por 2 líneas paralelas continuas de color blanco, con un ancho entre 20 cm y 60 cm, como se muestra en la figura 8.

Figura 8. **Demarcación de pasos peatonales**



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 3-23.

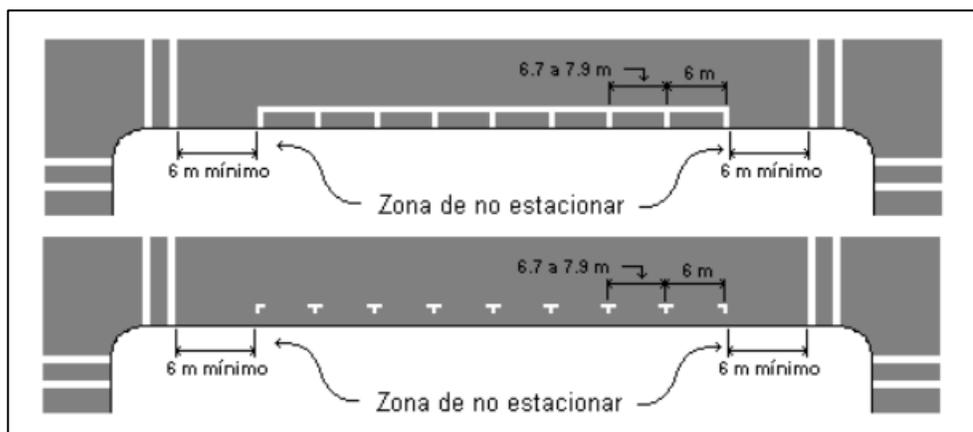
- Demarcación de espacios para estacionar

Todas las líneas para espacios de estacionamiento deben ser blancas y continuas de no menos de 10 cm ni más de 15 cm de ancho.

Esta demarcación tiene por objetivo delimitar un área destinada a estacionamientos, su color es blanco. Puede contener una leyenda cuando se trata de un estacionamiento exclusivo para su fin.

Usualmente se utilizan áreas para estacionar con anchos que varían de 2,40 m a 3 m; y cuya longitud se ha determinado dentro del rango de 6,7 m a 7,9 m.

Figura 9. **Demarcación de zona para estacionar**



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 3-26.

- Líneas reductoras de velocidad

Los reductores de velocidad son dispositivos de control del tránsito. Consisten en una serie de líneas demarcadas, sobre todo en el ancho de la calzada, y de acuerdo al sentido de circulación, con el propósito de generar en el conductor, la percepción de ir a una velocidad mayor que la real, lo que le induce a reducirla. Son líneas paralelas de trazo continuo de color blanco, con

un ancho entre 20 cm y 60 cm. Estas líneas, pueden ser usadas en cualquier zona, en donde se busque evitar que los vehículos transiten a excesivas velocidades y donde se tenga un alto índice de accidentes. Se recomienda su instalación, como se describe a continuación:

- En la cercanía de intersecciones en las cuales se haya detectado el incumplimiento de la velocidad permitida de circulación.
- En aquellas vías en las cuales existen colegios, hospitales, comercios u otros centros con afluencia de gente, donde es necesario advertir y fomentar la reducción de velocidad.
- Aproximación a curvas en las que se haya detectado peligrosidad real o potencial.

En lugares, donde se considere pertinente, se podrá utilizar demarcaciones con una altura entre 5 mm y 15 mm, y un ancho entre 10 cm y 15 cm. Este tipo de demarcación produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo al ser traspasadas, advirtiendo así al conductor. El espaciamiento, entre las líneas es decreciente y la cantidad de estas, serán las requeridas para reducir y regular la velocidad de los vehículos.

Existen varias clases de dispositivos que físicamente obligan a los vehículos a reducir su velocidad o detenerse. En el manual se recomienda la aplicación de los siguientes:

- Acera continua o acera de paso peatonal.
- Reductor de velocidad tipo lomo o policía dormido.
- Reductor de velocidad tipo lomo modificado (para paso de autobuses).

- Tachuelones o reductores aislados (tachuelas o botones de superficie lisa).
- Trepidadores o reductores de superficie rugosa.

2.2.2.3.3. Demarcaciones de símbolos y leyendas

Los símbolos y leyendas se utilizan para prevención regularmente emplean para indicar la dirección y sentido que los vehículos deben seguir en la vía. Indican al conductor maniobras permitidas al transitar y advertir sobre riesgos. Además, se utilizan para indicar zonas de estacionamiento de uso exclusivo, para personas con discapacidades y mujeres embarazadas.

Estas señales deben demarcarse en el centro de cada uno de los carriles en que se apliquen. Si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario, estas demarcaciones pueden ser repetidas a lo largo de la vía, lo que otorga más oportunidades a los conductores para percibir el mensaje. Se debe evitar su colocación en curvas horizontales, ya que al estar humedecidas disminuye el coeficiente de fricción entre el neumático y la demarcación, aumentando la posibilidad de un derrape o deslizamiento del vehículo.⁹

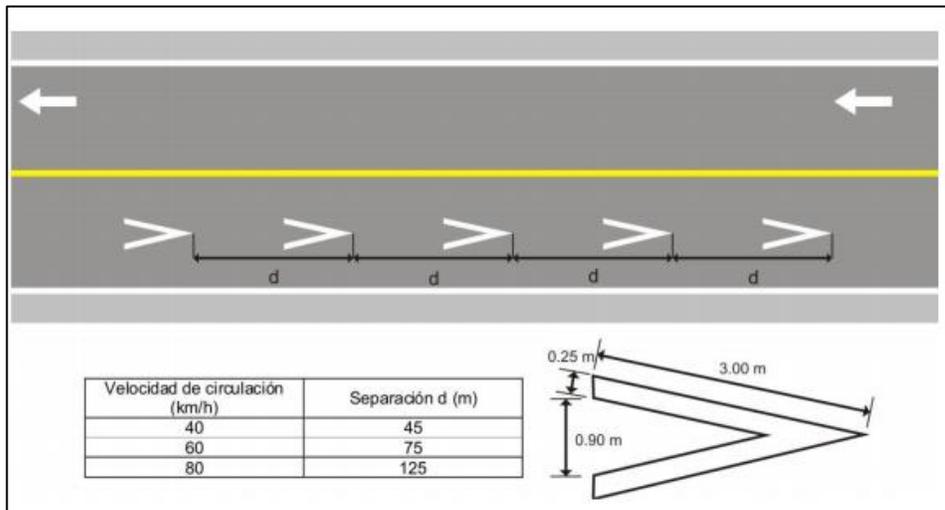
El *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*, utiliza los siguientes conceptos referentes a las demarcaciones de símbolos y leyendas:

- Flechas direccionales: las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos que transitan por la vía. A continuación, se presentan las flechas y maniobras asociadas establecidas para dirigir el flujo vehicular:

⁹ SIPAQUE ORANTES, Byron Jovito. *Metodología para actualizar la señalización vial, del km. 19 al km. 27 ruta asfaltada a San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. p. 53.

- Flecha recta: indica la obligatoriedad de mantener la marcha sobre el mismo carril.
- Flecha curva: indica la obligatoriedad de girar en el sentido expresado.
- La flecha recta y curva: indica la opción del conductor para mantener la marcha sobre su carril o bien girar en el sentido indicado.
- Palabras y de símbolos: la demarcación de palabras y de símbolos sobre el pavimento puede ser usada con el fin de guiar o advertir el tránsito, no así para mensajes de reglamentación, excepto cuando sirvan de apoyo para señales estándar. Su color será blanco. Las letras y los símbolos deben ser bastante alargados en la dirección del movimiento de tránsito, debido al estrecho ángulo desde el cual son vistos por los conductores que se aproximan. Se deben usar letras y cifras de grandes dimensiones. Regularmente se utilizan en demarcaciones como: ceda, alto, solo (giro a la derecha o a la izquierda), 60 Kph (o la velocidad a indicar), escuela, alto adelante y solo buses.
- Demarcación de espaciadores: se denomina espaciadores a una sucesión de marcas sobre el pavimento con forma de cabeza de flecha tipo Chevron, cuyo objeto es indicar a los conductores la distancia que se debe guardar entre vehículos pesados o la distancia de visibilidad en un tramo donde rige velocidad restringida por neblina, como se detalla más adelante. Esta marca también se utiliza en el centro de los carriles reversibles.

Figura 10. **Detalle de espaciadores**



Fuente: SIECA. *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.*
p. 3-31.

2.2.3. **Semáforos**

Los semáforos son dispositivos para regular y ordenar el tránsito vehicular y peatonal en las calles o carreteras. El fin principal es que los vehículos paren y procedan en forma alterna, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control.

Cada una de las luces del semáforo tiene un significado, dependiendo del estado de la misma, la *Guía de estudio para la evaluación teórica obtención de licencias de conducir*, artículo 82 a continuación lo detalla:

- Verde fijo: los conductores de los vehículos y el tránsito vehicular que observe esta luz podrá seguir de frente o girar a la derecha o a la izquierda, a menos que alguna señal prohíba dichos giros. Los peatones

que avancen hacia un semáforo peatonal y observen esta luz podrán cruzar la vía, dentro de los pasos peatonales marcados o en su defecto al frente de la fila de vehículos.

- **Amarillo fijo:** los conductores que vean esta señal, deberán detener el vehículo antes de entrar al cruce, pues le advierte que el color rojo aparecerá a continuación. Si la luz amarilla los sorprende tan próximos al cruce que ya no puedan detenerse con suficiente seguridad, deberán continuar con precaución. Advierte a los peatones que no disponen de tiempo suficiente para cruzar la vía excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce.
- **Rojo fijo:** los conductores deben detener el vehículo antes del paso peatonal y si no existe, antes de la intersección, permaneciendo detenidos hasta que vean el verde correspondiente.
- **Rojo intermitente:** cuando se ilumine la luz de color rojo de manera intermitente, los conductores de los vehículos harán un alto obligatorio y se detendrán antes de la línea de parada y el derecho de paso está sujeto a las mismas reglamentaciones que se indican para la señal de alto.
- El rojo intermitente se emplea en el acceso de la vía que cruza a una vía preferencial.
- **Amarillo intermitente:** indica que los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. El amarillo intermitente deberá emplearse en la vía que tenga preferencia.

- Verde intermitente: cuando la luz de color verde se encuentre intermitente, advierte a los conductores el final del tiempo permitido para cruzar.
- Flechas direccionales: las flechas direccionales deberán apuntar en el sentido de la circulación permitida. La flecha vertical, apuntado hacia arriba, indica circulación de frente, la horizontal indica maniobra de giro aproximadamente en ángulo recto, hacia la izquierda o hacia la derecha según la dirección que apunte la flecha, y la flecha oblicua a 45 grados apuntando hacia arriba indica giro a calles que forman un ángulo distinto al de 90 grados. Cuando la cara del semáforo contenga una o varias flechas direccionales con luz verde, al encenderse la o las flechas significa que los vehículos sólo pueden tomar la dirección o direcciones así indicadas.
- Verde con flecha para seguir de frente (exclusivamente)
 - Los conductores de vehículos podrán seguir de frente y no darán vuelta a la derecha ni a la izquierda.

Estos conductores deben respetar el posible derecho de paso de otros vehículos y peatones que se encuentran reglamentariamente atravesando la intersección al mismo tiempo que se enciende esta luz.

- Los peatones que se encuentren frente a esta señal pueden cruzar la vía dentro del área de paso, marcado o no, a menos que la señal o el semáforo peatonal indique otra cosa.

- Flechas para giro a la izquierda o a la derecha: los conductores de los vehículos deberán girar a la izquierda o a la derecha según lo indique la flecha. El tránsito vehicular debe ceder el derecho de vía a los peatones que se encuentren dentro de la calzada, así como de otros vehículos que en ese momento se encuentren reglamentariamente atravesando la intersección.

La eficacia de las flechas direccionales se aumenta considerablemente si existen carriles especiales para el movimiento o giro indicado, complementados con marcas en el pavimento y con un señalamiento adecuado.

- Clasificación

La siguiente clasificación de semáforos se ha hecho con base en el mecanismo de operación de sus controles, según el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. Se tiene la siguiente división:

- Semáforos para el control del tránsito de vehículos
 - Semáforos prefijados o presincronizados o de tiempos predeterminados.
 - Semáforos accionados o activados por el tránsito.
 - Totalmente accionados
 - Parcialmente accionados

- Semáforos para pasos peatonales
 - En zonas de alto volumen peatonal
 - En zonas escolares

- Semáforos especiales
 - Semáforos de destello o intermitentes
 - Semáforos para regular el uso de carriles
 - Semáforos para puentes levadizos
 - Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia
 - Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes

- Elementos que componen un semáforo

El semáforo consta de una serie de elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes y visera. Sus definiciones y características las enumera a continuación el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito* de la siguiente manera:

- Cabeza: es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza contiene un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones.

- Soportes: son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones. Los soportes podrán estar situados a un lado de la

vía (postes o ménsulas cortas) o podrán localizarse en la vía (ménsulas largas sujetas a postes laterales, cables de suspensión o postes y pedestales).

- Cara: es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara o bombillo y porta lámpara) que están orientadas en la misma dirección. En cada cara del semáforo existirán como mínimo dos, usualmente tres, o más unidades ópticas para regular uno o más movimientos de circulación.
 - Lente: es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.
 - Visera: es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está orientada.
- Ubicación

Las caras de los semáforos se ubicarán en cada uno de los accesos regulados de la intersección de tal manera que sean visibles a los conductores que se aproximan a la intersección. Los tipos de montaje para las caras de los semáforos los enumera y define a continuación el *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*:

Al lado de la vía de tránsito:

- Postes
 - Brazos cortos adheridos a los postes
 - Por encima y dentro de la vía de tránsito
 - Brazos largos que se extienden de los postes dentro de la vía (tipo látigo)
 - Suspendidos mediante cables
 - Postes o pedestales en islas
- En marcos

Para un buen funcionamiento, la parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

- Para semáforos con soporte del tipo poste o ménsula corta
 - Altura mínima: 2,50 metros
 - Altura máxima: 4,50 metros
- Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga o suspendidos por cables
 - Altura mínima: 5,00 metros
 - Altura máxima: 6,00 metros

Dentro de estos límites, la visibilidad óptima y la altura del claro son los parámetros de diseño a considerar. Las pendientes de las calles son factores importantes, y se deben de valorar al escoger la altura apropiada.

En cada acceso los semáforos se ubicarán conforme a las recomendaciones siguientes:

- Cuando se instalen semáforos con soporte tipo poste o pedestal, habrá como mínimo dos caras en el lado más lejano del acceso a la intersección.
- Los semáforos con soportes tipo ménsula, deberán colocarse como mínimo dos por acceso, uno en el lado más lejano de la intersección y otro en la prolongación de la línea de paso de peatones y diagonal a la posición del primero, debiendo utilizarse en las siguientes situaciones:
 - Donde existen limitaciones de visibilidad
 - En las intersecciones rurales aisladas
 - En las transiciones de una vía rápida a otra de baja velocidad
- Donde haya solamente una cara montada en postes o pedestal, ésta debe colocarse del lado lejano de la intersección y debe haber también una cara montada en brazo o cable para esta misma aproximación.
- Cuando por necesidad se instala un solo semáforo con soporte del tipo ménsula, éste deberá complementarse con uno de soporte del tipo poste, el cual habrá de localizarse en la prolongación de la línea de parada y diagonal a la posición del primero.

Es recomendable ubicar los semáforos sobre la intersección en sitios donde, de otra manera, podrían fácilmente ser pasados por alto, como en intersecciones rurales aisladas o donde vías de alta velocidad se cruzan con

arterias urbanas o donde avisos luminosos y otras luces podrían interferir la buena visibilidad de semáforos ubicados a un lado de la vía.

Los semáforos colocados sobre la vía de tránsito son de poco valor para el tránsito peatonal; por eso, donde haga falta el control peatonal, debe suplementarse con semáforos montados en pedestales. Semáforos ubicados en postes o pedestales dentro de la vía de tránsito deberían protegerse mediante islas, avisos e iluminación nocturna.

Los semáforos deberán ubicarse como mínimo a 60 cm medidos de la orilla exterior del brocal a su parte más saliente, cuando el soporte es tipo poste, o de la orilla externa del brocal a su base, cuando el soporte es del tipo ménsula.

Cuando no exista la acera, se ubicarán de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente o su base coincida con el hombrillo del camino, fuera del acotamiento.

La cara del semáforo debe colocarse en posición vertical y a 90 grados con respecto al eje del acceso. En los de ménsula conviene dar una inclinación de 5 grados hacia abajo. Debe haber un mínimo de dos caras para cada punto de aproximación o acceso del tránsito vehicular a la intersección. Estas pueden ser complementadas con semáforos peatonales donde éstos sean requeridos, los cuales se ubicarán a cada lado del paso peatonal.

