



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

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA  
EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCIÓN AGUILAR BATRES - ANILLO  
PERIFÉRICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR**

**Melvin Obdulio Morales Cano**

Asesorado por el Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría

Guatemala, octubre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA  
EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCIÓN AGUILAR BATRES - ANILLO  
PERIFÉRICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MELVIN OBDULIO MORALES CANO**  
ASESORADO POR EL ING. WUILLIAN RICARDO YON CHAVARRÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Dario Francisco Lucas Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
EXAMINADORA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López
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:

### **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCIÓN AGUILAR BATRES - ANILLO PERIFÉRICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 03 de mayo de 2019.

  
**Melvin Obdulio Morales Cano**

Guatemala 12 de agosto de 2021

Ing. Alejandro Castañon López  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

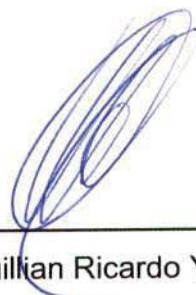
Respetable Ingeniero.

Por este medio hago de su conocimiento que en mi calidad de asesor he revisado el trabajo de graduación titulado **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCION AGUILAR BATRES - ANILLO PERIFERICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR ”**, elaborado por el estudiante universitario Melvin Obdulio Morales Cano, quien se identifica con en No. de carné Universitario 201113803.

Considero que dicho trabajo satisface los requerimientos y correcciones planteados, por lo anterior doy la aprobación para continuar con el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo, deseándole éxitos en sus labores.

Atentamente:



**Wuillian Ricardo Yon Chavarría**  
INGENIERO CIVIL  
COL No. 2029

---

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría  
Colegiado No. 2029





ESCUELA DE  
**INGENIERÍA CIVIL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, 31 de agosto de 2021

Ingeniero  
Armando Fuentes Roca  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **“EVALUACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCION AGUILAR BATRES - ANILLO PERIFERICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Melvin Obdulio Morales Cano, con CUI 2342 52731 0610 y registro académico No. 201113803, quien contó con la asesoría del Ingeniero Civil Wuillian Ricardo Yon Chavarría.

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. Alejandro Castañón López  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ÁREA  
DE TOPOGRAFÍA  
Y TRANSPORTES  
COORDINACIÓN





ESCUELA DE  
**INGENIERÍA CIVIL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.206.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCIÓN AGUILAR BATRES - ANILLO PERIFÉRICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR**, presentado por: **Melvin Obdulio Morales Cano**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, octubre de 2023



LNG.DECANATO.OI.681.2023

El Decano 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: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD QUE PRESENTA EL TRAMO CARRETERO DE INTERSECCIÓN AGUILAR BATRES - ANILLO PERIFÉRICO, AL KM 13 RUTA CA-9 SUR**, presentado por: **Melvin Obdulio Morales Cano**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, octubre de 2023

JFGR/gaac



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi guía en cada momento y por alcanzar esta meta trazada.
- Mis padres** Filadelfo Morales Blanco, María Cano (q. e. p. d.) y Marta Ortiz, por su amor y humildad que me inspiran a ser mejor.
- Mi esposa** Mónica Adriana Ruiz, por ser un pilar de apoyo incondicional e invaluable en mi vida.
- Mi hijo** Alonzo Sebastián, por ser una luz en mi camino.
- Mis hermanos** Lesly, Henry, Mariana y Vanessa Morales, por ser una importante influencia en mi carrera y mostrarme su apoyo incondicional.
- Mis abuelos** Salvador Morales Castellanos (q. e. p. d.) y María Ana Blanco (q. e. p. d.), porque siempre me brindaron amor y apoyo incondicional para ser mejor cada día.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por abrirme las puertas del conocimiento.

**Facultad de Ingeniería** Por la buena formación académica y aprendizaje a lo largo de este tiempo.

**Ing. Wuillian Yon** Por su buena intervención y asesoramiento en este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Aspectos socioeconómicos .....	2
1.2.1. Aspectos socioeconómicos de Guatemala .....	2
1.2.2. Zona 12, ciudad capital.....	3
1.2.3. Aspectos socioeconómicos de Villa Nueva, Guatemala .....	5
1.3. Descripción del área en estudio .....	6
1.4. Problema a resolver .....	7
1.5. Límite territorial de tramo en estudio .....	7
1.6. Tipos de vehículos que transitan por el lugar .....	8
2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE CARRETERAS Y TRÁNSITO .....	13
2.1. Carreteras multicarril .....	13
2.2. Clasificación de carreteras .....	14
2.3. Jerarquía dentro de la red vial .....	14
2.3.1. Principales .....	14
2.3.2. Secundarias.....	15

2.3.3.	Terciarias o locales .....	15
2.4.	Por su condición de capa de rodadura .....	16
2.4.1.	Pavimentadas.....	16
2.4.2.	Revestidas.....	16
2.4.3.	Terracería.....	16
2.5.	Por su tránsito .....	17
2.5.1.	Carretera tipo A .....	17
2.5.2.	Carretera tipo B .....	17
2.5.3.	Carretera tipo C .....	17
2.5.4.	Carretera tipo D.....	17
2.5.5.	Carretera tipo E .....	18
2.5.6.	Carretera tipo F .....	18
2.6.	Por su anchura .....	18
2.7.	Clasificación de carreteras en Guatemala.....	19
2.8.	Parámetros de tránsito .....	21
2.8.1.	Tipos de parámetros de tránsito.....	21
2.8.2.	Volumen de tránsito y tasa de flujo .....	22
2.8.3.	Densidad .....	23
2.8.4.	Tipos de velocidad .....	24
2.8.4.1.	Velocidad de punto.....	24
2.8.4.2.	Velocidad media temporal .....	25
2.8.4.3.	Velocidad de recorrido .....	26
2.9.	Relación de los 3 parámetros básicos.....	26
2.10.	Manual HCM 2000 .....	29
2.11.	Capacidad de una red vial.....	29
2.11.1.	Condiciones prevalecientes.....	30
2.12.	Nivel de servicio de una red vial.....	30
2.12.1.	Nivel de servicio A.....	30
2.12.2.	Nivel de servicio B.....	31