Las dos o más caras de semáforos adecuadamente instaladas permitirán a los conductores observar prácticamente en todo momento al menos una indicación, aunque uno de los semáforos sea obstruido momentáneamente por camiones y autobuses, y representa un factor de seguridad en caso de

resplandor del sol del día, de la luz excesiva por anuncios luminosos durante la noche o cuando se funda algún bombillo.

La necesidad de instalar más de dos caras por acceso a la intersección o aproximación dependerá de las condiciones locales especiales, tales como números de carriles, necesidad de indicaciones direccionales o de giro, configuración de la intersección, isletas para canalización, entre otros.

3. ESTUDIO DE MOVILIDAD URBANA

La movilidad urbana es un conjunto de desplazamientos que realizan las personas en un lugar en específico, utilizando medio de transporte o ya sea de manera peatonal, por distintos motivos, por ejemplo, laborales, escolares, culturales, de recreación, de ocio, entre otros.

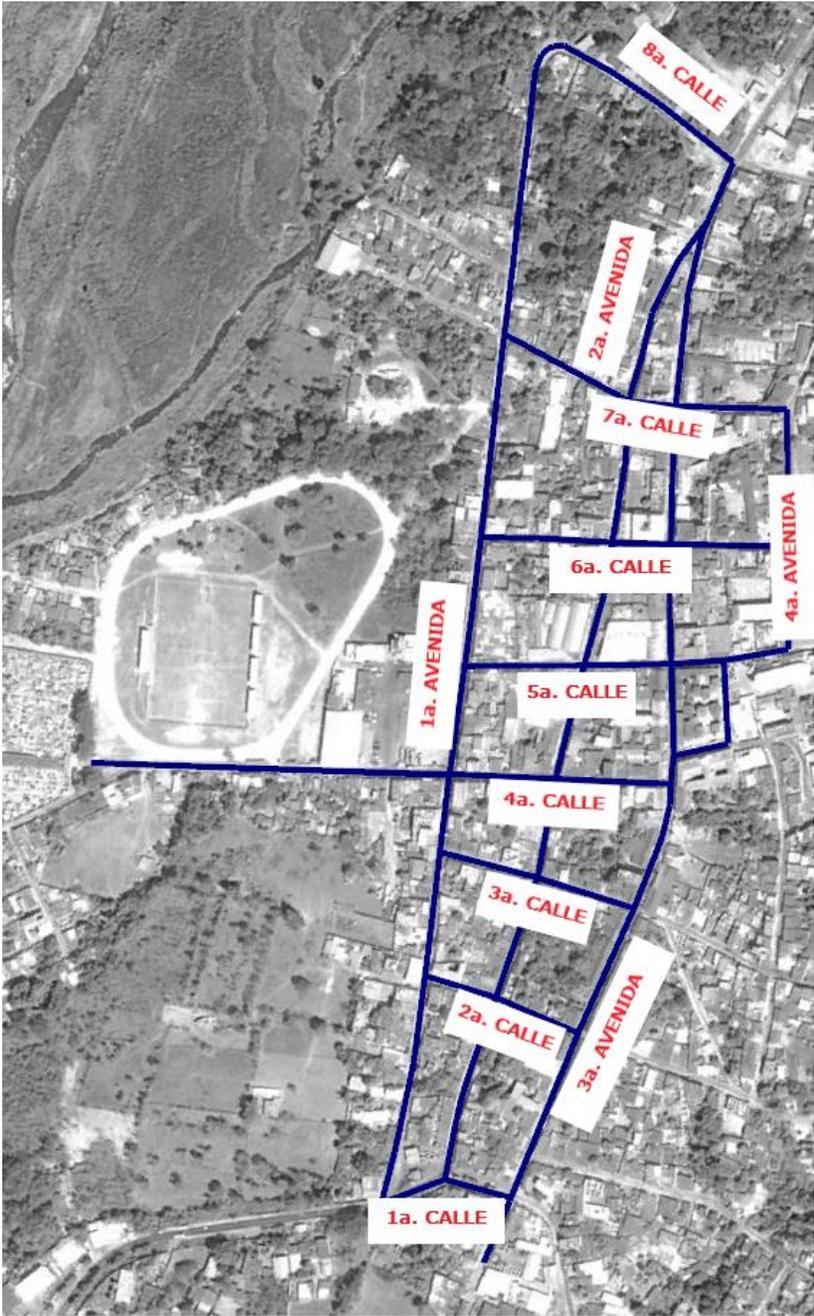
En esta investigación el estudio de movilidad urbana es el análisis de los desplazamientos peatonales y vehiculares que permiten identificar los polos de tránsito peatonal y vehicular.

A partir de la observación y visita de campo, se definen las condiciones de infraestructura vial en los alrededores de dichos polos.

Se identifican ambos polos y se describen y enumeran, en el caso específico para el casco urbano del municipio del motivo de este análisis.

El casco urbano como se indicó en el primer capítulo está delimitado por ocho calles y cuatro avenidas, distribución que se observará en la siguiente imagen donde se demarcan las mismas.

Figura 11. Calles y avenidas del casco urbano de Patulul, Suchitepéquez



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

3.1. Centros de concentración peatonal

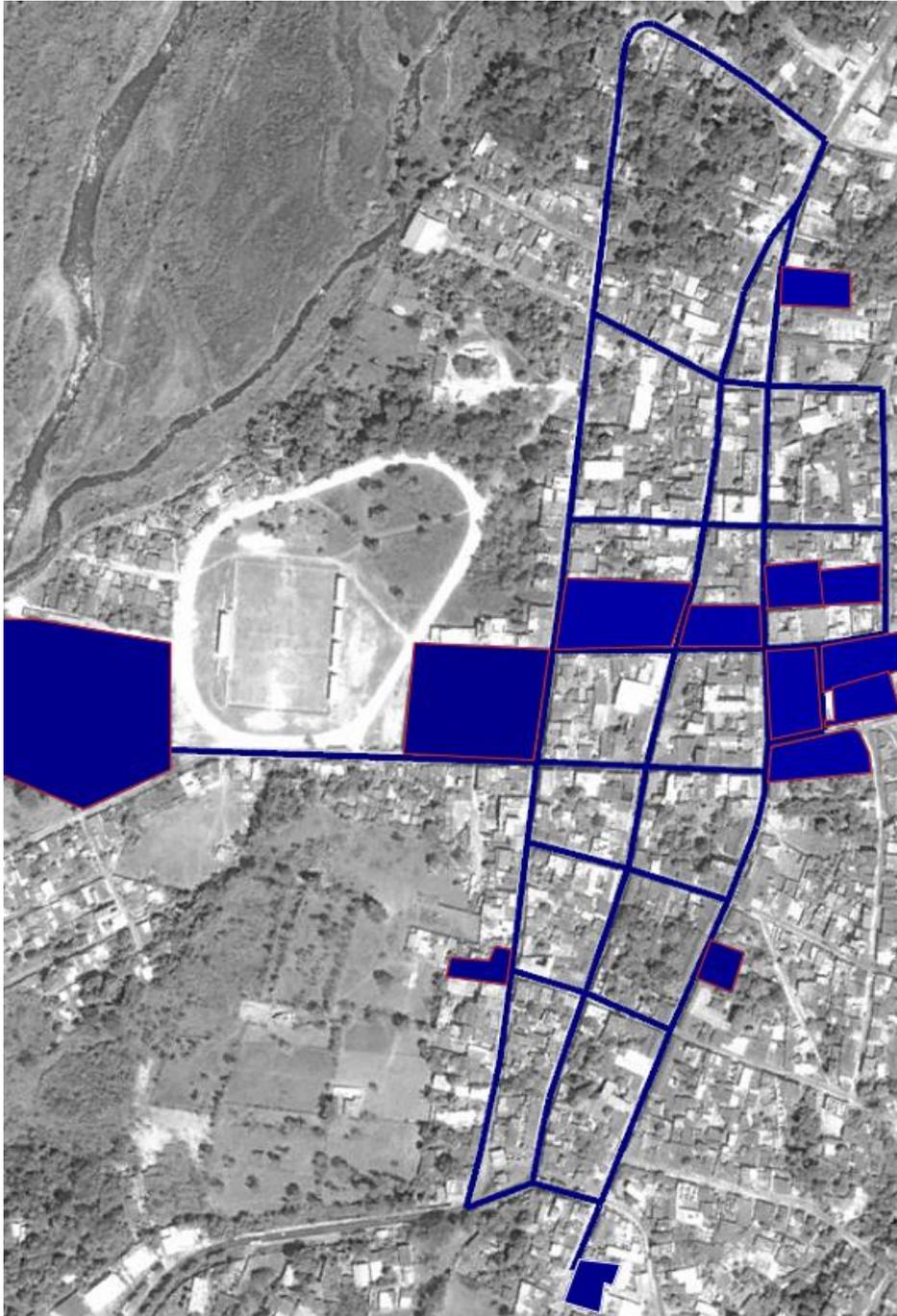
Un peatón es una persona que recorre a pie los sitios públicos o privados. Los espacios destinados para su desplazamiento son las aceras o banquetas, así como también los pasos de cebra.

En el municipio de Patulul, dichos espacios peatonales son escasos y en algunas áreas nulos. Por eso uno de los objetivos de esta investigación es hacer más eficiente el desplazamiento tanto peatonal como vehicular.

Según el análisis, se identifican los siguientes polos peatonales en el municipio, en los cuales hay mayor movilidad urbana.

- Colegio privado San Andrés
- Terminal de buses
- Cementerio general
- Mercado central
- Colegio Jesús de Nazareth
- Municipalidad de Patulul
- Parque central
- Centro comercial
- Centro de salud
- Escuela para varones Rafael Arellano Cajas
- Instituto básico Eduardo Torres
- Iglesia católica Santa María Magdalena
- Escuela para niñas Joaquina Ortíz Ortíz

Figura 12. **Ubicación de centros de concentración peatonal**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Colegio privado San Andrés

Ubicado en la primera avenida y segunda calle. Es un establecimiento educativo que atiende desde pre-primaria hasta nivel diversificado en plan diario (de lunes a viernes), en jornada matutina (7:30 a 12:30 hrs), plan diario. Cuenta con 183 estudiantes inscritos y 18 docentes educativos.

Es un polo de conglomeración peatonal en el municipio, debido al movimiento diario de alumnos, padres de familia y maestros en sus horarios de entrada y salida. Para este análisis se propone una correcta señalización vial para una mejor movilidad urbana y principalmente para protección de la vida y de la integridad física de todas las personas, niños y adultos, que en ese sector se movilizan.

Figura 13. **Ubicación del colegio privado San Andrés**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Terminal de buses

Es el único estacionamiento autorizado para buses urbanos y extraurbanos y otro tipo de transporte colectivo, que van hacia diversos destinos o que solo utilizan este pueblo como vía de paso. Está ubicada en la primera avenida y cuarta calle esquina.

Por su constante entrada y salida de buses se genera un movimiento peatonal durante todo el día de aproximadamente mil personas los días lunes a viernes y tres mil personas los fines de semana. Según análisis, la infraestructura vial en su alrededor, sobre la primera avenida, no posee los espacios óptimos para desplazarse peatonalmente, como lo son las banquetas.

Figura 14. **Ubicación de la terminal de buses y vista sobre la primera avenida**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Cementerio general

Es el único cementerio del municipio, por ende, se considera un polo peatonal, por el constante movimiento de personas que visitan a sus familiares fallecidos. Los fines de semana son los días que mayor movimiento se genera, pero principalmente cuando hay entierros. Durante los entierros, se llegan a movilizar unas doscientas personas, cuando se trata de familias poco conocidas. Pero también se llegan a movilizar unas dos mil o tres mil personas cuando se trata de personas muy conocidas y muy estimadas en el pueblo.

Su ubicación está al final de la cuarta calle, vista hacia el occidente. Según nuestro análisis de la infraestructura de las calles, necesita una señalización vial para su adecuada movilización peatonal.

Figura 15. **Ubicación del cementerio general**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Mercado municipal

La infraestructura física de este mercado está ubicada en la primera y segunda avenida; hace esquina con la quinta calle con un largo de aproximadamente 70 metros hacia la cuarta calle. Pero, el mercado propiamente dicho, no se circunscribe dentro de la ubicación ya descrita. Se utilizan también las calles circundantes todos los días y se amplía la utilización de las calles en día domingo. De lunes a sábado, se utiliza la segunda avenida para ventas de mercado desde la cuarta calle hasta la sexta calle; se deja un solo carril de la avenida para el paso de vehículos y peatones porque las banquetas en todo ese tramo, están bloqueadas por las mismas ventas.

De la misma manera, la primera avenida, se utiliza con ventas todos los días desde la cuarta calle hasta la sexta calle con la particularidad que ahí solo se utilizan las banquetas y por lo tanto, el paso de vehículos es más fluido. Los buses extraurbanos solo pueden circular por disposición municipal, en la primera avenida. En día domingo, el mercado en la segunda avenida, se amplía hasta la séptima calle, utilizándose para el efecto, prácticamente 3 cuadras. Ese día, queda bloqueado totalmente el paso para toda clase de vehículos en la segunda avenida, desde la séptima hasta la cuarta calle, dirigiéndose todo el tráfico para la primera avenida.

Es importante indicar, que la quinta calle, desde la primera avenida hasta la tercera avenida (dos cuadras), conocida como 'la calle del mercado', se mantiene bloqueada de fijo todos los días por ventas de mercado, situación que ocurre desde hace aproximadamente 25 años. En esas dos cuadras, solo hay movilización peatonal.

En el mercado municipal de Patulul, incluyendo las ventas de la calle ya descritas, se movilizan cada día unas tres mil personas y en día domingo, unas ocho mil personas. Patulul es un centro de comercio, a donde confluyen todos los días y principalmente los domingos, personas provenientes del área urbana y de todas las comunidades del área rural del municipio y además, miles de personas de municipios aledaños como San Juan Bautista, Santa Bárbara, Río Bravo, los tres de Suchitepéquez; San Lucas Tolimán del departamento de Sololá, San Miguel Pochuta del departamento de Chimaltenango y también de algunas comunidades cercanas que pertenecen a Nueva Concepción y a Santa Lucía Cotzumalguapa, ambos del departamento de Escuintla.

Figura 16. **Ubicación del mercado municipal y visualización de calles que impiden una movilidad urbana**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Colegio Jesús de Nazareth

Está ubicado en la tercera avenida, entre segunda y tercera calles. Es un lugar de mucho movimiento vehicular, pues prácticamente, la tercera avenida es considerada como la arteria más importante, principalmente por ser la vía de entrada al pueblo viniendo de la carretera del Pacífico, para encaminarse a la ruta turística del lago de Atitlán. Aparte de eso, este colegio genera bastante movilidad peatonal en el sector en donde está ubicado en las horas de entrada y salida de clases, que es cuando alumnos, docentes y padres de familia llegan o se retiran del lugar.

El colegio cuenta durante este ciclo escolar con una inscripción total de 262 alumnos y su personal docente y administrativo, suma la cantidad de 281 personas, por lo que se propone una correcta señalización vial.

Figura 17. **Ubicación el colegio Jesús de Nazareth**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Municipalidad de Patulul

Todo el frente de este centenario edificio de estructura colonial da a la calle que se identifica como la prolongación de la cuarta calle, que, por cierto, es una calle de trazo muy irregular. El costado oriente del edificio hace esquina con la tercera avenida, la principal arteria del pueblo.

En torno a este edificio, se genera mucha movilidad vehicular y peatonal, principalmente por ser el centro administrativo del municipio. Solo en cuanto a trabajadores de las diferentes áreas de la municipalidad, se movilizan en ese sector en horario de entrada (07:00 de la mañana) y en horario de salida (04:00 de la tarde), más de 500 personas. Y si se toma en cuenta a las personas que a diario asisten a las diferentes oficinas de la municipalidad a hacer cualquier trámite, se está hablando de una movilización de unas mil o mil quinientas personas cada día en ese sector, principalmente de lunes a viernes. Obviamente, el movimiento de personas baja considerablemente en días sábado y domingo.

Figura 18. **Ubicación municipalidad de Patulul**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Parque central

En torno al parque central se observa todos los días, mucha movilización de personas y vehículos, principalmente por estar ubicado en la tercera avenida, la principal arteria, entre cuarta y quinta calles. Pero, además influye bastante tener en sus alrededores, lo más fuerte del comercio del pueblo y las más importantes agencias bancarias establecidas en este lugar.

Es importante anotar, que este parque, también es utilizado como centro de recreación por propios y visitantes prácticamente durante todas las horas del día y principalmente durante las primeras horas de la noche. Además, es tradición que estudiantes del nivel medio de la jornada vespertina, utilizan el parque en horas del medio día antes de la hora de entrada a clases o en horas de final de la tarde, saliendo de clases, como un lugar para poder compartir con sus amigos y compañeros de estudio.

Con todo este detalle, se puede hablar, que todos los días de lunes a viernes, en las calles alrededor del parque central, se movilizan unas dos mil personas o más. El día sábado baja considerablemente la cantidad de personas que se movilizan en ese sector, pero en día domingo, el movimiento de personas es más fuerte, principalmente alimentado por visitantes que llegan al pueblo con fines de acceder al comercio y al mercado del pueblo. Se podría calcular, que en día domingo, se movilizan en los alrededores del parque central, unas cuatro mil personas.

Se observó también que sobre la tercera avenida y quinta calle no hay espacios óptimos para la movilidad peatonal, debido a que las banquetas son obstaculizadas por comercios.

Figura 19. Ubicación del parque central y estado de movilidad peatonal en su alrededor



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Centro comercial Patulul

Ubicado entre las dos avenidas más importantes, la segunda y la tercera, haciendo esquina con la quinta calle, esquina opuesta al parque central y teniendo en su interior y exterior, locales comerciales que ofrecen toda clase de productos, desde zapaterías, ventas de ropa, juguetes, joyería, entre otros. Con una infraestructura de dos niveles, es un lugar que también genera mucha

movilidad de personas todos los días, pero principalmente los sábados y domingos.

El comercio que genera es parte muy importante para la economía del pueblo, principalmente en fechas clave, como lo son la feria titular del pueblo en enero, la fiesta patronal en julio, el día del cariño, la Semana Santa, las fiestas patrias y principalmente las fiestas de fin de año. En esas fechas la movilidad peatonal es altamente considerable en los alrededores de este centro comercial.

Figura 20. **Ubicación del centro comercial y vista de la quinta calle completamente obstaculizada por mercado**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Centro de salud

Ubicado en la tercera avenida entre quinta y sexta calle, genera cierta movilidad de personas, siendo principalmente los empleados y los pacientes

que buscan los servicios de salud del Estado las 24 horas del día todos los días de la semana, ya que está constituido como centro de Atención Permanente CAP. La movilidad peatonal, obviamente, es más durante las horas del día, pues es cuando el centro atiende todos los programas que tiene asignados por el Sistema nacional de salud. En horas de la noche, se atienden más que todo, emergencias.

Figura 21. **Ubicación del centro de salud**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- **Escuela Rafael Arellano Cajas**

Ubicada en la tercera avenida entre la séptima calle y el monumento a La Madre. En este edificio, funciona la escuela para varones en jornada matutina, con una inscripción para el ciclo escolar 2019, de 387 alumnos y la escuela mixta en jornada vespertina con una inscripción de 621 alumnos. Entre

estudiantes, docentes y padres de familia, esta escuela genera todos los días, de lunes a viernes, una movilidad aproximada de mil trecientas personas.

Por estar sobre una avenida importante con una amplia demanda vehicular y peatonal durante todo el día, se considera de urgencia una optima señalización vial.

Figura 22. **Ubicación de la escuela Rafael Arellano Cajas**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

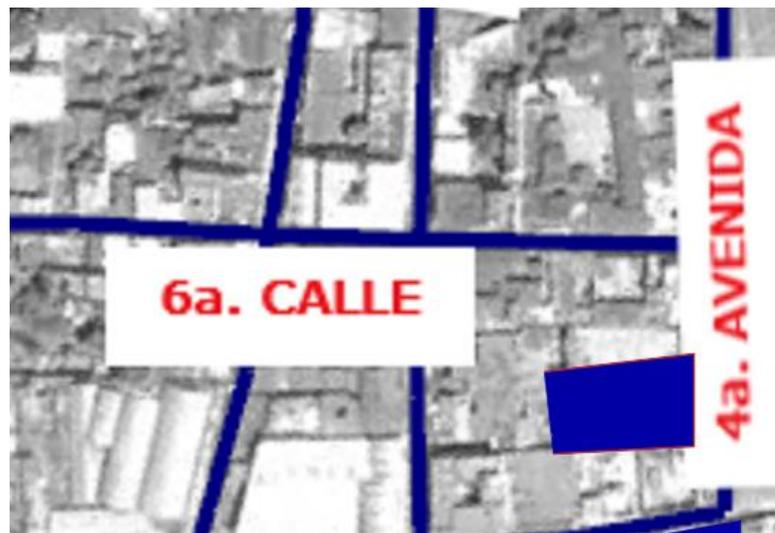
- Instituto básico Eduardo Torres

Ubicado en la cuarta avenida entre quinta y sexta calles. Esta cuarta avenida desde la quinta hasta la octava calle tiene un movimiento vehicular

mucho menor que la primera, segunda y tercera avenidas. Esto favorece al movimiento peatonal que se produce en el horario de entrada (01:00 de la tarde) y en el horario de salida (06:00 de la tarde).

Este instituto cuenta con una inscripción para 2019, de 513 estudiantes y sumando la cantidad del personal administrativo y docente (18 en total) y la visita diaria de padres de familia a realizar diferentes trámites, podemos calcular que la movilidad de personas en la avenida frente al plantel, llega a unas 600 personas diarias, de lunes a viernes.

Figura 23. **Ubicación del instituto básico Eduardo Torres**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

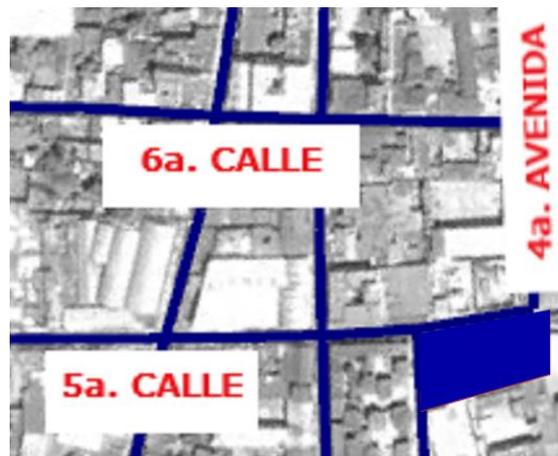
- Iglesia católica Santa María Magdalena

Ubicada en la cuarta avenida, haciendo esquina con la quinta calle, separada del parque central por la propia avenida. En torno a esta iglesia se

genera bastante movimiento de personas todos los días. Los fieles católicos asisten a la Iglesia a participar de la santa misa y en cualquier horario del día a visita piadosa y la adoración del santísimo.

Todos los días, la mayor movilidad de personas se da cuando asisten a misa, principalmente en horario de 06:30 de la tarde o en cualquier horario del día a misas de acción de gracias, misas de réquiem o misas de cuerpo presente. A cada misa, dependiendo de diferentes circunstancias, asisten entre 200 a 500 personas. En día domingo, es cuando mayor movilidad se da en torno a la Iglesia, pues se celebran 4 misas durante el día programadas oficialmente. Cada una de las misas de día domingo, reúne en la Iglesia a aproximadamente mil personas, por lo tanto, el movimiento de personas en este día se calcula en unas cuatro mil.

Figura 24. **Ubicación de la iglesia católica Santa María Magdalena**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- **Escuela para niñas Joaquina Ortíz Ortíz**

Ubicada en la esquina que forman la cuarta calle (conocida en este sector como 'la calle de la municipalidad'), con la cuarta avenida. El edificio de esta escuela se encuentra en la parte posterior de la cancha municipal de basquetbol y tiene como única entrada oficialmente reconocida, solo por la cuarta calle. El edificio de esta escuela, alberga en la jornada matutina a la escuela para Niñas Joaquina Ortiz Ortiz con una inscripción para el ciclo escolar 2019 de 469 alumnas y con una cantidad de 22 profesores entre administrativos y docentes. Se suma a estas cantidades, la cantidad de padres de familia que a diario se presentan al establecimiento a dejar o a recoger a sus hijas, se genera un movimiento peatonal en horario de 07:30 (entrada a clases) y en horario de 12:30 (salida de clases), en una cantidad aproximada de 600 personas todos los días, de lunes a viernes. También, en la jornada vespertina, este edificio escolar, alberga al instituto nacional de educación básica y diversificada, que, entre estudiantes, docentes y padres de familia, genera todas las tardes de lunes a viernes un movimiento peatonal en sus horarios de entrada y salida, de más de 600 personas.

Figura 25. **Ubicación de la escuela para niñas Joaquina Ortíz Ortíz**



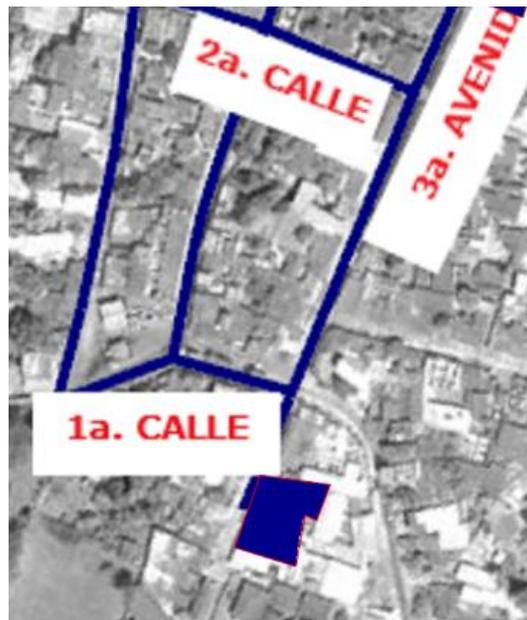
Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

- Colegio mixto Nuevo Amanecer, Cemina

Ubicado al extremo de la tercera avenida sur, en el tramo conocido como 'Calle del Calvario'.

Este entorno, no genera mayor movimiento vehicular, pero sí bastante movimiento peatonal por la presencia de estudiantes, docentes y padres de familia en las jornadas matutina y vespertina en una cantidad de trescientas personas en cada jornada.

Figura 26. **Ubicación del colegio mixto Nuevo Amanecer**



Fuente: elaboración propia, empleando Google earth.

3.2. Aforos vehiculares

Un aforo es un conteo vehicular y tiene como objetivo cuantificar la cantidad de vehículos que transitan en un punto determinado, en el cual se obtiene una muestra de estos, durante el periodo en el que se efectúa. El volumen de tránsito que se obtiene es un antecedente clave para cuando se necesite planear una mejora o remodelación de las calles o carreteras, nuevas vías de comunicación, entre otros. Es necesario conocer los siguientes términos:

- Transito anual (TA): es el número de vehículos que pasan durante un año.
- Transito mensual (TM): es el número de vehículos que pasan durante un mes.
- Transito semanal (TS): es el número de vehículos que pasan durante una semana.
- Tránsito diario (TD): es el número total de vehículos que pasan durante un día.
- Tránsito horario (TH): es el número de vehículos que pasan durante una hora.
- Volúmenes de tránsito: es el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.

- Densidad de tránsito: es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.
- Intensidad o volumen medio diario (VMD): es el volumen total que pasa por una sección transversal o por un segmento de una carretera, en ambos sentidos, durante un año, dividido entre el número de días en el año. Se puede obtener también para un solo sentido.

Existen diferentes tipos de aforos vehiculares, las modalidades más comúnmente usadas son:

- Aforos manuales: son aquellos que registran la cantidad de vehículos por medio de trazos en papel, utilizando personal de campo. Con este método se pueden clasificar los vehículos por tamaño, tipo y otras características. Para garantizar la veracidad de los datos, los conteos se deben realizar por duplicado. Teniendo esto en cuenta, el personal humano debe ser suficiente de tal manera que en ningún caso una misma persona realice un conteo y su respectivo duplicado. Las personas encargadas del conteo deben situarse en un punto de intersección
- Contadores mecánicos: para este tipo de conteo se utilizan instrumentos para contabilizar los vehículos, no necesitando personal permanente como en el caso de los aforos manuales. Estos instrumentos se basan en principios como el de la célula fotoeléctrica, presiones en planchas especiales o por medio de detectores magnéticos o hidráulicos.

- Contadores portátiles: dependiendo del modelo toman nota de volumen de tránsito a cada hora y 15 minutos. Pueden ser tubos neumáticos u otro tipo de detector portátil.

3.3. Centros de concentración vehicular

Siguiendo con este análisis se desarrollaron aforos vehiculares en los puntos de concentración vehicular dentro del municipio. Para esta investigación se analizó por medio del aforo manual.

Se identificaron 2 puntos específicos, donde se conglojera la mayor cantidad de vehículos, estos puntos son los siguientes:

Entrada del casco urbano del municipio, esquina con gasolinera Texaco. Ingreso de vehículos que vienen de carretera del pacífico. en ruta hacia el norte.

Salida del casco urbano del municipio, la cual se sitúa en la 8a. calle y 2a. avenida, gasolinera Shell. Salida de vehículos hacia el norte, ruta al lago de Atitlán y el altiplano.

El conteo se realizó el martes 05 de febrero y el sábado 09 de febrero del año 2019. En el intervalo de tiempo de 6:00 a 18:00 horas.

Para este conteo se utilizan hojas donde se marca cada vehículo, como a continuación se muestra, para luego poder realizar el análisis de los niveles de servicio en los puntos de aforo.

Tabla III. **Conteo manual y clasificación de vehículos, entrada al municipio**

ESTACIÓN TIPO: 1

PUNTO DE CONTEO: ENTRADA CASCO URBANO MUNICIPIO PATULLUL KM. 1 ESTACIÓN No. 1

CODIGO RUTA: TRAMO CARRETERO - ENTRADA MUNICIPIO (GASOLINERA TEXACO)

FECHA DEL CONTEO: 5-feb-19 SENTIDO: NORTE

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRANSITO CLASIFICADO																	TOTAL						
	6:00-6:30	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00							
1	20	30	35	32	28	24	42	72	79	93	65	79	69	80	87			835						
2	38	48	65	39	40	48	89	102	102	87	72	93	95	97	82			1097						
3	12	12	9	11	11	11	28	31	37	27	30	31	29	25	32			336						
4	2	1	0	1	0	0	2	0	6	5	5	1	3	5	5			45						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0			1						
5	1	5	3	0	0	0	2	0	2	3	3	2	0	2	1			24						
	5	2	0	0	0	1	2	0	0	1	2	1	1	2	1			18						
6	30	27	33	24	29	32	54	55	53	69	63	62	51	58	57			697						
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0						
8 OTROS	97	115	162	133	175	153	261	301	336	417	285	229	307	319	402			3692						
TOTAL DE VEHÍCULOS	205	240	316	240	283	269	480	561	615	702	525	499	555	588	667	0	0	6,745						
VL=	5624	OBSERVACIONES: Vehículos que ingresan al municipio en ruta hacia el norte que viene de carretera del pacífico																						
VP=	1121																							
VT=	6745																							
PORCENTAJES	% LIV.	83.38%																	% PESADO	16.62%				
AUTOMOVIL LIVIANO	83.38%	BUSES	10.33%	CAMIONES	6.29%	VEH. RECREATIVOS	0.00%																	

ESTACIÓN TIPO: 1

PUNTO DE CONTEO: ENTRADA CASCO URBANO MUNICIPIO PATULLUL KM. 1 ESTACIÓN No. 1

CODIGO RUTA: TRAMO CARRETERO - ENTRADA MUNICIPIO (GASOLINERA TEXACO)

FECHA DEL CONTEO: 5-feb-19 SENTIDO: NORTE

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRANSITO CLASIFICADO																	TOTAL						
	6:00-6:30	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00							
1	27	25	30	34	54	39	80	105	117	112	86	80	69	104	96			1058						
2	43	48	47	49	50	49	116	118	130	120	128	93	89	109	93			1282						
3	13	14	13	19	17	24	41	34	39	43	31	26	26	27	20			387						
4	1	2	6	1	2	0	0	2	2	8	1	6	1	1	4			37						
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0						
5	1	0	5	0	0	1	2	2	5	3	1	1	2	2	1			26						
	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	4	3	0	1			12						
6	33	39	25	38	38	29	59	61	69	70	75	66	63	67	61			793						
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0						
8 OTROS	96	139	176	209	244	171	321	397	382	414	389	314	199	359	394			4204						
TOTAL DE VEHÍCULOS	214	267	302	351	405	313	621	721	744	770	711	590	452	670	670	0	0	7,801						
VL=	6544	OBSERVACIONES: Vehículos que ingresan al municipio en ruta hacia el norte que viene de carretera del pacífico																						
VP=	1257																							
VT=	7801																							
PORCENTAJES	% LIV.	83.89%																	% PESADO	16.11%				
AUTOMOVIL LIVIANO	83.89%	BUSES	10.17%	CAMIONES	5.55%	VEH. RECREATIVOS	0.00%																	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Conteo manual y clasificación de vehículos, salida del casco urbano del municipio**

PUNTO DE CONTEO: SALIDA CASCO URBANO DEL MUNICIPIO PATULUL KM: ESTACIÓN No. 2 ESTACIÓN TIPO:

CODIGO RUTA: TRAMO CARRETERO - Ba. Calle y 2a. Avenida / GASOLINERA SHELL

FECHA DEL CONTEO: 12-Feb-19 SENTIDO: NORTE

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRANSITO CLASIFICADO																TOTAL	
	6:00-6:30	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00		19:00-20:00
1	20	27	31	42	24	29	56	51	69	72	69	79	69	54	81			773
2	31	46	45	43	45	58	103	110	124	113	92	114	100	108	107			1239
3	11	13	13	14	10	16	32	29	33	40	30	38	38	34	25			376
4	2	1	1	0	0	2	2	1	0	0	2	0	2	2	0			15
5	16	26	24	17	13	11	24	34	22	33	32	41	42	30	33			398
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0			1
8 OTROS:	169	365	426	401	342	271	611	697	688	831	726	546	639	663	760			8135
TOTAL DE VEHÍCULOS	250	480	541	518	435	387	831	923	937	1091	952	819	890	891	1006	0	0	10,951
VL= 10147	OBSERVACIONES: Vehiculos que salen hacia el norte, ruta al Lago de Atitlán y el altiplano																	
VP= 804																		
VT= 10951																		
PORCENTAJES	% LIV.	92.66%															% PESADO	7.34%
AUTOMOVIL LIVIANO	92.66%	BUSES	3.63%	CAMIONES	3.71%	VEH. RECREATIVOS	0.00%											

1.- Vehículo liviano
2.- Pick-up
3.- C-2, C-3, C-4
4.- T3-S2, T3-S3
5.- Microbuses
6.- Buses
7.- T3-S2-R4
8.- Otros

PUNTO DE CONTEO: SALIDA CASCO URBANO DEL MUNICIPIO PATULUL KM: ESTACIÓN No. 2 ESTACIÓN TIPO:

CODIGO RUTA: TRAMO CARRETERO - Ba. Calle y 2a. Avenida / GASOLINERA SHELL

FECHA DEL CONTEO: 16-Feb-19 SENTIDO: NORTE

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	RESUMEN Y HORARIO DEL CONTEO DE TRANSITO CLASIFICADO																TOTAL	
	6:00-6:30	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00		19:00-20:00
1	16	24	9	20	37	32	59	61	70	96	58	63	70	104	97			816
2	42	59	17	57	61	55	114	116	109	108	87	92	111	108	97			1233
3	13	13	4	8	17	17	36	28	22	27	28	19	24	21	16			293
4	1	9	1	1	2	0	0	2	2	8	1	6	1	1	4			39
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
6	1	0	5	0	0	1	2	2	5	3	1	1	2	2	1			26
7	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0			7
8 OTROS:	19	33	8	13	16	14	29	20	22	27	28	29	36	34	32			360
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
7	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0			4
8 OTROS:	184	306	108	238	299	233	500	531	622	486	409	428	355	454	602			5755
TOTAL DE VEHÍCULOS	276	444	152	340	432	352	742	762	852	755	612	638	602	725	849	0	0	8,533
VL= 7804	OBSERVACIONES: Vehiculos que salen hacia el norte, ruta al Lago de Atitlán y el altiplano																	
VP= 729																		
VT= 8533																		
PORCENTAJES	% LIV.	91.46%															% PESADO	8.54%
AUTOMOVIL LIVIANO	91.46%	BUSES	4.22%	CAMIONES	4.32%	VEH. RECREATIVOS	0.00%											

1.- Vehículo liviano
2.- Pick-up
3.- C-2, C-3, C-4
4.- T3-S2, T3-S3
5.- Microbuses
6.- Buses
7.- T3-S2-R4
8.- Otros

Fuente: elaboración propia.

3.4. Niveles de servicio

El nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo y se define como una medida cualitativa que determina las condiciones de operación, de un flujo vehicular, y de su percepción por los conductores.

Los factores que afectan el nivel de servicio distinguimos los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tráfico, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, entre otros. Entre los externos están las características físicas tales como la anchura de carriles, la distancia libre lateral, la anchura de hombreras, las pendientes, entre otros.

Para cada tipo de infraestructura se definen los siguientes 6 niveles de servicio, para los cuales se disponen de procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F; el nivel de servicio es (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas, y el NS F, las peores.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas de flujo ininterrumpido son las siguientes:

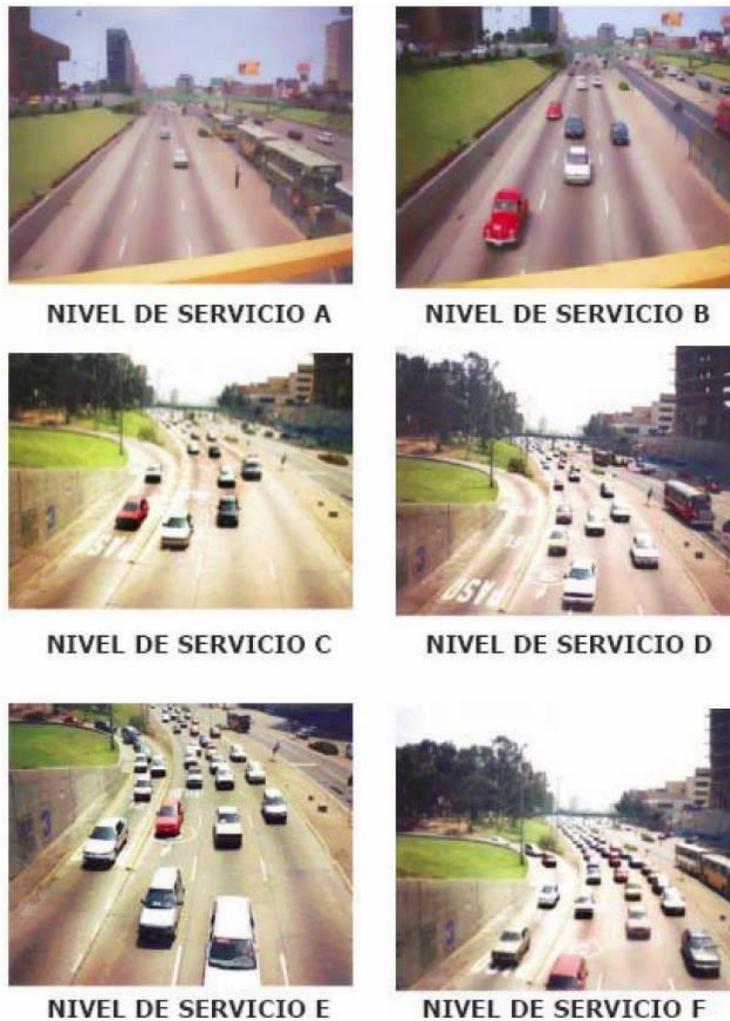
- A: flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.
- B: flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito. La libertad de selección de las velocidades

deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A.

- C: se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
- D: acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.
- E: flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a ceder el paso. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.
- F: flujo forzado, condiciones de 'pare y siga', congestión de tránsito. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

A cada nivel de servicio corresponde un volumen de servicio, que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo (casi siempre por hora), que pasará mientras se conserve dicho nivel.

Figura 27. Ejemplo de los 6 niveles de servicio



Fuente: elaboración propia.

Para esta investigación, después de obtenidos los datos de los aforos vehiculares en los dos puntos anteriormente descritos, se realiza el análisis de sus niveles de servicios, utilizando el *TRB highway capacity manual 1994*, como a continuación se describe.

3.4.1. Nivel de servicio para la entrada del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el martes 05 de febrero de 2019

Según los datos obtenidos en el conteo, se calcula el nivel de servicio al que opera en la vía de entrada al municipio. Esto consiste en encontrar los volúmenes de tráfico ideales para cada nivel de servicio. Luego, compararlo con el volumen de la hora pico, volumen que debe ser expresado como equivalente (VE) a través de la expresión:

$$VE = V_{Thp}/F_{ph}$$

Por tanto:

$$VE = \frac{708}{0,95}$$

$$VE = 745 \text{ vehículos por hora}$$

Para resolver esto es necesario trabajar con el manual de SIECA:

Donde:

- $S_{fi} = 2800 \times (v/c) \times f_d \times f_w \times f_{hv}$
- S_{fi} = volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado
- 2800 = flujo de tránsito ideal en ambos sentidos, en vehículos por hora
- v/c = relación volumen/capacidad del nivel de servicio
- f_d = factor de distribución direccional del tránsito
- f_w = factor para anchos de carril y hombros
- f_{hv} = factor de vehículos pesados

v/c: relación volumen/capacidad del nivel de servicio

Esto, está en función de las restricciones de rebase y del tipo de terreno. Para este caso las restricciones de rebase son: 5 % / Terreno plano.

Las restricciones de rebase se refiere a la capacidad que tiene un vehículo para adelantar en determinada área o longitud de camino (cunetas, curvas, camino estrecho, construcciones).

Con base en el cuadro 2,5, pág. 2-18 del *TRB highway capacity manual 1994*, con el tipo de terreno indicado se sabe que para los distintos niveles la relación será la siguiente:

Tabla V. **Cuadro 2,5, nivel de servicio (V/C) para carretera de dos carriles**

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

Fuente: Transportation Research Board. *TRB highway capacity manual 1994*. p. 2-18.

Tabla VI. **Nivel de servicio para la entrada del municipio**

Nivel de Servicio	V/C
A	0,12
B	0,24
C	0,39
D	0,62
E	1

Fuente: elaboración propia.

fd = factor de distribución direccional del tránsito

Depende de la distribución vehicular por sentido de flujo. Con ayuda del cuadro 2,6 del *TRB highway capacity manual 1994* y sabiendo que la distribución direccional es igual a 100/0.

Tabla VII. **Cuadro 2,6, de factores de ajuste por distribución direccional del tránsito de carreteras de dos carriles**

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

Fuente: Transportation Research Board. *TRB highway capacity manual 1994*. p. 2-18.

Según esta tabla el factor direccional será: 0,71

fw: factor para anchos de carril y hombros

Para este se usa el ancho de carril y el de hombro para cada nivel de servicio, en base al siguiente cuadro 2,8 pág. 2-20 del *TRB highway capacity manual 1994*.

Tabla VIII. **Cuadro 2,8, factor de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles**

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

Fuente: Transportation Research Board. *TRB highway capacity manual 1994*. p. 2-20.

Tabla IX. **Nivel de servicio / factor de carril y hombros**

Nivel de servicio	FW
A	0,77
B	0,77
C	0,77
D	0,77
E	0,85

Fuente: elaboración propia.

De modo que:

- Ancho de carril en metros equivale a 3,5
- Ancho de hombros en metros equivale a 0

f_{h_v} = factor de vehículos pesados

Este está expresado por:

$$f_{h_v} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Las equivalencias en automóviles para camiones pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos recreacionales (ER), afectadas por el alineamiento horizontal, son tomadas de las tablas del *Manual de capacidades*. Los factores PT, PB y PR corresponden a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total. Se sabe que:

- Porcentaje camiones = 6,29
- Porcentaje buses = 10,33
- Porcentaje Vehículos recreativos = 0

Los valores ET, EB y ER se obtienen del cuadro 2,9 pág. 2-20, del TRB highway capacity manual 1994.

Tabla X. **Cuadro 2,9, automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, carreteras de dos carriles**

Tipo de vehículo	Nivel servicio	Tipo de terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones, Et	A	2,0	4,0	7,0
	B-C	2,2	5,0	10,0
	D-E	2,0	5,0	12,0
Buses, Eb	A	18	3,0	5,7
	B-C	2,0	3,4	6,0

Continuación de la tabla X.

	D-E	1,6	2,9	6,5
Vehículos recreativos, ER	A	2,2	3,2	5
	B-C	2,5	3,9	5,2
	D-E	1,6	3,3	5,2

Fuente: Transportation Research Board. *TRB highway capacity manual 1994*. p. 2-20.

$$f_{hv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Deben introducirse los valores ET, EB y ER correspondiente. Por tanto, el factor vehículo pesado para cada nivel será:

- Fhv (nivel A) = 0,872950748
- Fhv (nivel B) = 0,848334719
- Fhv (nivel C) = 0,848334719
- Fhv (nivel D) = 0,888983714
- Fhv (nivel E) = 0,888983714

Finalmente, el volumen de servicio para el nivel de servicio será:

$$S_{fi} = 2800x (v/c) x f_d x f_w x f_{hv}$$

Donde:

- Nivel A (Veh/hora) = 160
- Nivel B (Veh/hora) = 312
- Nivel C (Veh/hora) = 506
- Nivel D (Veh/hora) = 844
- Nivel E (Veh/hora) = 1 502

El nivel al que está operando la carretera es el que está más próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (veh/hora) = 745.

En este caso el nivel será: E

Se finaliza con un resumen del cálculo nivel de servicio que opera la entrada del municipio, del aforo realizado el martes 05 de febrero de 2019:

- Características de la vía
 - Terreno: plano
 - velocidad proyecto (kmh): 30
 - Ancho de carriles (m): 3,5
 - Ancho de hombros (m): 0
 - Restricciones de rebase: 5 %
 - Nivel de servicio: E

- Características del tráfico
 - VThp: 708
 - Fph: 0,95
 - Distribución direccional: 100/0
 - Tráfico:
 - porcentaje camiones 6,29
 - porcentaje buses 10,33
 - porcentaje vehículos recreativos 0

3.4.2. Nivel de servicio para la entrada del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el sábado 09 de febrero de 2019

Continuando con nuestro análisis y de la misma manera que se realizó para los datos obtenidos en el aforo anterior, se calcula el nivel de servicio al que opera en la vía de entrada al municipio, mediante la siguiente expresión:

$$VE = VThp/Fph$$

Por tanto:

$$VE = \frac{1\,282}{0,95}$$

VE = 1 349 vehículos por hora

Resolviéndolo por medio del manual SIECA, de la misma manera que se expresó anteriormente, por medio de lo siguiente:

$$Sfi = 2\,800 \times (v/c) \times fd \times fw \times fhv$$

v/c: relación volumen/capacidad del nivel de servicio

Para este caso las restricciones de rebase son: 5 % / terreno plano.

fd: factor de distribución direccional del tránsito

Por medio del cuadro 2,6 del *TRB highway capacity manual 1994* y sabiendo que la distribución direccional es igual a 100/0.

El factor direccional será: 0,71

fw: factor para anchos de carril y hombros

En base al cuadro 2,8 pág. 2-20 del *TRB highway capacity manual 1994*, se obtiene:

- Ancho de carril en metros equivale a 3,5
- Ancho de hombros en metros equivale a 0

f_{h_v} = Factor de vehículos pesados

Expresado por:

$$f_{h_v} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Se sabe que:

- porcentaje camiones = 10,17
- porcentaje buses = 5,95
- porcentaje vehículos recreativos = 0

Los valores ET, EB y ER se obtienen del cuadro 2,9 pág. 2-20, del *TRB highway capacity manual, 1994*. Por lo cual el factor vehículo pesado para cada nivel será:

- F_{h_v} (nivel A) = 0,87009484
- F_{h_v} (nivel B) = 0,846353065
- F_{h_v} (nivel C) = 0,846353065

- Fhv (nivel D) = 0,879198171
- Fhv (nivel E) = 0,879198171

El volumen de servicio para el nivel de servicio será:

$$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv$$

Donde:

- Nivel A (Veh/hora) = 160
- Nivel B (Veh/hora) = 311
- Nivel C (Veh/hora) = 505
- Nivel D (Veh/hora) = 834
- Nivel E (Veh/hora) = 1 486

El nivel al que está operando la carretera, es el que está más próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (Veh/hora) = 1 349.

En este caso el nivel será: E

Se finaliza con un resumen del cálculo nivel de servicio que opera la entrada del municipio, del aforo realizado el sábado 09 de febrero de 2019:

- Características de la vía
 - Terreno: plano
 - velocidad proyecto (kmh): 30
 - Ancho de carriles (m): 3,5

- Ancho de hombros (m): 0
- Restricciones de rebase: 5 %
- Nivel de servicio: E

- Características del tráfico
 - VThp: 1 282
 - Fph: 0,95
 - Distribución direccional: 100/0
 - Trafico:
 - porcentaje camiones 10,17
 - porcentaje buses 5,95
 - porcentaje vehículos recreativos 0

3.4.3. Nivel de servicio para la salida del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el martes 12 de febrero de 2019

De la misma manera que se realizó para los datos obtenidos en los aforos anteriores, se calcula el nivel de servicio al que opera en la vía de entrada al municipio, mediante la siguiente expresión:

$$VE = VThp/Fph$$

Por tanto:

$$VE = \frac{1\ 239}{0,95}$$

$$VE = 1\ 304 \text{ vehículos por hora}$$

De la misma manera, por medio del manual SIECA, se resuelve por medio de lo siguiente:

$$Sfi = 2800x (v/c) \times fd \times fw \times fhv$$

v/c: relación volumen/capacidad del nivel de servicio

Para este caso las restricciones de rebase son: 5 % / terreno plano.

fd: factor de distribución direccional del tránsito

Por medio del cuadro 2,6 del *TRB Highway Capacity Manual 1994* y sabiendo que la distribución direccional es igual a 100/0.