2.12.3.	Nivel de servicio C .....	32
2.12.4.	Nivel de servicio D .....	33
2.12.5.	Nivel de servicio E .....	34
2.12.6.	Nivel de servicio F .....	35
3.	RECOPIACIÓN DE DATOS .....	37
3.1.	Recopilación de datos de la municipalidad capitalina y municipalidad de Villa Nueva .....	37
3.2.	Datos obtenidos en la municipalidad de Villa Nueva .....	38
3.3.	Tránsito promedio diario .....	38
3.4.	Volumen vehicular .....	41
4.	ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS .....	43
4.1.	Modelos matemáticos .....	52
4.2.	Evaluación de parámetros de tránsito .....	52
4.3.	Cálculo de nivel de servicio .....	54
5.	RESULTADOS .....	59
5.1.	Capacidad de tramo en análisis .....	59
5.2.	Nivel de servicio prestado .....	59
	CONCLUSIONES .....	61
	RECOMENDACIONES .....	63
	REFERENCIAS .....	65
	APÉNDICES .....	67
	ANEXOS .....	79





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa general de la ciudad capital de Guatemala .....	4
<b>Figura 2</b>	Mapa general del municipio de Villa Nueva .....	6
<b>Figura 3.</b>	Límite territorial de tramo .....	8
<b>Figura 4.</b>	Relación entre los 3 parámetros básicos .....	27
<b>Figura 5.</b>	Nivel de servicio A.....	31
<b>Figura 6.</b>	Nivel de servicio B.....	32
<b>Figura 7.</b>	Nivel de servicio C .....	33
<b>Figura 8.</b>	Nivel de servicio D .....	34
<b>Figura 9.</b>	Nivel de servicio E.....	35
<b>Figura 10.</b>	Nivel de servicio F.....	36
<b>Figura 11.</b>	Gráfica de comportamiento vehicular en Guatemala .....	44
<b>Figura 12.</b>	Aforo total de vehículos en dirección de norte a sur .....	45
<b>Figura 13.</b>	Aforo total de vehículos en dirección de sur a norte .....	46
<b>Figura 14.</b>	Aforo total de vehículos en carril auxiliar en dirección de norte a sur.....	47
<b>Figura 15.</b>	Total de conteo vehicular por tipo de vehículo de norte a sur....	48
<b>Figura 16.</b>	Total de conteo vehicular por tipo de vehículo de sur a norte....	49
<b>Figura 17.</b>	Conteo vehicular por tipo de vehículo en carril reversible de norte a sur.....	50
<b>Figura 18.</b>	Cantidad de vehículos por dirección .....	51
<b>Figura 19.</b>	Croquis de tramo carretero .....	53

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Vehículos por su peso .....	10
<b>Tabla 2.</b>	Pesos y dimensiones de vehículos .....	11
<b>Tabla 3.</b>	Datos proporcionados por la municipalidad de Guatemala .....	37
<b>Tabla 4.</b>	Datos recopilados en aforo manual en dirección de sur a norte ..	39
<b>Tabla 5.</b>	Datos recopilados en aforo manual en dirección de norte a sur ..	40
<b>Tabla 6.</b>	Datos recopilados en aforo manual en carril auxiliar de norte a sur .....	41
<b>Tabla 7.</b>	Registro de vehículos por año, según INE .....	43
<b>Tabla 8.</b>	Total de conteo por tipo de vehículo en dirección norte a sur .....	48
<b>Tabla 9.</b>	Total de conteo por tipo de vehículo en dirección sur a norte .....	49
<b>Tabla 10.</b>	Conteo por tipo de vehículo en carril reversible en dirección norte a sur .....	50
<b>Tabla 11.</b>	Factor de ajuste fG para velocidad de segmentos de dos vías y direccionales.....	55
<b>Tabla 12.</b>	Equivalente recreacional al número de vehículos para determinar la velocidad. ....	56

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$P_c/h$	Carro de pasajeros por hora en un periodo de 15 minutos pico.
$V_p$	Equivalente de vehículos para la razón de flujo en un periodo pico de 15 minutos en la dirección de análisis (veh/h).
$f_{HV}$	Factor de ajuste debido a los vehículos pesados.
$f_p$	Factor de población de conductores.
$D$	Densidad.
$D_o$	Densidad crítica.
$D_j$	Densidad de embotellamiento.
$L$	Longitud de segmento de la carretera.
$V_m$	Máximo volumen.
$N$	Número de carriles.
$v/c$	Radio de proporción de flujo.
$V$	Razón de flujo.
$SFi$	Razón de flujo de servicio para LOSi.
$Lb/hp$	Relación entre peso y caballaje de un vehículo.
$t_a$	Tiempo promedio de viaje en el segmento.
$TPDA$	Tránsito promedio diario anual.
$S_r$	Velocidad de rodaje.
$S_e$	Velocidad media espacial.
$S_t$	Velocidad media temporal.
$S_p$	Velocidad percentil.

<b>S</b>	Velocidad promedio de viaje.
<b>S</b>	Velocidad promedio de viaje en automóvil de pasajeros.
<b>VSi</b>	Volumen de servicio para LOSi.
<b>V</b>	Volumen por hora (veh/hora).



## GLOSARIO

<b>Aforo vehicular</b>	Conteo de vehículos que pasan por un punto específico de la carretera.
<b>Capacidad</b>	Es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado.
<b>Capacidad vial</b>	Es el máximo flujo permisible en una carretera.
<b>Carretera multicarril</b>	Carretera que tiene más de un carril dirigido en el mismo sentido.
<b>Conductor</b>	Persona encargada de conducir un vehículo motorizado.
<b>FFS</b>	Velocidad de flujo libre.
<b>HCM</b>	<i>Highway capacity manual.</i>
<b>Hora pico</b>	Es la hora del día que presenta la mayor demanda de circulación.
<b>LOS</b>	<i>Level of service</i> (nivel de servicio).