El factor direccional será: 0,71

fw: factor para anchos de carril y hombros

Con base en el cuadro 2,8 pág. 2-20 del *TRB highway capacity manual 1994*, se obtienen:

- Ancho de carril en metros equivale a 3,5
- Ancho de hombros en metros equivale a 0

fhv = factor de vehículos pesados

Expresado por:

$$fhv = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Se sabe que:

- porcentaje camiones = 3,63
- porcentaje buses = 3.71
- porcentaje veh. recreativos = 0

Los valores ET, EB y ER se obtienen del cuadro 2,9 pág. 2-20, del *TRB highway capacity manual, 1994*. Por lo cual el factor vehículo pesado para cada nivel será:

- Fhv (nivel A) = 0,938103904
- Fhv (nivel B) = 0,925360428
- Fhv (nivel C) = 0,925360428
- Fhv (nivel D) = 0,944679565
- Fhv (nivel E) = 0,944679565

El volumen de servicio para el nivel de servicio será:

$$Sfi = 2800x (v/c) \times fd \times fw \times fhv$$

Donde:

- Nivel A (Veh/hora) = 172
- Nivel B (Veh/hora) = 340
- Nivel C (Veh/hora) = 552
- Nivel D (Veh/hora) = 897
- Nivel E (Veh/hora) = 1 596

El nivel al que está operando la carretera, es el que está más próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (Veh/hora) = 1 304.

En este caso el nivel será: E

Se Finaliza con un resumen del cálculo nivel de servicio que opera la salida del municipio, del aforo realizado el martes 12 de febrero de 2019:

- Características de la vía
 - Terreno: plano
 - velocidad proyecto (kmh): 30
 - Ancho de carriles (m): 3,5
 - Ancho de hombros (m): 0
 - Restricciones de rebase: 5 %
 - Nivel de servicio: E

- Características del tráfico
 - VThp: 1 239
 - Fph: 0,95
 - Distribución direccional: 100/0
 - Trafico:
 - % camiones 3,63
 - % buses 3,71
 - % vehículos recreativos 0

3.4.4. Nivel de servicio para la salida del municipio de Patulul sobre el aforo realizado el sábado 16 de febrero de 2019

De la misma manera que, para los datos obtenidos en los aforos anteriores, se calcula el nivel de servicio al que opera en la vía de salida al municipio, mediante la siguiente expresión:

$$VE = VThp/Fph$$

Por tanto:

$$VE = \frac{1\,233}{0,95}$$

VE = 1 297 vehículos por hora.

Con el manual SIECA, se resuelve por medio de lo siguiente:

$$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv$$

v/c: relación volumen/capacidad del nivel de servicio

Para este caso las restricciones de rebase son: 5 % / Terreno plano.

fd: factor de distribución direccional del tránsito

Por medio del cuadro 2,6 del *TRB highway capacity manual 1994* y sabiendo que la distribución direccional es igual a 100/0.

El factor direccional será: 0,71

fw: factor para anchos de carril y hombros

Con base en el cuadro 2,8 pág. 2-20 del *TRB highway capacity manual 1994*, se obtiene

- Ancho de carril en metros equivale a 3,5
- Ancho de hombros en metros equivale a 0

fhv = factor de vehículos pesados

Expresado por:

$$f_{hv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Se sabe que

- porcentaje camiones = 4,22
- porcentaje buses = 4,32
- porcentaje vehículos recreativos = 0

Los valores ET, EB y ER se obtienen del cuadro 2,9 pág. 2-20, del *TRB highway capacity manual, 1994*. Por lo cual el factor vehículo pesado para cada nivel será:

- Fhv (nivel A) = 0,928712062
- Fhv (nivel B) = 0,914210488
- Fhv (nivel C) = 0,914210488

- Fhv (nivel D) = 0,936224394
- Fhv (nivel E) = 0,936224394

El volumen de servicio para el nivel de servicio será:

$$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv$$

Donde:

- Nivel A (Veh/hora) = 171
- Nivel B (Veh/hora) = 336
- Nivel C (Veh/hora) = 546
- Nivel D (Veh/hora) = 889
- Nivel E (Veh/hora) = 1 582

El nivel al que está operando la carretera, es el que está más próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (Veh/hora) = 1 297.

En este caso el nivel será: E

Se finaliza con un resumen del cálculo nivel de servicio que opera la salida del municipio, del aforo realizado el sábado 16 de febrero de 2019:

- Características de la vía
 - Terreno: plano
 - velocidad proyecto (kmh): 30
 - Ancho de carriles (m): 3,5

- Ancho de hombros (m): 0
 - Restricciones de rebase: 5 %
 - Nivel de servicio: E
- Características del tráfico
 - VThp: 1 233
 - Fph: 0,95
 - Distribución direccional: 100/0
 - Tráfico:
 - porcentaje camiones 4,22
 - porcentaje buses 4,32
 - porcentaje vehículos recreativos 0

Después de realizado el anterior análisis de los niveles de servicio en cada tramo donde se efectuó el aforo vehicular; se procede a evaluar los escenarios futuros del tránsito promedio diario para los tramos en análisis, que por cuestiones de tiempo y recursos, se tomará el tránsito TPD entre las 6:00 a 18:00 horas de la siguiente manera:

Tabla XI. **Escenarios futuros del TPD para la salida y entrada del casco urbano del municipio (con base en los días entre semana)**

Período de aforo base 2019				
Tpd	2019	2024	2029	2033
Entrada Patulul	6 745	7 819	9 065	10 508
Salida Patulul	10 951	12 695	14 717	17 061

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Escenarios futuros del TPD para la salida y entrada del casco urbano del municipio (con base en los días fin de semana)**

Período de aforo base 2019				
Tpd	2019	2024	2029	2033
Entrada Patulul	7 801	9 043	10 484	12 154
Salida Patulul	8 533	9 892	11 468	13 294

Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

El municipio de Patulul cuenta con una casi nula señalización vial, debido a la importancia de su ubicación geográfica; es de suma importancia que se encuentre con la debida señalización para evitar cualquier incidente.

Para el diseño de señalización vial en el municipio, se identificaron los polos de movilidad peatonal y vehicular. El diseño permitirá prevenir e informar tanto a peatones como al tránsito vehicular en los cruces que se describen en este capítulo.

Dicho diseño se realizó en un plano, donde se visualizan las señales verticales y horizontales planteadas para cada cruce en el casco urbano del municipio.

También, la propuesta se plasmó en imágenes para que se visualice como está actualmente y cómo queda ya señalizado.

A continuación, se presenta la propuesta realizada en plano.

Se presenta el detalle de cada cruce con las propuestas de señalización en imágenes reales del municipio.

- Cruce 1: está ubicado entre la primera avenida y primera calle. Es la única entrada del municipio de Patulul para el transporte liviano y pesado que viene de la carretera al pacífico. También, circulan en grandes cantidades mototaxistas, motocicletas, etcétera. Por ende, se necesita una óptima señalización vial, por su demanda vehicular.

Figura 28. 1ª avenida y 1ª calle entrada del pueblo vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **1ª calle salida hacia Cocalles esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **1ª calle entrada del pueblo esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 2: está ubicado en la primera avenida y segunda calle, frente al colegio privado San Andrés; es un polo peatonal y la mayor cantidad de transporte es de buses urbanos y extraurbanos. Nuestra propuesta se visualiza en las siguientes imágenes.

Figura 31. **1ª avenida y 2ª calle, esquina (frente al colegio San Andrés)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **2ª calle (calle del colegio San Andrés) esquina con 1ª avenida vista hacia occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **1ª avenida y 2ª calle entrada al colegio San Andrés (Izquierda) vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 3: ubicado entre la primera avenida y tercera calle, en su mayoría el transporte que se moviliza en este sector son buses urbanos y extraurbanos, debido a que está cerca la terminal.

Figura 34. **1ª avenida esquina con 3ª calle vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. 1ª avenida esquina con 3ª calle vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. 3ª calle esquina con 1a avenida, vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 4: según análisis del anterior capítulo, este es un polo peatonal y vehicular, debido a que está ubicado a un costado de la terminal de buses; por lo cual genera un movimiento significativo de buses urbanos y extraurbanos, transporte liviano, así como peatones que se dirigen a

dicha terminal y al cementerio general. Este cruceo está ubicado en la primera avenida y cuarta calle (calle del cementerio).

Figura 37. **1ª avenida esquina con calle del cementerio vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **1ª avenida, esquina con calle del cementerio vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **4ª calle (calle del cementerio) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **4ª calle (calle del cementerio) esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 5: ubicado en la primera avenida y quinta calle, este cruceo tiene la particularidad que está cerrada por completa la quinta calle (lado derecho) vista hacia el norte, por los vendedores del mercado municipal;

también, sobre la primera avenida es difícil transitar peatonalmente por el mismo motivo.

Figura 41. **1ª avenida esquina con 5ª calle vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **5ª calle (calle del mercado) cerrada por ventas vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **1ª avenida hacia el sur esquina con 5ª calle (calle de la terminal)**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 6: según análisis realizado, a partir de aquí hasta la 8ª calle (vista hacia el norte), la infraestructura vial está en mal estado y en su mayoría transita en esta avenida mucho transporte pesado, al mismo tiempo no hay tampoco ningún tipo de señalización. Dicho cruce está situado en la primera avenida y sexta calle.

Figura 44. **1ª avenida esquina con calle del Juzgado vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **6ª calle (calle del Juzgado) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

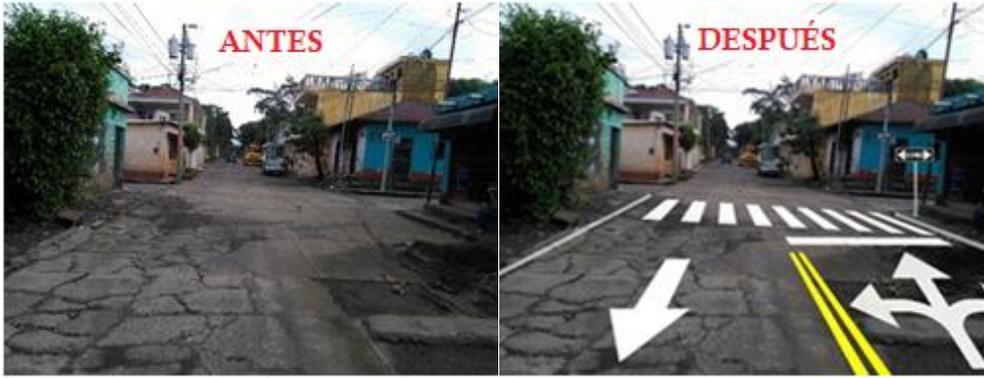
Figura 46. **1ª avenida esquina con calle del Juzgado vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 7:** situado en la primera avenida y séptima calle. Al igual que el anterior cruceo, sus calles están en muy mal estado. Y no cuenta con una infraestructura vial adecuada para la movilidad peatonal.

Figura 47. **1ª avenida esquina con calle del rastro vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **7ª calle (calle del rastro) esquina con 1ª avenida vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **7ª calle (calle del rastro) esquina con 1ª avenida vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **1ª avenida esquina con 7ª calle (calle del rastro) vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia

- **Crucero 8:** la primera avenida termina aquí y se une con la octava calle, en una curva cerrada y en subida. No cuenta con una infraestructura vial para la movilidad peatonal adecuada.

Figura 51. 1ª avenida norte esquina con 8ª calle



Fuente: elaboración propia

Figura 52. 1ª avenida y 8ª calle, esquina fábrica de hielo



Fuente: elaboración propia.

- 8ª. Calle: esta ubicación no es un cruce, pero es la calle previa a la bajada con curva cerrada, por lo que era de importancia señalar y prevenir a los que la transitan.

Figura 53. 8ª calle, entre 1ª y 2ª avenida



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 9: situado en la segunda avenida y primera calle. La avenida es solo de una vía vista hacia el sur. A un costado está la entrada/salida del municipio y una gasolinera. Por lo que es necesaria una adecuada señalización vial, para la adecuada movilidad peatonal y vehicular.

Figura 54. 2ª avenida final vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. 1ª calle vista hacia el occidente (vía hacia salida a Cocales)



Fuente: elaboración propia.

Figura 56. 1ª calle entrada del pueblo, esquina con 2ª avenida final



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 10: su ubicación es en la segunda avenida y segunda calle (calle que da con el colegio San Andrés). Su infraestructura vial está en mal estado. A continuación, propuesta en plano y en imágenes reales de la señalización vial.

Figura 57. **2ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **2ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. 2ª calle con 2ª avenida, vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

Figura 60. 2ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el norte (Barrio las Flores)



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 11: al igual que en los anteriores cruces, no cuenta con señalización vial. Se encuentra en la segunda avenida y tercera calle.

Figura 61. 2ª avenida con 3ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 62. 3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

Figura 63. 3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. 2ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el norte



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 12: se encuentra en la segunda avenida y cuarta calle. La movilidad urbana peatonal en este sitio está obstaculizada, las banquetas la ocupan los comerciantes. Este cruce está a un costado del mercado municipal, por la misma situación, así como la mala

educación vial y la nula señalización, es difícil transitar tanto vehicular como peatonalmente.

Figura 65. **2ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **4ª calle (calle del cementerio) esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **4ª calle (calle del cementerio) esquina con 2. avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **2ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 13: situado entre la segunda avenida y quinta calle. Hacia el sur sobre la segunda avenida, del lado izquierdo está ubicado el edificio del mercado municipal y del lado derecho el centro comercial Patulul. La quinta calle está cerrada en su totalidad por todos los comerciantes, de la

primera hacia la segunda calle y de la segunda hacia la tercera calle. También, se puede visualizar en las imágenes que la segunda avenida; si bien no está cerrada, están obstaculizadas sus banquetas con comercios, lo cual impide una movilidad peatonal y vehicular.

Figura 69. **2ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **2ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 14: localizado a un costado del mercado municipal. Entre la segunda avenida y sexta calle. No cuenta con una óptima movilidad peatonal. Sobre la segunda avenida vista hacia el sur, hacia el mercado; también, sobre la sexta calle, al igual que en el anterior cruce, están obstaculizadas sus banquetas con comercios.

Figura 71. **2ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **6ª calle (calle del Juzgado) esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **6ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **2ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 15:** este crucero ya cuenta con una mejor infraestructura vial para la movilidad vehicular y peatonal, a excepción de la señalización vial que es nula. Está localizado en la segunda avenida y séptima calle.

Figura 75. 2ª avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 76. 7ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **7ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **2ª avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 16:** tiene la particularidad de encontrarse, en la intersección entre la segunda y tercera avenida, frente al monumento a la madre. En la cual finaliza la tercera avenida y se queda solo la segunda avenida con doble vía, hacia el altiplano (vista hacia el norte).

Figura 79. **Intersección entre 2ª y 3ª avenida (frente a monumento a la madre), vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 80. **Intersección entre 2ª y 3ª avenidas (frente a monumento a la madre), vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 17:** aquí finaliza el casco urbano del municipio. Este cruce se ubica en la octava calle y segunda avenida. En dirección hacia el norte continúa barrio el Triunfo, que se une con la carretera al altiplano (San

Lucas Tolimán, Panajachel, Atitlán, entre otros). En este punto se genera un polo vehicular, debido a que es una entrada y salida de buses urbanos y extraurbanos, mototaxis, motocicletas, entre otros.

Figura 81. **2ª avenida esquina con 8ª calle, vista hacia el norte (salida del casco urbano)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 82. **2ª avenida esquina con 8ª calle, vista hacia el sur (salida del casco urbano)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 83. **8ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el oriente (salida del casco urbano)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 84. **8ª calle esquina con 2ª avenida, vista hacia el occidente (salida del casco urbano)**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 18: ubicado en la primera calle y tercera avenida. En dirección hacia el oriente está la entrada hacia barrio Joaquina. Sobre la tercera

avenida vista hacia el sur, está ubicado el colegio Cemina, el cual se considera un polo peatonal como se describía en el anterior capítulo.

Figura 85. **3ª avenida sur esquina con 1ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 86. **1ª calle (la calzadita) esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **1ª calle entrada a barrio joaquina vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **3ª avenida esquina con 1ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

- Esquina 19: localizado en la tercera avenida y segunda calle. Sobre la segunda calle hacia el oriente se sitúa la entrada hacia el barrio La Esperanza. Salidas y entradas de mototaxistas principalmente. Debido a que se encuentra en una avenida principal es necesario una señalización vial tanto para peatones y para vehículos.

Figura 89. 3ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el norte



Fuente: elaboración propia.

Figura 90. 2ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 91. 2a calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

Figura 92. 3ª avenida esquina con 2ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 93. **3ª avenida frente a colegio Jesús de Nazareth, entre 2ª y 3ª calle**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 20:** se sitúa en la tercera avenida y tercera calle. Sobre la tercera calle vista al oriente se encuentra la entrada hacia el barrio San Pedrito. Salidas y entradas constantes de mototaxistas principalmente.

Figura 94. **3ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 95. **3ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 96. **3ª calle vista esquina con 3ª avenida, hacia el oriente (calle del barrio San Pedrito)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 97. 3ª avenida esquina con 3ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 21: es un punto de conglomeración peatonal y vehicular, debido a que a un costado están ubicados la municipalidad del municipio y el parque central, en la tercera avenida y cuarta calle (con un trazo irregular). Según el anterior capítulo, es un sitio donde se encuentran varios polos peatonales, lo que genera la necesidad de contar con una señalización vial para prevenir e informar a las personas que transitan.

Figura 98. 3ª avenida esquina con 4ª calle, vista hacia el sur



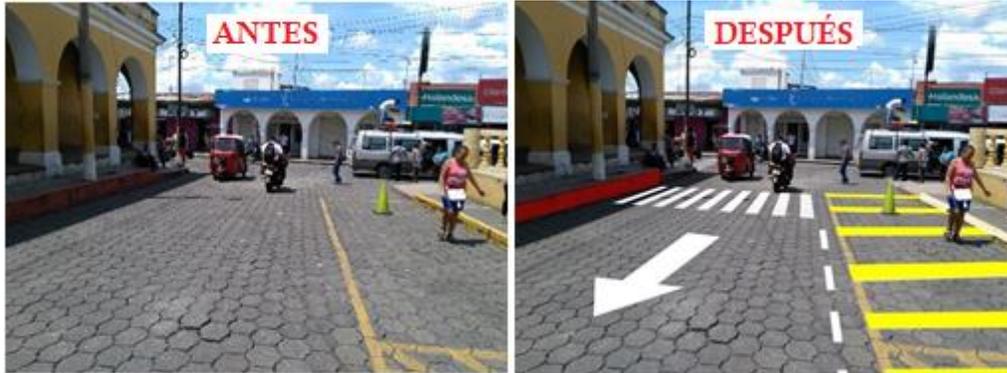
Fuente: elaboración propia.

Figura 99. 4ª calle esquina con 3ª avenida (a un costado de la municipalidad), vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 100. **4ª calle prolongación esquina con 3ª avenida (frente a la municipalidad y parque central) vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 101. **3ª avenida vista hacia el sur esquina con 4a calle prolongación (frente a parque central)**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 22:** es un sector con varios polos peatonales y con problemas de movilidad urbana. Sobre la quinta calle se encuentra el mayor problema de este cruce, debido a que comerciantes han cerrado desde la

segunda hacia la tercera avenida, con ventas de mercado, y de la tercera hacia la cuarta avenida se encuentra parcialmente obstaculizada por vendedores de comida rápida.

Figura 102. **3ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 103. **5ª calle (calle del mercado cerrada por ventas) esquina con 3ª. avenida, vista hacia el Occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 104. 3ª avenida esquina con 5ª calle, vista hacia el norte



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 23: ubicado en la tercera avenida y sexta calle. La movilidad urbana mejora un poco en este sector, pero como en todas las calles del municipio se necesita de señalización y ordenamiento vial, en donde no se obstaculice el transitar; como se observa en las imágenes, vehículos se estacionan frente a comercios e inhabilitan un carril.

Figura 105. 3ª avenida esquina con 6ª. calle, vista hacia el norte



Fuente: elaboración propia.

Figura 106. **6ª calle (calle de la Sharp) esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 107. **6ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 108. 3ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 24: localizado en la tercera avenida y séptima calle. Se genera un polo peatonal sobre la tercera avenida vista hacia el norte, debido a que está situado a un costado del crucero la escuela Rafael Arellano Cajas, jornadas matutina y vespertina. Se necesita también un diseño de señalización vial.

Figura 109. 3ª avenida, esquina con 7ª calle, vista hacia el norte



Fuente: elaboración propia.

Figura 110. 7ª calle esquina con 3ª avenida (a un costado de la Iglesia Evangélica Centroamericana), vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

Figura 111. 7ª calle esquina con 3ª avenida, vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 112. **3a avenida esquina con 7ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

Figura 113. **3ª avenida (frente a escuela Rafael Arellano Cajas), entre 7a calle y monumento a La Madre**



Fuente: elaboración propia.

- **Crucero 25:** su localización está alrededor de polos peatonales, en la cuarta avenida (prolongación) y cuarta calle. Los polos son la municipalidad, escuela de niñas Joaquina Ortíz Ortíz y el parque central.

Ubicación que requiere señalización vial por su alta demanda de peatones principalmente.

Figura 114. **4ª calle (frente a la municipalidad y el parque central), esquina con 4ª avenida, vista hacia el oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 115. **4ª calle esquina con 4ª avenida, vista hacia el occidente (esquina de la municipalidad y escuela de niñas)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 116. **4ª avenida (tope en la municipalidad y frente al parque central), esquina con 4ª calle, vista hacia el sur**



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 26: tiene la particularidad que la cuarta avenida tiene tope con la quinta calle, pero a la vez continua a un costado de la iglesia católica. Es un punto al igual que el anterior con polos peatonales. Alrededor se encuentra la iglesia católica Santa María Magdalena y el parque central.

Ahora bien, en la prolongación de la cuarta avenida, a un costado continúa con la iglesia y con vista hacia el norte se encuentra cercano el instituto básico Eduardo Torres, el cual también es un punto de conglomeración peatonal en su mayoría.

Figura 117. **4ª avenida esquina con 5 calle (frente a parque central e iglesia católica), vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 118. **5ª calle (frente a iglesia católica y parque central), esquina con 4ª avenida, vista hacia el occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 119. 5ª calle esquina con 4ª avenida (prolongación), vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 120. 5ª calle esquina con 4ª avenida prolongación, vista hacia el oriente



Fuente: elaboración propia.

Figura 121. 5ª calle esquina con 4ª avenida prolongación, vista hacia el occidente



Fuente: elaboración propia.

Figura 122. 4ª avenida prolongación esquina con 5ª calle, vista hacia el sur



Fuente: elaboración propia.

Figura 123. **4ª avenida prolongación esquina, frente a Instituto básico Eduardo Torres**



Fuente: elaboración propia

- **Crucero 27:** ubicado en la cuarta avenida y sexta calle. Según análisis del anterior capítulo, la infraestructura vial no es la adecuada para la movilidad peatonal y tampoco cuenta con señalización. A un costado se encuentra el instituto básico Eduardo Torres, que genera un polo peatonal de lunes a viernes en jornada vespertina.

Figura 124. **4ª avenida esquina con 6ª calle, vista hacia el norte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 125. **6ª calle (calle de La Sharp) esquina con 4ª avenida, vista a occidente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 126. **6ª calle (calle de La Sharp) esquina con 4ª avenida, vista a oriente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 127. 4ª avenida esquina con 6ª calle, vista al sur



Fuente: elaboración propia.

- Crucero 28: situado en la entrada hacia la colonia Primero de Septiembre, en la cuarta avenida y séptima calle. Es de poco movimiento peatonal y vehicular. Sobre la cuarta avenida (lado derecho, vista hacia el norte) no cuenta con banquetas para una correcta y adecuada movilidad peatonal.

Figura 128. 4ª avenida esquina con 7ª calle final, vista a norte



Fuente: elaboración propia.

Figura 129. 7ª calle esquina con 4ª avenida, vista a oriente



Fuente: elaboración propia

Figura 130. 4ª avenida esquina con 7ª calle, vista al sur



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Patulul es un polo de desarrollo muy importante en la costa sur, lo cual, es visible desde todo punto de vista. En esto, influye su situación geográfica: su territorio lo constituye un enlace entre los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla, Sololá y Chimaltenango. El centro urbano del municipio consiste en cuatro avenidas y ocho calles, se puede consultar como referencia el mapa de la figura 11.
2. La señalización tiene como objetivo el ordenamiento, la regulación y el control de una vía pública. En Guatemala, la autoridad encargada para la instalación y mantenimiento de señales verticales es COVIAL, dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Las señales se clasifican en horizontales y verticales, las cuales se definen en esta investigación.
3. Los aforos vehiculares en el municipio están identificados en la entrada y salida del casco urbano, ubicados en la 1ª calle y 1ª avenida y en la 8ª calle y 2ª avenida, respectivamente. Por medio de dichos aforos, se realizó un análisis de los niveles de servicios; se llegó a concluir que las vías presentan un nivel E. El estudio de movilidad permitió interpretar los polos de movilidad peatonal:
 - 5 centros educativos
 - 1 terminal de transporte colectivo
 - 1 cementerio municipal
 - 1 mercado municipal

- 1 edificio donde alberga el poder municipal
- 1 parque central
- 1 centro comercial
- 1 puesto de salud
- 1 institución religiosa

A partir de aquí se establecen las siguientes áreas sujetas para diseño de señalización:

- 28 cruces con sus respectivos juegos de señalización, según las necesidades de cada punto. Para referencia se puede consultar desde la figura 27 hasta la figura 129, y en el plano general.
 - 4 avenidas con sus respectivas señalizaciones horizontales, principalmente la central y las laterales, indicando los puntos de estacionamiento y prohibiciones de estacionamiento.
 - 8 calles también con sus respectivas señalizaciones horizontales.
4. Se realizó el diseño de señalización vial; en este sentido se propuso un plano general adjunto en el capítulo 4 de esta investigación, y se complementó por medio de 103 imágenes que dan cuenta específica de la propuesta de señalización; se utilizan las señales atinentes que el caso amerita, como referencia se puede consultar de la figura 27 a la figura 129.

RECOMENDACIONES

1. Con base en el presente estudio de movilidad y diseño de señalización, las autoridades municipales, y en específico, la dirección municipal de planificación, podrán disponer de una base para la elaboración del proyecto que disponga la ejecución de los trabajos necesarios, para la implementación de la señalización vial del centro urbano del municipio de Patulul Suchitepéquez.
2. Esta investigación identificó obstáculos para la movilidad tanto peatonal como vehicular, específicamente en la 5ª calle desde la 1ª avenida hasta la 3ª avenida, cerrada permanentemente. También, se identificó la obstaculización recurrente de la 1ª avenida entre la 5ª calle y la 6ª calle, igual caso en la 2ª avenida entre 4ª calle hasta la 7ª calle; esta última con mayor frecuencia los fines de semana. Situación que se deriva por la insuficiencia de las instalaciones del mercado municipal. Es recomendable, entonces, que las autoridades realicen un estudio de factibilidad para el reordenamiento de los puestos del comercio, proyectando la ampliación de las instalaciones del edificio del mercado municipal o la construcción de un nuevo mercado municipal que alberque los puestos que obstaculizan los puntos descritos.
3. A partir de la ejecución del proyecto de señalización vial diseñado en esta investigación, es recomendable que la Policía Municipal de Tránsito elabore un módulo de capacitación permanente, que realice talleres de educación vial, principalmente en los centros educativos, instituciones religiosas, e instituciones públicas y privadas, para una

mejor comprensión de la señalización vial, que permita la prevención de percances y un mejor relacionamiento social de convivencia pacífica.

BIBLIOGRAFÍA

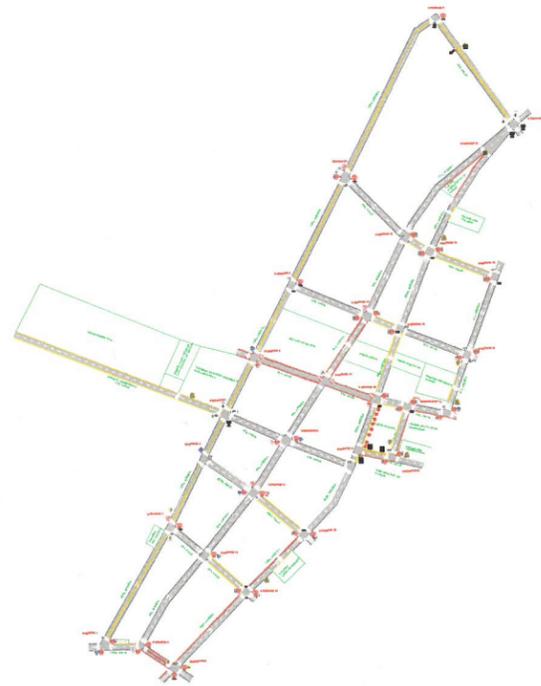
1. ARA, Iván. *Seguridad vial por medio de señalización vertical en la república de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 108 p.
2. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de tránsito y su reglamento con sus reformas. Departamento de tránsito, artículo 2*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2015. 100 p.
3. Dirección General de la Policía Nacional Civil. *Guía de estudio para evaluación teórica, obtención de licencias de conducir, Dirección General de la Policía Nacional Civil Artículo 82*. Guatemala: Departamento de Tránsito de Guatemala, 2007. 52 p.
4. Iglesia Parroquial Santa María Magdalena Patulul. [en línea]. <https://m.facebook.com/profile.php?id=387053331431899&_ft=top_level_post_id.1161086803980581%3Atl_objid.1161086803980581%3Athid.523128117776456%3A306061129499414%3A2%3A0%3A1493621999%3A6137262849339644626&_rdc=1&_rdr&refsrc=http%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>. [Consulta: 3 de mayo de 2018].

5. MONTES, Mauro. *Patulul, historia, geografía y desarrollo Año 2018*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2018. 162 p.
6. Sciences, engineering, medicine. *TRB Highway capacity manual*. [en línea]. <<http://www.trb.org/Main/Blurbs/175169.aspx>>. [Consulta: 3 de mayo de 2018].
7. Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual centroamericano, normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*. Guatemala: SIECA, 2011. 426 p.
8. _____. *Catálogo centroamericano de señales verticales*. Guatemala: SIECA, 2000. 49 p.
9. SIPAQUE, Byron. *Metodología para actualizar la señalización vial, del km. 19 al km. 27 ruta asfaltada a San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 148 p.

PÉNDICE

Apéndice 1. **Planos de diseño de señalización vial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.



PLANTA GENERAL

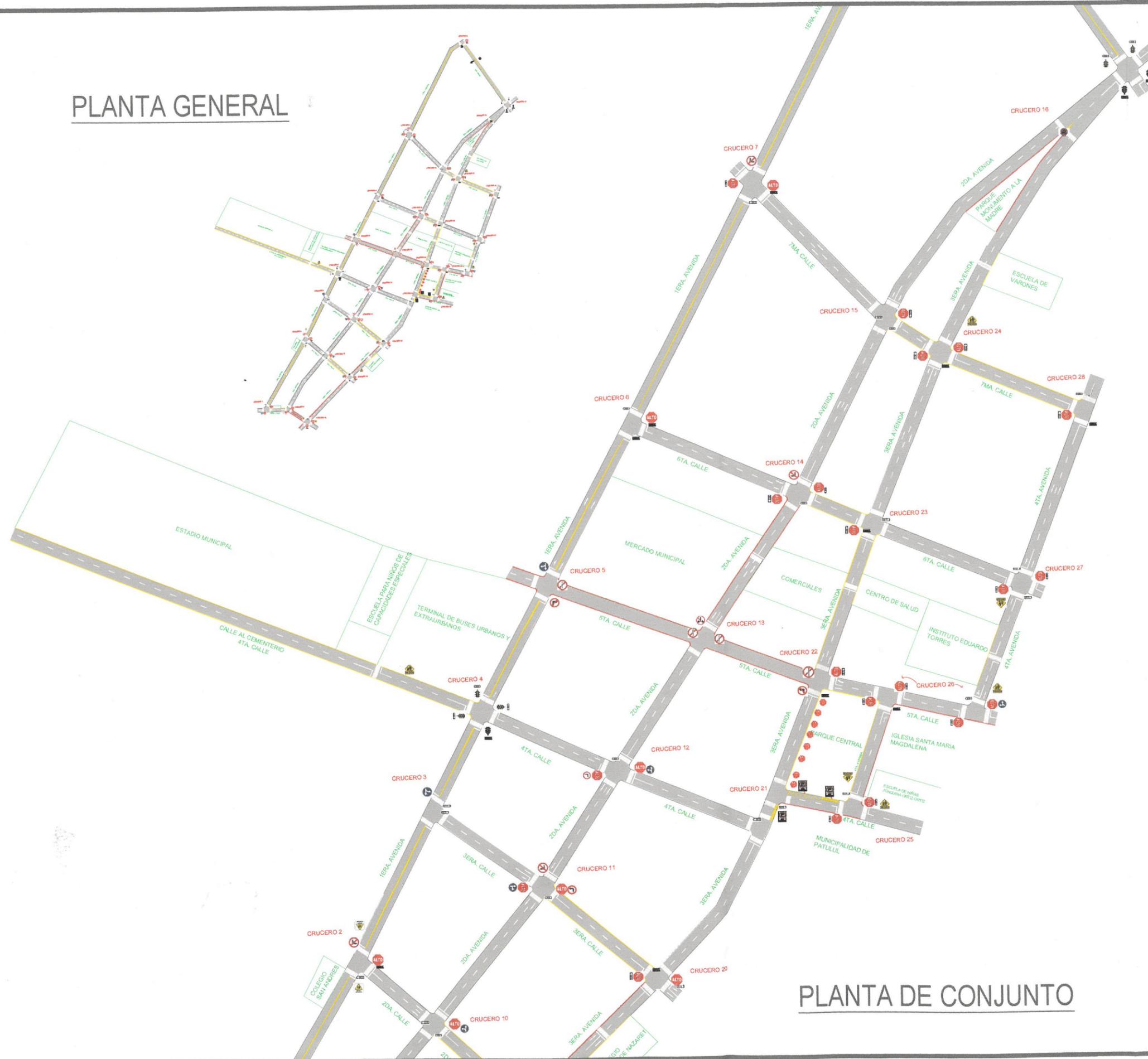


PLANTA DE CONJUNTO

PLANO DISEÑO SEÑALIZACIÓN VIAL
MUNICIPIO
PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	No.
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	1 / 3
MAYO 2019	
HECHO POR LOURDES MARIA MONTES AJU	
CARNE 200515869	