<b>PHF</b>	Factor de hora pico.
<b>Tránsito vehicular</b>	Circulación de vehículos por vías públicas.
<b>Velocidad</b>	Es la relación entre espacio recorrido y tiempo.

## RESUMEN

Este trabajo de graduación está basado en la metodología del *Manual de Carreteras HCM 2000* y se titula *Evaluación del nivel de servicio y capacidad que presenta el tramo carretero de intersección Aguilar Batres – Anillo Periférico, al km 13 ruta CA-9 sur*.

En el capítulo 1 se presenta una pequeña síntesis de los antecedentes del lugar en análisis de nivel de servicio y capacidad. En el capítulo 2 se presentan conceptos y definiciones del tipo de carreteras y tipos de tránsito que serán evaluados conforme la composición del tránsito del tramo en análisis.

El capítulo 3 se trata de la recopilación de datos por medio del aforo vehicular manual, y también se obtienen datos proporcionados por la municipalidad de Guatemala, así como por la Municipalidad de Villa Nueva.

En el capítulo 4, para propósitos de determinación del nivel de servicio en el tramo carretero Aguilar Batres, km 13 al Pacífico y viceversa, se analizan los datos utilizando los procedimientos que el HCM 2000 establece.

En el capítulo 5 se presentan los resultados de la evaluación del tramo carretero, tanto a nivel de servicio como la capacidad del mismo.



## OBJETIVOS

### General

Evaluar el nivel de servicio y capacidad que presenta el tramo carretero de la intersección Aguilar Batres-Anillo Periférico, al km 13 ruta CA-9 sur, como parte de los parámetros de ingeniería de tránsito.

### Específicos

1. Determinar los diversos tipos de vehículos de transporte que circulan por el tramo en evaluación.
2. Definir los parámetros de tránsito y el nivel de servicio y capacidad que presentan los puntos más críticos del tramo en análisis.
3. Recopilar datos e información por medio de aforos vehiculares y de otras fuentes distintas.
4. Determinar y analizar los datos del aforo vehicular con base en las expresiones matemáticas y conceptos establecidos por el *Manual HCM 2000*, con el propósito de determinar los niveles de servicio que presta el tramo carretero.





## INTRODUCCIÓN

El tramo de la calzada Aguilar Batres que conecta con el Anillo Periférico sur, hacia ruta CA-9 sur, kilómetro 13, donde termina la denominada cuesta de Villa Lobos, presenta complicaciones en su circulación, especialmente en horas pico, tanto hacia el sur como hacia el norte.

Es por ello que se pretende realizar este estudio para la verificación y evaluación que presenta el tramo en cuanto al nivel de servicio y su capacidad, por lo cual es necesario conocer las características de los flujos vehiculares por medio de análisis estadísticos y libros relacionados con ingeniería de tránsito.

Se solicitará información a la municipalidad capitalina, así como a la Municipalidad de Villa Nueva, sobre antecedentes técnicos e información sobre el tránsito en la ruta mencionada, debido a que es una de las vías más importantes en el acceso y salida a la ciudad capital.

Para definir los niveles de servicio actuales del tramo carretero se efectuará un conteo vehicular basado en los tipos de vehículos que circulan por el sector, así como la velocidad mínima y máxima con la cual circulan estos por el tramo en mención.



# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Antecedentes históricos**

El tramo carretero se ubica sobre la parte de la calzada Aguilar Batres en conexión con el municipio de Villa Nueva, por donde diariamente circulan cientos de vehículos de todo tipo. Antes del año 2005 la calzada Aguilar Batres contaba con tres carriles para transitar en ambos sentidos, sin embargo, hoy en día únicamente cuenta con dos carriles (sin considerar el carril auxiliar, en sentido norte), debido a la utilización de un carril exclusivo por el Transmetro, lo cual provoca la saturación de la vía, especialmente de sur a norte, por formarse un embudo en el inicio de la calzada.

Es una de las vías principales, incluyendo la cuesta de Villa Lobos, donde se hace difícil transitar debido a su pendiente pronunciada, por lo cual el paso por el tramo descrito se hace cada vez más complicado, sobre todo en las horas pico.

Este tramo carretero es de vital importancia, debido a que es uno de los más grandes accesos a la ciudad capital y conecta con los municipios de Villa Nueva y Amatitlán, hacia el sur, los cuales son conocidos como ciudades dormitorio.

## **1.2. Aspectos socioeconómicos**

A continuación, se profundiza detalladamente en el tema de los aspectos socioeconómicos que es importante considerar.

### **1.2.1. Aspectos socioeconómicos de Guatemala**

Guatemala (del *náhuatl Quauhtlemallan*, que significa lugar de muchos árboles), oficialmente República de Guatemala, es un país de América Central con características peculiares y una cultura autóctona muy fuerte, influenciada principalmente por su pasado maya en todo el país y en algunas regiones por corrientes estadounidenses, españolas, alemanas e italianas, y al mismo tiempo es un país con una gran belleza natural.

Guatemala cuenta con un territorio montañoso, con gran cantidad de bosques, y está dotado de ruinas mayas, lagos, volcanes, orquídeas y aves exóticas. Es uno de los países más bellos de América Central, limita al oeste y norte con México, al este con Belice y el Golfo de Honduras, al sureste con Honduras y el Salvador, y al sur con el Océano Pacífico.

El país tiene 108,889 km<sup>2</sup> (la República de Guatemala mantiene actualmente un diferendo territorial con Belice, por 12,000 km<sup>2</sup>). Su capital es la ciudad de Guatemala, llamada oficialmente Nueva Guatemala de la Asunción, y conocida como Guatemala City a nivel internacional. Su población indígena compone un tercio de la población del país. Su idioma oficial es el español, asimismo cuenta con idiomas mayas característicos de cada grupo indígena.



### **1.2.2. Zona 12, ciudad capital**

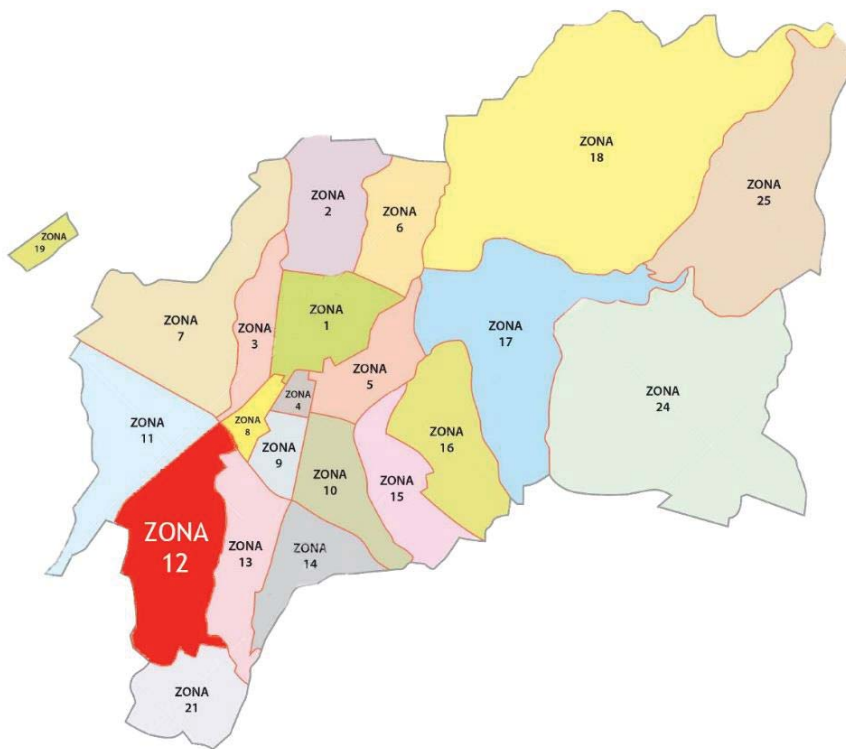
La zona 12 de la ciudad de Guatemala es una de las 25 zonas en las que se divide la ciudad, de acuerdo al establecimiento de las mismas durante el gobierno de Jacobo Árbenz en 1952. La zona 12 abarca desde El Trébol hasta la 55 calle y de la calzada Raúl Aguilar Batres a la colonia Villa Lobos y Ciudad Real (Catalán, 2012).

Las zonas se aprobaron en aquel año con base en los estudios presentados por la Dirección de Planificación de la Municipalidad de Guatemala, relacionados con la zonificación de la ciudad (Catalán, 2012).

En el área de la calzada Raúl Aguilar Batres se encuentra una economía bastante considerable, ya que su trayectoria cuenta con proyectos de construcción utilizados para centros comerciales como Pacific Center, principales colegios como Liceo Javier y Monte María y diversidad de comercios más. Favorece a estos que la afluencia de vehículos es bastante grande por esta calzada.

**Figura 1.**

*Mapa general de la ciudad capital de Guatemala*



*Nota.* Mapa que muestra las zonas de la ciudad de Guatemala. Obtenido de 123RF (2023). *Mapa de la ciudad de Guatemala* [Mapa]. ([https://es.123rf.com/photo\\_72666612\\_mapa-pol%C3%ADtico-administrativo-de-lacapital-guatemalteca-ciudad-de-guatemala.html](https://es.123rf.com/photo_72666612_mapa-pol%C3%ADtico-administrativo-de-lacapital-guatemalteca-ciudad-de-guatemala.html)), consultado el 14 de marzo de 2023. De dominio público.

### **1.2.3. Aspectos socioeconómicos de Villa Nueva, Guatemala**

Villa Nueva es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala. Está situado a 17 kilómetros al suroccidente de la capital. Su extensión territorial es de 114 kilómetros cuadrados. Se estima que su población oscila entre 800 mil y 1 millón de personas.

Villa Nueva limita al norte con los municipios de la ciudad de Guatemala y Mixco, al este con San Miguel Petapa y Villa Canales, al sur con Amatitlán y al oeste con Santa Lucía Milpas Altas, municipio del departamento de Sacatepéquez. Villa Nueva celebra su feria en honor a la Virgen de Concepción el 8 de diciembre (Municipalidad de Guatemala, 2023).

Villa Nueva surge como un poblado en el periodo hispánico, por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre del año 1839. En la actualidad, y por su cercanía a la ciudad capital de Guatemala, ha crecido enorme y aceleradamente, ya que muchas personas que trabajan en la capital viven en las colonias residenciales que se construyen año con año dentro de su territorio (Municipalidad de Guatemala, s.f.).

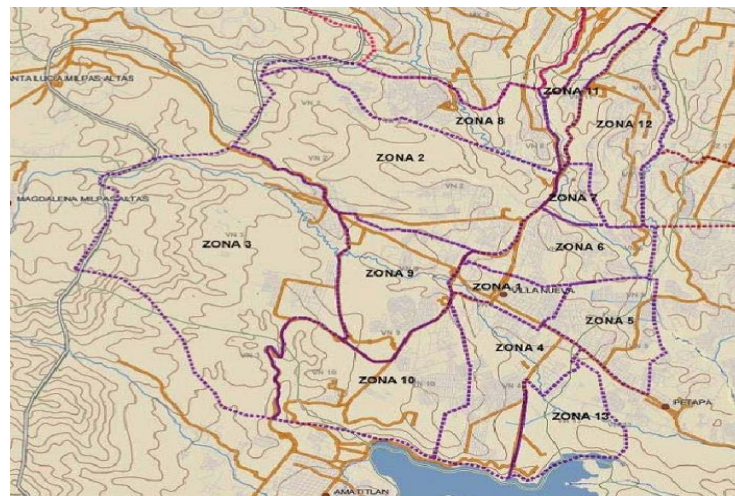
En las últimas décadas se han instalado dentro de la jurisdicción de este municipio varias industrias que antes funcionaban en su mayoría en la capital guatemalteca, tales como fábricas de hilados, de tejidos, de plástico, procesadoras de alimentos, entre otras. Todo ello ha contribuido a su crecimiento poblacional y económico.