PLANTA GENERAL



PLANTA DE CONJUNTO

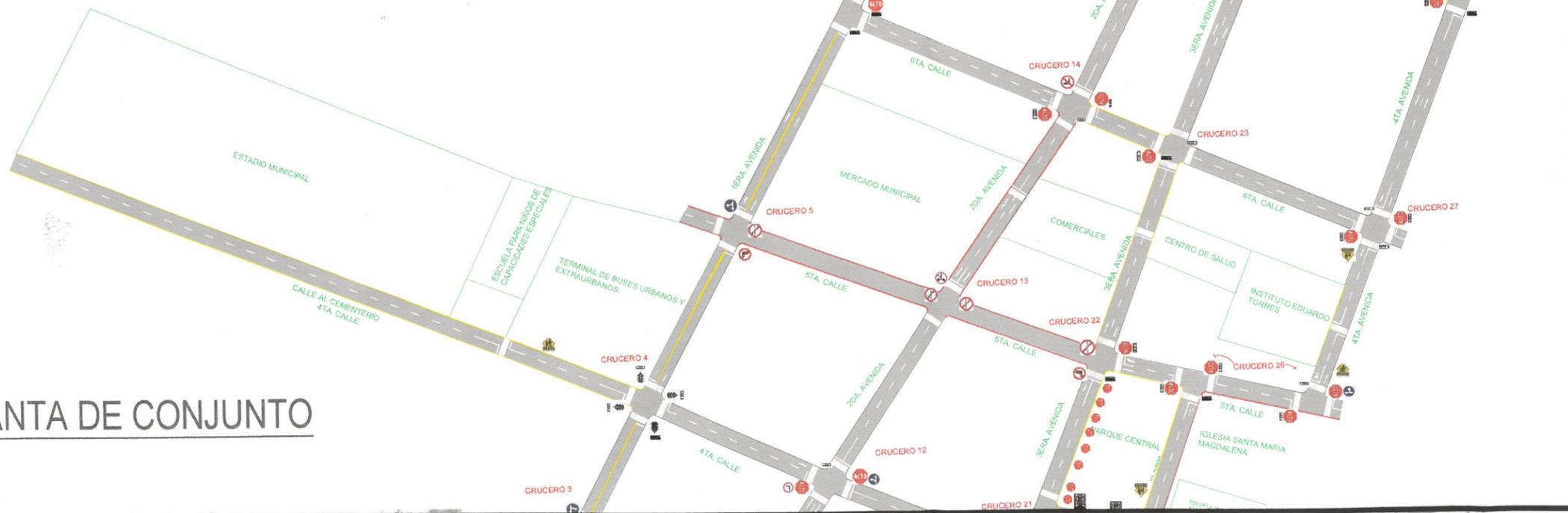
PLANO DISEÑO SEÑALIZACIÓN VIAL
MUNICIPIO
PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	No.
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	2 / 3
MAYO 2019	
HECHO POR LOURDES MARIA MONTES A.U	3
CARNET 200515969	
 MAESTRO EN INGENIERIA COLEGIO 8297	

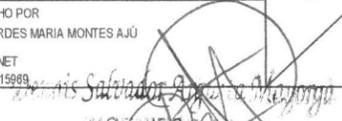
PLANTA GENERAL



PLANTA DE CONJUNTO



PLANO DISEÑO SEÑALIZACIÓN VIAL
MUNICIPIO
PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	No.
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	3
MAYO 2019	
HECHO POR LOURDES MARIA MONTES AJÚ	3
CARNET 200515669	
 INGENIERA EN INGENIERÍA VIAL MAESTRO EN INGENIERÍA VIAL COLEGIADO 4797	

ANEXOS

Anexo 1. Reglamento de tránsito

El reglamento de tránsito en su CAPITULO II Objeto y Definiciones del Reglamento dice lo siguiente:

Artículo 6.- Objeto. El presente Reglamento tiene por objeto normar lo relativo al tránsito de peatones y vehículos automotores terrestres en las vías públicas del territorio nacional.

Artículo 7.- Definiciones. Para la correcta interpretación de este Reglamento y los efectos del mismo, cuando se utilicen las expresiones siguientes, se entenderán así: Se entiende como Territorio Nacional, la República de Guatemala.

1. Acera o Banqueta: Espacio abierto, generalmente al costado de las vías públicas, destinado al tránsito peatonal.

2. Acompañante: Persona titular de una licencia de conducir que, luego de cumplir con los requisitos establecidos, acompaña al aprendiz en las prácticas.

3. Agentes: Los policías de tránsito, gubernamentales, municipales o privados, quienes estén encargados de la aplicación de la Ley de Tránsito y su respectivo Reglamento.

Continuación del anexo 1.

4. **Ámbito extraurbano:** Lugar donde, en las propiedades aledañas a la vía pública, predominan los espacios abiertos sobre los espacios edificados.

5. **Ámbito Urbano:** Lugar donde, en las propiedades aledañas a la vía pública, predominan los espacios edificados sobre los espacios abiertos.

6. **Arcén u hombro:** Franja longitudinal afirmada contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículo automotores, más que en caso de detención, parada o emergencia.

7. **Áreas o espacios peatonales:** Todas aquellas destinadas al uso de peatones: aceras, refugios, vías peatonales y zonas peatonales.

8. **Arteria Principal:** Vías urbanas pavimentadas con mínimo de tres carriles para el tránsito mixto en sentido de circulación o con al menos dos carriles para el tránsito mixto si es de dos sentidos. Cada uno de los carriles debe tener al menos 3.50 metros de ancho. Si la arteria principal es de un solo sentido, deberá existir un par vial de similares características en las inmediaciones. Puede cruzar otras vías a nivel y a desnivel. Pueden existir semáforos a lo largo de su trazo. En ella se mueven los mayores volúmenes de tránsito de una población.

Continuación del anexo 1.

9. Arterias secundarias: Vías urbanas pavimentadas con mínimo de tres carriles para el tránsito mixto en un sentido de circulación o con al menos dos carriles para el tránsito mixto si es de dos sentidos. Cada uno de los carriles debe tener al menos 3.00 metros de ancho. Si la arteria secundaria es de un solo sentido, deberá existir un par vial de similares características en las inmediaciones. Generalmente, cruza otras vías a nivel. Pueden existir semáforos a lo largo de su trazo. Lleva los flujos de tránsito de las vías locales a las arterias principales y viceversa.

10. Autobús articulado: El compuesto por dos secciones rígidas unidas por otra articulada que las comunica.

11. Autobús: Vehículo automotor de dos o más ejes, especialmente equipado y construido para el transporte colectivo de personas, y con capacidad para 26 personas o más, y con peso bruto máximo superior a 3.5 toneladas métricas.

12. Automóvil: vehículo automotor, de dos ejes, especialmente equipado y construido para el transporte de personas y con capacidad máxima para nueve ocupantes. Su peso bruto máximo es de 3.5 toneladas métricas.

13. Autopista: Vía pública que tiene calzadas pavimentadas separadas para cada sentido de circulación, cada una de ellas de dos carriles mínimo, de 3.50 metros de ancho cada uno, con limitación de acceso directo a propiedades colindantes, por ejemplo: carriles auxiliares. No cruzará ni será cruzada a nivel por vías férreas, vías públicas o servidumbre de paso alguna.

Continuación del anexo 1.

Aplican límites de velocidad mínima. No pueden existir semáforos a lo largo de su trazo. En áreas extraurbanas tiene arcenes de al menos 1.00 metro de ancho al lado derecho de cada calzada.

14. Autoridad: La autoridad de tránsito que regula y controla el tráfico en el lugar en cuestión.

15. Avenida: La vía urbana determinada topográficamente de norte a sur o viceversa.

16. Bicicleta: Vehículo de dos o tres ruedas, puesta en movimiento por esfuerzo humano a través de los pedales.

17. Boleta de Aviso, Requerimiento de pago y citación: Formulario mediante la cual se notifica a una persona la infracción cometida y se le emplaza a comparecer ante la autoridad de tránsito competente.

18. Calcomanía: Etiqueta adhesiva de tamaño variable usada con fines de control para la circulación de tránsito.

19. Calle: La vía urbana determinada topográficamente de este a oeste y viceversa.

20. Calzada: Capa de rodadura de la vía pública dedicada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

Continuación del anexo 1.

21. Cambio de dirección: Cualquier tipo de movimiento con un vehículo que implique un viraje hacia otra vía o hacia el otro sentido.

22. Cambio de rasante: Tramo de una vía donde la pendiente cambia notablemente.

23. Cambio de sentido o vuelta en “u”: Acción de invertir la marcha de un vehículo hacia el sentido contrario en el que se venía circulando.

24. Camellón, mediana o arriate: Dispositivo o estructura longitudinal con bordillos que separa a dos calzadas.

25. Caminos: Todas aquellas vías que no estén pavimentadas, es decir de terracería, de uno o dos sentidos de circulación sin restricción de número o ancho de carriles. También aquellas vías pavimentadas que no sean calles de circulación controlada y que tengan menos de 5.00 metros de ancho.

26. Camión: Vehículo automotor, de dos o más ejes, especialmente equipado y construido para el transporte de carga con peso bruto superior a 3.5 toneladas métricas.

27. Carreteras Principales: Vías extraurbanas de una sola calzada pavimentada de dos sentidos de circulación con dos o tres carriles de mínimo 3.50 metros de ancho cada uno. Las intersecciones son a nivel. Tienen arcén de al menos 1.00 metro de ancho en ambos lados.

Continuación del anexo 1.

28. Carreteras Secundarias: Vías extraurbanas de una sola calzada pavimentada de dos sentidos de circulación con dos o tres carriles de mínimo 2.75 y máximo 3.49 metros de ancho cada uno. Las intersecciones son a nivel. No necesariamente tienen arcén.

29. Carril Auxiliar: Carril adicional a los normales de la calzada cuyo objetivo es servir para los movimientos de cambio de dirección o como lugar de circulación de vehículos lentos.

30. Carril de Aceleración: Carril adicional a los normales de la calzada que sirve para permitir la aceleración de vehículos que pretenden incorporarse a ésta.

31. Carril de Desaceleración: Carril adicional a los normales de la calzada que sirve para permitir la desaceleración de vehículos que pretenden salirse de ésta.

32. Carril reversible: Carril que, de acuerdo con la señalización del lugar, está destinado a la circulación en ambos sentidos o en uno solo, temporal o reversible.

33. Carril: Banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, determinada por señalización horizontal.

Continuación del anexo 1.

34. Carriles prioritarios para buses, trolebuses o tranvías: Carriles pavimentados del ancho necesario para las unidades de transporte colectivo, delimitados únicamente por señalización horizontal, que pueden ser utilizados por el tránsito vehicular, siempre y cuando no se aproxime un bus, un trolebús o un tranvía.

35. Ciclovías: Las vías utilizadas exclusivamente por ciclistas, con aditamentos físicos o rótulos para la reducción de velocidad de vehículos: calzada sinuosa, angostamientos, cambios de textura, elevación del nivel del pavimento, y otras formas de reducción, siempre que no sean túmulos.

36. Concesión: Acto administrativo, a través del cual se encomienda a un tercero la prestación de uno o más servicios públicos, bajo las condiciones, pactadas en el contrato respectivo.

37. Conductor: Toda persona que conduce un vehículo por la vía pública.

38. Cuña: Pieza de madera o metal que se utiliza para calzar a los vehículos pesados y así asegurar su inmovilización.

39. Departamento: El departamento de Tránsito de la Dirección General de la Policía Nacional Civil.

40. Derecho o Prioridad de paso: El que se tiene frente a otros usuarios de la vía en los lugares y situaciones consignadas en este Reglamento, lo que comúnmente se conoce como llevar la vía.

Continuación del anexo 1.

41. Dispositivo Reflejante u ojo de gato: El destinado a señalar la presencia de un vehículo, reflejando la luz alta de otro vehículo.

42. Estacionamiento, aparcamiento o parqueo: Lugar público o privado, destinado al estacionamiento de vehículos.

43. Franjas mixtas: Vías pavimentadas de un solo sentido de circulación, con una calzada de mínimo 2.75 y máximo 3.05 metros de ancho, con señalización para ciclo vía incluida, delimitada por bordillos y/o franjas de estacionamiento que impiden que vehículos automotores rebasen a bicicletas que circulen por la franja.

44. Gases: Partículas, ruidos u otras emanaciones producidas por un vehículo automotor y que excedan los niveles admisibles que establezcan las leyes de la materia.

45. Glorieta: Intersección con una isleta circular o redondel al centro y una calzada circular bordeándola.

46. Grúa: Vehículo automotor especialmente equipado y construido para levantar y remolcar a otro vehículo mediante un mecanismo instalado en su parte posterior.

47. Habitáculo: Espacio posterior cerrado en un vehículo (palangana), generalmente para transportar personas o cosas.

Continuación del anexo 1.

48. Infractor: Persona que no cumple una o varias normas legales.

49. Inspectores ad honorem: Personal de apoyo a los agentes de tránsito que están autorizados y capacitados, visiblemente identificados para lograr un mejor nivel de seguridad en la circulación de vehículos y peatones.

50. Instructor: Persona capacitada en una escuela de aprendizaje de tránsito que acompaña al aprendiz en las prácticas.

51. Intersección: El lugar donde se cruzan dos o más vías públicas.

52. Isleta Canalizadora: Dispositivo de formas diversas y rodeado de bordillos que sirve para dirigir de una forma más eficiente el tránsito en intersecciones.

53. La ley: La ley de Tránsito.

54. Licencia de conducir: Documento expedido por el Departamento que faculta a su titular a conducir el tipo de vehículos que se consignen en la misma.

55. Luces de gálibo o dimensionales: las destinadas a señalar la anchura y/o altura totales, especialmente de vehículos pesados. Serán rojas en la parte posterior y posterior lateral y ámbar en el resto de los laterales y al frente.

56. Luces de posición: Las situadas en la parte delantera y trasera de un vehículo, destinadas a indicar la presencia y anchura del mismo. Debe ser de color blanco o ámbar al frente y rojo por detrás, no deslumbrantes.

Continuación del anexo 1.

57. Luces Direccionales o pida vías: Aquellas situadas a ambos lados del vehículo, tanto al frente como detrás, que indican a los otros usuarios de la vía que éste va a cambiar de dirección hacia el lado indicado. Son ámbar al frente y ámbar o rojo atrás e intermitentes.

58. Luz de Carretera o alta: La que emiten hacia adelante los faros principales de un vehículo para obtener una iluminación de la vía a largo alcance. Debe ser de color blanco.

59. Luz de Cruce o baja: La que emiten hacia adelante los faros principales de un vehículo para obtener una iluminación de la vía a corto alcance, sin deslumbrar ni causar molestias injustificadas a vehículos circulando en sentido contrario. Debe ser de color blanco.

60. Luz de emergencia: consiste en el funcionamiento simultáneo de todos los pida vías, para indicar algún peligro, una desaceleración brusca, una detención o una parada.

61. Luz de Freno: Aquella situada en la parte posterior del vehículo y que indica que éste está frenando. Será de color rojo y de intensidad considerablemente superior a la de posición.

62. Luz de marcha atrás: Aquella luz blanca situada en la parte posterior del vehículo que advierte a los otros usuarios de la vía, que éste va a retroceder o está retrocediendo. Deberá accionarse únicamente al conectar la marcha atrás.

Continuación del anexo 1.