El municipio es catalogado como una ciudad dormitorio, por lo que la mayoría de las personas que allí residen son trabajadores asalariados y en su

mayoría trabajan en la ciudad capital, mientras que algunos otros se dedican al comercio dentro del mismo municipio.

## Figura 2.

Mapa general del municipio de Villa Nueva



-----Delimitación del municipio de villa nueva

*Nota.* Mapa de Villa Nueva editado con Photoshop. Obtenido de Google Maps (2023). *Mapa del Municipio de Villa Nueva* [Mapa]. (<https://www.google.com/maps/place/Villa+Nueva/@14.5335626,90.6769527,12z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8589a7642e1c2a1f:0x32640d1346ee2aa0!8m2!3d14.5305465!4d90.5958499!16zL20vMDc4ejR5?entry=ttu>), consultado el 14 de marzo de 2023. De dominio público.

### 1.3. Descripción del área en estudio

El tramo carretero en estudio se encuentra ubicado en la intersección de la 28 calle calzada Aguilar Batres y Anillo Periférico, hacia el final de cuesta de Villa Lobos en el kilómetro 13 ruta CA-9, y viceversa. Es una de las rutas más transitadas diariamente por miles de vehículos, por ser una de las conexiones principales con la ciudad capital.

#### **1.4. Problema a resolver**

Es una necesidad para los usuarios transitar por la cuesta de Villa Lobos CA-9 sur en dirección sur a norte, ingresar a calzada Aguilar Batres y entrar a la ciudad capital, hasta llegar a su destino, y a la misma vez retornar a sus hogares. Lo complicado del tramo es que se satura en su totalidad en las horas pico, se hace necesaria esta investigación para determinar los factores que influyen en el tránsito vehicular, así como el nivel de servicio que actualmente está prestando y a la misma vez observar la capacidad en cuanto al volumen, velocidad y tiempo que tardan los usuarios en recorrer el tramo del km 13 CA-9 sur hacia intersección de 28 calle Aguilar Batres y Anillo Periférico, y viceversa.

La municipalidad de Villa Nueva coordina en horas de la mañana y tarde-noche un carril reversible para desfogar de una manera más ordenada y rápida el tránsito vehicular, sin embargo, y a pesar de que es funcional ese sistema, aún prevalece dicha carga. Es evidente que se necesita de acciones más concretas y dilucidadas para contrarrestar esta problemática que afecta a miles de personas que transitan estas vías.

#### **1.5. Límite territorial de tramo en estudio**

El tramo en estudio se encuentra abarcando parte de la ciudad capital, así como mayor parte geográfica del norte del municipio de Villa Nueva. El límite municipal entre ambos municipios se encuentra sobre el Km. 07 carretera internacional al Pacífico CA-9 (37 calle de la zona 12 de Villa Nueva).

### Figura 3.

#### Límite territorial de tramo



----Límite territorial entre municipios de Guatemala y Villa Nueva.

*Nota.* Ilustración del tramo estudiado. Elaboración propia, realizado con Waze Live Map y Adobe Illustrator.

### 1.6. Tipos de vehículos que transitan por el lugar

Por ser una de las vías principales, este tramo carretero presenta diversidad de vehículos (según el *Reglamento para el control de pesos y dimensiones* de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda), entre los cuales se mencionan:

- C-2: es un camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje de rueda doble (eje de tracción).
- C-3: es un camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje de doble o tándem (eje de tracción).
- C-4: es un camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple (eje direccional) y un eje triple (eje de tracción).

- T-2: es un tractor o cabezal con un eje simple (eje direccional) y un eje simple de rueda doble (eje de tracción).
- T-3: es un tractor o cabezal con un eje simple (eje direccional) y un eje doble o tándem (eje de tracción).
- S-1: es un semiremolque con un eje trasero simple de rueda doble.
- S-2: es un semiremolque con un eje trasero doble o tándem.
- S-3: es un semiremolque con un eje trasero triple.
- S-4: es un semiremolque con un eje trasero cuádruple.
- R-2: es un remolque con un eje delantero simple o de rueda doble y un eje trasero simple o de rueda doble.
- R-3: es un remolque con un eje delantero simple o de rueda doble y un eje trasero doble tándem.
- R-4: es un remolque con dos ejes de rueda doble o tándem en cada uno de sus extremos.

Los vehículos se clasifican por su uso en:

- Vehículos particulares
- Vehículos mercantiles y comerciales
- Oficiales
- De emergencia
- De aprendizaje

Vehículos por su peso:

- Se permitirá la circulación de vehículos o combinaciones de vehículos cuyo peso por eje no exceda los límites que se indican a continuación:

**Tabla 1.**

*Vehículos por su peso*

<b>Para vehículos tipo c2 y c3</b>		<b>Otros vehículos</b>
Eje simple	5,500 Kg	5,000 Kg
Eje simple rueda doble	10,000 Kg	9,000 Kg
Eje doble (tándem) tipo A	16,500 Kg	16,000 Kg
Eje doble (tándem) tipo B	12,000 Kg	12,000 Kg
Eje triple tipo A		20,000 Kg
Eje triple tipo B		17,000 Kg

*Nota.* Vehículos por su peso. Adaptado de Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (2010). *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.* (<https://www.caminos.gob.gt/Descargas/Reglamentos/Reglamento%20para%20el%20Control%20de%20Pesos%20y%20Dimensiones.pdf>), consultado el 10 de febrero de 2023. De dominio público.

- Se permitirá que vehículos o combinaciones de vehículos circulen por carreteras con un peso bruto vehicular hasta los indicados en la siguiente tabla, siempre que no sean excedidos los límites establecidos en el inciso anterior y que la separación entre ejes más distantes no sea menor a:



**Tabla 2.***Pesos y dimensiones de vehículos*

<b>Tipo de vehículo total autorizado</b>	<b>Separación mínima entre ejes más distantes</b>	<b>Peso (m) (kg)</b>
C-2	5.00	15,500
C-3	5.00	22,000
C-3 rueda doble ancho	5.00	26,000
C-4	5.00	25,000
T2-S1	6.67	23,000
T2-S2	10.50	30,000
T2-S3	10.50	34,000
T3-S1	10.50	30,000
T3-S2	14.40	37,000
T3-S3	14.40	41,000
T3-S4	14.40	45,000
C2-R2 (remolque con rs)	12.38	25,500
C2-R2 (remolque con rs y rd)	12.38	27,500
C2-R2 (remolque con rd)	12.38	29,500
C3-R2 (remolque con rs)	14.40	32,000
C3-R2 (remolque con rs y rd)	14.40	34,000
C3-R2 (remolque con rd)	14.40	36,000
C3-R3 (remolque con rs)	14.40	37,000
C3-R3 (remolque con rs y rd)	16.00	39,000
T2-S1-R2 (remolque con rs)	16.00	33,000

Donde: rs=rueda sencilla / rd=rueda doble.

*Nota.* Pesos y dimensiones de vehículos. Adaptado de Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (2010). *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.* (<https://www.caminos.gob.gt/Descargas/Reglamentos/Reglamento%20para%20el%20Control%20de%20Pesos%20y%20Dimensiones.pdf>), consultado el 10 de febrero de 2023. De dominio público.



## 2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE CARRETERAS Y TRÁNSITO

### 2.1. Carreteras multicarril

Las carreteras multicarril se caracterizan por tener dos carriles o más en cada sentido, con características inferiores a las autopistas, con separación o delimitación de los mismos, teniendo accesos o cruces a nivel. En el conteo de carriles de estas carreteras no se tendrán en cuenta los carriles adicionales, los de espera, ni los de cambio de velocidad. Usualmente se encuentran en un entorno suburbano, a la salida de las principales ciudades de América Central.

En Guatemala se puede observar este tipo de carreteras en las entradas o salidas principales a la ciudad capital, como la calzada Roosevelt y San Juan, salida hacia el occidente del país, así como en carretera a El Salvador hacia el oriente, en tanto al noroeste se cuenta con la carretera al Atlántico y hacia el sur se encuentra el tramo en estudio, que está ubicado en la calzada Raúl Aguilar Batres.

Se considera para la construcción de este tipo de carreteras que el volumen de diseño debe sobrepasar los 20,000 vehículos promedio diario. El *Manual HCM 2000* impone las condiciones ideales para una carretera multicarril:

- Terreno llano.
- Anchura de carril de 3.60 m.

- Una separación mínima de 1.80 m entre los obstáculos laterales y el borde de la calzada, tanto en el borde derecho como en la mediana.
- Corriente circulatoria compuesta únicamente por vehículos livianos.
- Sección transversal de carretera con separación de sentidos y entorno rural o suburbano.
- Velocidad de flujo libre superior a 100 km/h.

## **2.2. Clasificación de carreteras**

Una carretera es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras. Se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

La red de carreteras es muy importante en Guatemala, debido a que forman parte importante de la economía del país, para el transporte de diversos productos de un lugar a otro. Las carreteras están catalogadas como un trecho revestido de asfalto (pavimento flexible) o concreto hidráulico (pavimento rígido).

## **2.3. Jerarquía dentro de la red vial**

En cuanto a la jerarquía dentro de la red vial, cabe decir lo siguiente acerca de cada tipo de carretera:

### **2.3.1. Principales**

Las carreteras principales se pueden decir que normalmente son conocidas porque se conduce por ella tránsito de tipo internacional, es decir que

conecta las ciudades principales, a nivel regional, así como las fronteras del país. Actualmente la red vial primaria está conformada por las Rutas Centroamericanas (CA), tramos específicos de Rutas Nacionales (RN) y Rutas Departamentales (RD), así como la Franja Transversal del Norte (FTN). Estas permiten el flujo continuo en el transporte de bienes y servicios.

Son carreteras principales debido a que integran las zonas de consumo con la producción de bienes y servicios.

### **2.3.2. Secundarias**

Por otro lado, las secundarias son aquellas que unen las urbes municipales entre sí, o que sirven como afluentes de una ruta principal y tienen como objetivo principal el complementar la red vial primaria, facilitando la comunicación regional y el proveer comunicación directa, en lo posible, entre las cabeceras de departamentos contiguos. Están orientadas a comunicar hacia y desde los mayores centros de población y/o producción, conformando una red complementaria y/o alterna a la red vial ordinaria.

La conforman: la ruta CA-9 sur A, en sus tramos: Palín – Escuintla y Escuintla – Puerto San José, rutas nacionales y rutas departamentales.

### **2.3.3. Terciarias o locales**

Estas se establecen como carreteras que solo unen a las urbes en su propio interior, es decir que proporcionan comunicación entre las cabeceras departamentales y sus respectivos municipios y aldeas, de modo tal que podría decirse que son solo carreteras internas. Las constituyen en su mayor parte caminos de terracería y/o balastro y caminos rurales.

## **2.4. Por su condición de capa de rodadura**

Por su condición de capa de rodadura las diferentes carreteras de Guatemala se clasifican en:

### **2.4.1. Pavimentadas**

Estas son las carreteras que se encuentran plenamente revestidas o asfaltadas y que se encuentran en óptimas condiciones para transitar.

### **2.4.2. Revestidas**

Este tipo de acabado se trata de una leve capa de asfalto que contiene materiales menos resistentes, los cuales suelen deteriorarse en un corto periodo de tiempo.

### **2.4.3. Terracería**

Son aquellas carreteras que normalmente no cuentan con ningún tipo de revestimiento y se hace difícil su transitar. Están a nivel del suelo. En algunos otros casos este tipo de carreteras cuenta con un leve revestimiento, usualmente pedrín o balastro.

## **2.5. Por su tránsito**

Esto está determinado por la cantidad de vehículos que transitan por una carretera con un tránsito promedio diario anual.

### **2.5.1. Carretera tipo A**

Este tipo de carretera es llamado también calzada y están diseñadas para un tránsito promedio diario de 3,000 a 5,000 vehículos. Su capa de recubrimiento puede ser de concreto hidráulico o asfalto.