63. Luz de niebla: La destinada a aumentar la iluminación de la vía por delante o hacer más visible el vehículo por detrás en caso de niebla, lluvia intensa o nubes de polvo. Deberá ser de color blanco o amarillo selectivo al frente y de color rojo por la parte trasera.

64. Medio para la reducción de la velocidad: Medidas de cambios de geometría que se efectúan en vías públicas con objeto de disminuir la velocidad de los vehículos automotores en éstas.

65. Microbús: Vehículo automotor de dos ejes, especialmente equipado y construido para el transporte de personas, con capacidad total de hasta veinticinco personas pero más de nueve y con peso máximo admisible de 3.5 toneladas métricas.

66. Motobicicleta: Vehículo de dos ruedas y pedales con motor de combustión interna de cilindrada no mayor a 50 centímetros cúbicos o motor eléctrico de potencia no superior a 1,000 vatios.

67. Motocicleta: Vehículo automotor de dos o tres ruedas operada por manubrio.

68. Ocupantes: Personas que circulan en un vehículo por la vía pública.

69. Panel: Vehículo automotor, de dos ejes, especialmente equipado y construido para el transporte de carga con peso bruto máximo de 3.5 toneladas métricas.

Continuación del anexo 1.

70. Par vial: Dos vías públicas de similares características, contiguas y paralelas que tienen sentidos de circulación inversos.

71. Parquímetro: Dispositivo que regula el estacionamiento a través de cobros y tiempos.

72. Pasajero: Toda persona que acompaña al conductor en un vehículo.

73. Pasarela: Puente peatonal y/o ciclista, generalmente construido para atravesar una vía.

74. Paso Peatonal o paso de cebra: Franja demarcada por señalización y localizada transversal u oblicuamente a la calzada, donde el peatón goza siempre del derecho de paso, salvo las excepciones reglamentarias.

75. Patrulleros escolares: Personal de apoyo a los agentes de tránsito, debidamente autorizados y capacitados, visiblemente identificados para velar por la seguridad de los alumnos en las zonas escolares, para lo cual están autorizados a dirigir el tránsito en esas zonas.

76. Peaje: Tasa o arbitrio que se cobra al usuario por transitar con un vehículo en un tramo determinado de una vía pública.

77. Peatón: Toda persona que transita a pie por la vía pública. Se entienden también, para los efectos de este Reglamento, como peatón el que empuja una bicicleta o Motocicleta y el minusválido que circula en silla de ruedas.

Continuación del anexo 1.

78. Peso Bruto máximo: El mayor peso efectivo de vehículo, incluyendo la tara, los ocupantes y la carga, con que se permite su circulación.

79. Peso por Eje: El que se transmite al suelo por la totalidad de las ruedas acopladas a un eje.

80. Pick-up: Vehículo automotor, de dos ejes, especialmente equipado y construido para el transporte de carga de una capacidad máxima de 1.5 toneladas métricas. Su peso bruto máximo es de 3.5 toneladas métricas.

81. Placa de Circulación: Aquella que, dispuesta en los lugares reglamentarios, identifica por medio de un número a un vehículo.

82. Refugio: Área peatonal situada en la calzada y protegida del tránsito vehicular.

83. Remolcadores o cabezales: Vehículo auto motor de dos o tres ejes especialmente equipado construido para tirar de un remolque.

84. Remolque: Vehículo no automotor equipado y construido para circular arrastrado por un vehículo automotor

85. Semáforos: Todos aquellos dispositivos de control de tránsito a través de señales luminosas

86. Señalización circunstancial: Conjunto de señales de obras que modifica el régimen normal de utilización de la vía pública.

Continuación del anexo 1.

87. Señalización horizontal: Todas aquellas señales de tránsito pintadas sobre el pavimento.

88. Señalización vertical: Todas aquellas señales de tránsito colocadas sobre postes u otros dispositivos análogos.

89. Tara: Peso del vehículo, con todo su equipo y dotación de líquidos, combustibles y lubricantes, pero sin ocupantes ni carga.

90. Tarjeta de circulación: Documento expedido por la autoridad correspondiente en el que se consignan los datos del vehículo y se autorizan a éste para circular por la vía pública.

91. Taxi o automóvil de alquiler: Vehículo colectivo que transporta únicamente a la persona que lo contrata y sus acompañantes a través del cobro de una tarifa.

92. Taxímetro: Instrumento mecánico, electrónico o mixto que se utiliza en los vehículos de transporte colectivo y remunerado de personas, para calcular el precio del servicio prestado, indicando en un lugar visible la suma, calibrada por una tarifa base preestablecida.

93. Tránsito mixto: Conjunto de vehículo de todo tipo circulando en un espacio común.

Continuación del anexo 1.

94. Transporte colectivo: Vehículo que transporta a personas desde distintos puntos. Se incluyen en esta definición el transporte público, los taxis, el transporte de personal y el transporte escolar.

95. Transporte de carga: Vehículo que transporta mercancías.

96. Transporte público: Vehículo colectivo que transporta a grupos de personas de una población desde y hacia puntos distintos a través del cobro de una tarifa.

97. Tranvía: Vehículo que circula por rieles instalados en la vía pública, compartiendo generalmente su trazo de circulación con el resto de tránsito vehicular.

98. Trolebús: El autobús propulsado por energía eléctrica tomada de cables aéreos.

99. Túmulo: Dispositivo para la reducción de velocidad, dispuesto transversal u oblicuamente al sentido de circulación y con una altura superior a 5 centímetros y un ancho inferior a 1 metro.

100. Vehículo abandonado: Vehículo estacionado ó detenido en el mismo lugar por más de treinta y seis horas consecutivas.

101. Vehículo Agrícola: Vehículo especial autopropulsado, equipado y construido para efectuar trabajos agrícolas.

Continuación del anexo 1.

102. Vehículo Automotor: Vehículo provisto de motor eléctrico o de combustión interna para su propulsión. Se excluyen las motobicicletas y los tranvías.

103. Vehículo de emergencia: Todo vehículo perteneciente a una institución reconocida por el Departamento como de emergencia y que circula prestando un servicio de esta naturaleza. Mientras no utilicen las sirenas y luces propias de estos vehículos, no se les considerará como tales.

104. Vehículo detenido: El que se encuentra inmovilizado por emergencia, por necesidades de la circulación o para cumplir una regla de tránsito.

105. Vehículo especial: Vehículo autopropulsado o remolcado, equipado y construido para realizar obras o servicios determinados y que, por sus características, está exceptuado de cumplir con alguna de las condiciones técnicas reglamentarias o sobrepasa permanentemente los límites establecidos para pesos y dimensiones, así como la maquinaria agrícola y sus remolques.

106. Vehículo estacionado: El que se encuentra inmovilizado y no esté parado o detenido.

107. Vehículo parado: El que se encuentra inmovilizado por menos de dos minutos para tomar o dejar personas, cargar o descargar cosas, utilizando para el efecto las luces de emergencia.

108. Vehículo: Cualquier medio de transporte que circula sobre la vía pública.

Continuación del anexo 1.

109. Verificación técnica: La que se realiza para comprobar el perfecto funcionamiento de un vehículo, así como la existencia del equipo reglamentario.

110. Vía Pública de doble vía o de dos sentidos de circulación: Es aquella donde el sentido de circulación de vehículos está permitido en ambas direcciones.

111. Vía pública de una vía o un sentido de circulación: Es aquella donde el sentido de circulación de vehículos está permitido en una sola dirección.

112. Vía pública o vía: Es el espacio público por donde circulan los vehículos, peatones y animales.

113. Vía rápida: Vía pública que tiene calzadas pavimentadas separadas para cada sentido de circulación o una sola calzada para ambos sentidos, con por lo menos dos carriles de mínimo 3.50 metros de ancho por sentido, generalmente con limitación de acceso directo a propiedades colindantes (por ejemplo carriles auxiliares. Por lo general, no cruzará ni será cruzada a nivel por vías férreas, vías públicas o servidumbre de paso alguna. Aplican límites de velocidad mínimos. No pueden existir semáforos a lo largo de su trazo. En áreas extraurbanas tienen arcenes de al menos 1.00 metro de ancho al lado derecho de cada sentido de circulación.

Continuación del anexo 1.

114. Vías Exclusivas para buses, trolebuses o tranvías: Vías pavimentadas de uno o dos sentidos de circulación, con una calzada del ancho necesario para las unidades de transporte colectivo, delimitada por bordillos, señalización horizontal u otros aditamentos, de uso exclusivo para buses, trolebuses y/o tranvías.

115. Vías locales: El resto de vías públicas urbanas pavimentadas que no sean autopistas, vías rápidas o arterias. Pueden ser de uno o dos sentido de circulación sin restricción de número o ancho de carriles, siempre y cuando la calzada supere un ancho total de 5.00 metros. Puedan estar semaforizadas. Forman la mayor parte de la red vial urbana.

116. Vías peatonales. Las vías utilizadas exclusivamente para peatones.

117. Vías residenciales de circulación controlada: Tipo especial de vía local en áreas residenciales, de uno o dos sentidos de circulación, con un ancho total de calzada entre 3.00 y 5.50 metros.

118. Zona de límite de velocidad: Conjunto de dos o más vías públicas interrelacionadas especialmente entre sí, donde es prohibido sobrepasar el límite de velocidad indicado en cualquier lugar dentro de la zona demarcada.

119. Zona de no estacionar: Conjunto de dos o más vías públicas interrelacionadas especialmente entre si, donde es prohibido estacionar en cualquier lugar sobre las vías dentro de la zona demarcada.

Continuación del anexo 1.

120. Zona escolar: Conjunto de dos o más vías públicas interrelacionadas, que restringe la circulación de vehículos por la presencia de escolares.

121. Zona peatonal: Conjunto de dos o más vías peatonales interrelacionadas, donde el peatón tiene absoluta prioridad sobre cualquier vehículo.

El reglamento de tránsito en su CAPÍTULO IX Señalización Artículo 80.- dice lo siguiente:

Concepto. La señalización es el conjunto de directrices que tienen por objeto advertir e informar a los usuarios de la vía, ordenar o reglamentar su comportamiento con la necesaria antelación, en determinadas circunstancias de la vía o de la circulación.

Artículo 81.- Obediencia de las señales. Todos los usuarios de la vía pública están obligados a obedecer las señales de circulación que establezcan una obligación o una prohibición y a adaptar su comportamiento al resto de las señales que se encuentren en las vías por las que circulan. Los usuarios deben obedecer las indicaciones de los semáforos y señales verticales situadas inmediatamente a su derecha, encima de la calzada o encima de su carril, de acuerdo con lo que corresponda. En las vías de dos sentidos de circulación divididas por medianas o camellones, en las vías de un solo sentido de circulación o cuando se van a efectuar movimientos a la izquierda, también deberán cumplir con los semáforos y señales verticales a su izquierda.

Continuación del anexo 1.

Artículo 82.- Prioridad entre señales y normas. El orden de prioridad descendente, entre las señales y normas de circulación es el siguiente:

a. Señales y órdenes de los agentes, inspectores ad honorem o inspectores escolares.

b. Señalización circunstancial que modifique el régimen normal de utilización de la vía (señales de obras).

c. Semáforos.

d. Señales verticales.

e. Señales horizontales: y,

f. Normas de la Ley de este Reglamento. En el caso de las prescripciones indicadas por diferentes señales y normas estén en contradicción, prevalecerá la prioritaria, según el orden establecido en el presente artículo, o la más restrictiva, si se trata de señales de mismo tipo.

Artículo 83. Formato, diseño y otras especificaciones de señales. El Departamento determinará la forma, diseño, colores, materiales, significado y dimensiones de las señales, ajustándose a normas o convenios internacionales de la materia ratificados por Guatemala, sin embargo, el Departamento efectuará cambios o adiciones adecuadas. Si las señales llevasen indicaciones escritas, estas deben expresarse en idioma español. El Departamento, coordinará con el Tercer Viceministerio de Gobernación, la elaboración, implementación y monitoreo de programas integrales de prevención, para mejorar el comportamiento del tránsito de peatones y vehículos automotores terrestres en las vías públicas del territorio nacional.

Continuación del anexo 1.

Asimismo, convocará a las Policías Municipales de Tránsito y otras entidades públicas y privadas relacionadas con el tránsito, transporte y protección vial con la finalidad de ejecutar los citados programas de prevención y generar todas aquellas acciones que tengan por objeto informar y regular aspectos relacionados con el tránsito.

Artículo 84.- Responsabilidad de señalizar. Corresponde al Departamento, o, en su caso, a las Municipalidades que administren el tránsito, fabricar, instalar y conservar las señales de tránsito de forma reglamentaria en las vías públicas. Estos servicios se podrán concesionar a terceros.

Artículo 85- Señalización de obras. Las obras públicas o privadas, que dificulten la circulación, de cualquier usuario de la vía deberán ser señalizadas, tanto de día como de noche, y balizadas luminosamente durante las horas nocturnas. El responsable de la señalización de circulación fuera de las normales, debido a reparaciones, obras, desvíos y otros casos análogos, es el encargado de la obra o el proyecto que cause las molestias. Esta persona podrá solicitar asesoría para señalizar su obra con la antelación debida al Departamento o a la Municipalidad correspondiente.

Artículo 86- Obligación de retirar señales obsoletas. La autoridad correspondiente estará obligada a retirar o sustituir inmediatamente las señales antirreglamentarias instaladas, las que hayan perdido su objeto y las que no cumplan su función por su deterioro. Se exceptúan de esta disposición, las señales de “No estacionar” colocadas en el ingreso de propiedades privadas.

Artículo 87- Prohibición de colocar carteles o vallas publicitarias que Contengan o emulen señales de tránsito.

Continuación del anexo 1.

Queda prohibido la instalación de carteles, publicidad, vallas, rótulos u otros elementos, tanto en la vía pública como en propiedades privadas, que contengan o emulen por formas diseños y colores, señales de tránsito de cualquier tipo, para prever la confusión o el peligro que puedan suscitar. Asimismo, se prohíben anuncios publicitarios que inciten a comportarse en el tránsito en contra lo establecido por la señalización del lugar. La autoridad correspondiente tendrá el derecho de retirar cualquier material de este tipo en forma inmediata, aún de aquellas señales que fueren de tránsito y estuvieren reglamentarias, no habiendo sido autorizadas ni instaladas por ella.

Artículo 88- Prohibición de retirar, alterar o cubrir señales. Queda prohibido, a excepción de la autoridad correspondiente, retirar, dañar, alterar, ocultar parte o la totalidad de las señales. Modificar el contenido y colocar carteles sobre o frente a señales de tránsito de cualquier tipo. Si estas adiciones o alteraciones antirreglamentarias inducen a su confusión, reducen su visibilidad y eficacia, deslumbran a los usuarios de la vía o distraen su atención, el Departamento o la Municipalidad correspondiente deberá ordenar su retiro.

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, MICIVI. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.*

p. 125.

Anexo 2. Normativo para señales horizontales

Todo trabajo con el propósito de mejorar la señalización horizontal existente y mantener en buenas condiciones de servicio la red vial del país, deberá realizarse como lo indica el Manual centroamericano de especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. La Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL) dependencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI) y las municipalidades son las autoridades competentes para proceder a la colocación, realizar trabajo preventivo y correctivo de la señalización horizontal.

Para la señalización horizontal se debe emplear materiales que cumplan con las especificaciones de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials).

La siguiente tabla muestra las normas que deben cumplir los materiales a utilizar en las demarcaciones.

Descripción	AASHTO
Pintura en frío	M 248
Micro esferas de vidrio	M 247
Pintura en caliente (termoplástica)	M 249

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, MICIVI. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.*

p. 178.

Anexo 3. **Normativo para señales verticales**

La autoridad competente para proceder a la colocación, realizar trabajo preventivo y correctivo de las señales verticales, es la Unidad Ejecutora de Conservación Vial (COVIAL). Esta dependencia es del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI). En Guatemala, los municipios también tienen cierta jurisdicción en la colocación y regularización. El objetivo principal de COVIAL y las municipalidades es mantener en buenas condiciones de servicio la red vial del país.

Los manuales y catálogos que a continuación se presentan se han establecido para su uso en los países de El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Guatemala. Su objetivo es garantizar que las señales verticales sean uniformes y oficiales en toda la región centroamericana.

Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.

Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.

Catálogo centroamericano de señales verticales.

Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras.

Los materiales empleados para la fabricación e instalación de las señales verticales deberán cumplir con las normas y especificaciones internacionales de las siguientes instituciones: Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM, American Society for Testing Materials) y la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials).

Continuación del anexo 3.

En la siguiente tabla se muestra las normas ASTM y AASHTO empleadas para la fabricación de las señales verticales.

Descripción	ASTM	AASHTO
Láminas de material reflectivo	D 4956	
Tableros de aluminio	B 209M	
Tableros de acero galvanizado	A 525M	M 111
Postes de acero galvanizado	A 123	M 281

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, MICIVI. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.*

p. 181.