### **2.5.2. Carretera tipo B**

Están diseñadas para un tránsito promedio diario de 1,500 a 3,000 vehículos. Su capa de recubrimiento podrá ser de concreto hidráulico o tratamiento superficial doble.

### **2.5.3. Carretera tipo C**

Están diseñadas para un tránsito promedio diario de 900 a 1,500 vehículos. Su capa de recubrimiento podrá ser de concreto hidráulico o tratamiento superficial doble.

### **2.5.4. Carretera tipo D**

Esta carretera está diseñada para un tránsito promedio diario de 500 a 900 vehículos. La capa de recubrimiento utilizada es tratamiento superficial doble.

### **2.5.5. Carretera tipo E**

Este tipo de carreteras están diseñadas para un tránsito promedio diario de 100 a 500 vehículos. Este tipo de carretera tiene una importancia menor a las anteriormente descritas. La capa de recubrimiento está elaborada con base en un tratamiento superficial doble.

### **2.5.6. Carretera tipo F**

Su diseño contempla un tránsito promedio diario de 10 a 100 vehículos, simplemente a base de balastro.

## **2.6. Por su anchura**

En Guatemala, las carreteras, según el criterio de anchura, se clasifican en:

- Para un tipo de carretera tipo A  
El ancho de la calzada es de 14.40 metros y el derecho de vía será de 50 metros.
- Para un tipo de carretera tipo B  
El ancho de la calzada es de 7.20 metros y el derecho de vía es de 25 metros.
- Para un tipo de carretera tipo C  
El ancho de la calzada es de 6.50 metros y el derecho de vía está conformado por 25 metros.



- Para un tipo de carretera tipo D  
El ancho de la calzada es de 6.00 metros y su derecho de vía es de 25 metros.
- Para un tipo de carretera tipo E  
El ancho de la calzada es de 5.50 metros y el derecho de vía es de 15 metros.
- Para un tipo de carretera tipo F  
El ancho de la calzada es de 5.50 metros y el derecho de vía es de 15 metros.

## **2.7. Clasificación de carreteras en Guatemala**

En Guatemala existen 6 tipos de carreteras, los cuales van desde el tipo A hasta el tipo F. Esta clasificación está basada en la importancia de las conexiones de poblaciones.

- Carretera tipo A

También llamadas calzadas y diseñadas para un tránsito promedio diario de 3,000 a 5,000 vehículos. Contempla un drenaje mejorado debido a que no es conveniente que se inunde porque dañaría su estructura, la capa de rodadura podrá ser de concreto hidráulico o asfalto. El ancho de la carretera es de 14.40 metros y derecho de vía de 50 metros.

- Carretera tipo B

Diseñadas para un tránsito promedio diario de 1,500 a 3,000 vehículos, la capa de rodadura podrá ser asfalto o tratamiento superficial doble. El ancho de la carretera es de 7.20 metros y derecho de vía de 25 metros.

- Carretera tipo C

Diseñadas para un tránsito promedio diario de 900 a 1,500 vehículos, la capa de rodadura podrá ser asfalto o tratamiento superficial doble. El ancho de carretera es de 6.50 metros y el derecho de vía está conformado por 25 metros.

- Carretera tipo D

Diseñada para un tránsito promedio diario de 500 a 900 vehículos, la capa de recubrimiento utilizada es tratamiento superficial doble. El ancho de la calzada es de 6.00 metros y el derecho de vía de 25 metros.

- Carretera tipo E

Diseñadas para un tránsito promedio diario de 100 a 500 vehículos. La capa de rodadura de este tipo de carreteras está basada en un tratamiento superficial doble. El ancho de la calzada es de 5.50 metros y el derecho de vía de 15 metros.

- Carretera tipo F

En su diseño contempla un tránsito promedio diario de 10 a 100 vehículos, este tipo de carreteras, por ser menos transitadas, están elaboradas

únicamente con balasto. El ancho de la calzada es de 5.50 metros y el derecho de vía de 15 metros.

## **2.8. Parámetros de tránsito**

Se deben tomar todos los parámetros de tránsito a la hora de diseñar una carretera, estos deben garantizar el beneficio adecuado a lo largo del tiempo en las vías de circulación vehicular, son parámetros de ingeniería de tránsito que definen el diseño geométrico de la carretera, aspectos de diseño, entre otros.

Estos parámetros describen la interrelación de las características operacionales que influyen en un sistema vial. En Guatemala son utilizados varios de estos parámetros.

### **2.8.1. Tipos de parámetros de tránsito**

Se puede definir el tránsito en una carretera según los parámetros de medición vial, estos son la base para el buen funcionamiento de una carretera, tomando en consideración que estos parámetros tienen condiciones variables en distintas épocas del año. Son de tipo dinámico, es decir, los parámetros van a variar dependiendo del día que se hace el estudio de tránsito. Debido a las actividades que desarrollan los ciudadanos guatemaltecos y que se movilizan por los tramos carreteros a diferentes flujos, el día más común es recomendable realizarlos.

El *Manual de capacidad de carreteras 2000* (HCM 2000, por sus siglas en inglés: *Highway capacity manual*), divide el tránsito en dos importantes categorías:

- Flujo ininterrumpido
- Flujo interrumpido

En el análisis de esta investigación se considera el flujo de tipo ininterrumpido, ya que por el tramo carretero no se observa una limitante o señalización que pudiera detener el flujo vehicular por un tiempo prolongado.

### **2.8.2. Volumen de tránsito y tasa de flujo**

El volumen y tasa de flujo son dos medidas que cuantifican la cantidad de tránsito que pasa en un punto de un carril o carretera durante un intervalo de tiempo determinado (Transportation Research Board, 2022).

La tasa de flujo representa el número de vehículos que pasan un punto durante un intervalo de una hora. Un índice de flujo es el número de vehículos observados en un periodo de menos de una hora, dividido por el tiempo en horas, por ejemplo, un volumen de 100 vehículos observados en un periodo de 15 minutos implica un índice de flujo de  $100 \text{ veh}/0.25\text{h}$  o  $400 \text{ veh/h}$ . Mediante el flujo vehicular se pueden comprender las características y el comportamiento del tránsito, ya que son requisitos básicos y necesarios para el planeamiento, proyecto, operación de carreteras, calles y obras complementarias dentro de un sistema de transporte.

El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que circulan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente «vehículos» o «vehículos por unidad de tiempo». Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras.

Para los análisis operacionales se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada hora pico (PHF), u hora de máxima demanda (HMD).

La relación entre el volumen total por hora y la tasa de flujo máximo dentro de la hora es dada por:

Ecuación 1:

$$PHF = \frac{\text{Volumen por hora}}{\text{velocidad de flujo máximo (dentro de la hora)}}$$

Si se utilizan periodos de 15 minutos el PHF se puede calcular por la ecuación:

Ecuación 2:

$$PHF = \frac{\text{Volumen por hora}}{4 * (\text{Volumen 15 minutos punta})}$$

### **2.8.3. Densidad**

La densidad es el número de vehículos que ocupan una longitud determinada de un carril o carretera en un instante en particular, se promedia con el tiempo y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro (veh/km). Probablemente sea el parámetro más importante dentro del tránsito, ya que está relacionado directamente con la demanda de tránsito.

La densidad se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

Ecuación 3:

$$D = \frac{V}{S}$$

Donde:

$D$  = densidad o concentración del tránsito (veh/km)

$V$  = razón de flujo (veh/h)

$S$  = velocidad promedio de viaje (km/h)

#### **2.8.4. Tipos de velocidad**

La velocidad se define como una tasa de movimiento expresada como distancia por unidad de tiempo, generalmente como km/h. Es una medida importante que define la efectividad en la calidad de servicio para muchas carreteras y que presta a los automovilistas.

Se relacionan directamente la carretera y las normativas de señales de tránsito, las cuales determinan las velocidades del vehículo. Dentro de la ciudad de Guatemala el límite máximo observable en las señales de tránsito es de 70 km/h y fuera de ella en carreteras que comunican a los departamentos un máximo de 90 km/h.

##### **2.8.4.1. Velocidad de punto**

Es la velocidad de un vehículo que pasa por un determinado punto de una carretera, puede ser llamada también velocidad instantánea, debido a que se toma en el preciso momento que pasa el vehículo por el punto.

#### 2.8.4.2. Velocidad media temporal

Conocida como velocidad media-tiempo, es la media aritmética de la velocidad de todos los vehículos que pasan por un punto durante un intervalo de tiempo seleccionado.

Para datos de velocidades de punto no agrupados la velocidad media temporal se define como:

Ecuación 4:

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Donde:

$\bar{v}_t$  = velocidad media temporal

$v_i$  = velocidad del vehículo

$n$  = número total de vehículos observados

Para datos de velocidades de punto agrupados la velocidad media temporal se define como:

Ecuación 5:

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^m (f_i v_i)}{n}$$

Donde:

$m$  = número de grupos en análisis

$f_i$  = número de vehículos en el grupo de velocidad  $i$

$v_i$  = velocidad de punto del grupo  $i$

$n$  = número total de vehículos observados

#### **2.8.4.3. Velocidad de recorrido**

También conocida como velocidad de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el principio al fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total se incluyen todas las demoras provocadas por el tránsito, pero no las que se hacen fuera de la vía, como por ejemplo detenerse en gasolineras, restaurantes, entre otros.

Si un grupo de vehículos recorren la misma distancia, la velocidad medio del recorrido se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el promedio de los tiempos de recorrido.

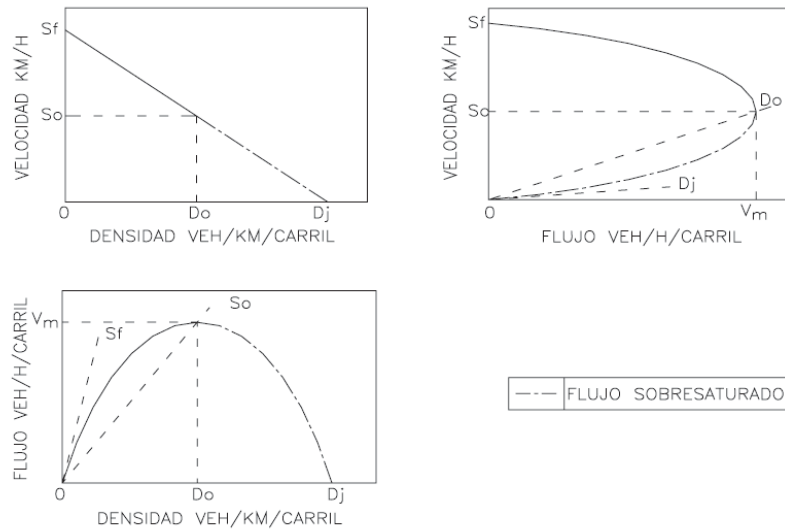
### **2.9. Relación de los 3 parámetros básicos**

Los 3 parámetros básicos: la velocidad, la densidad y volumen de tránsito, están representados en las gráficas velocidad-densidad, velocidad-volumen y volumen-densidad. Estas describen un flujo de tránsito ininterrumpido.



#### Figura 4.

Relación entre los 3 parámetros básicos



*Nota.* Relación entre parámetros básicos. Obtenido de Transportation Research Board (2022). *Highway capacity manual. HCM 2000, chapter 7-Traffic Flow Parameters Uninterrupted Flow.* (s.p.) TRB HCM 2000.

- La forma de estos gráficos depende del tránsito prevaleciente y las condiciones de la carretera del segmento bajo estudio.
- Las curvas representan puntos importantes. Un volumen cero ocurre en dos diferentes condiciones. La primera es cuando no hay vehículos en la carretera, la densidad es cero y el volumen también es cero.
- La velocidad es teórica para esta condición ( $S_f$ ) y es seleccionada del primer conductor (se presume un valor alto).

- La segunda es cuando la densidad llega a ser tan alta que los vehículos deben detenerse porque no hay movimiento y los vehículos no pueden pasar por un punto en la carretera, la velocidad es cero y el volumen es cero. La densidad a la cual todo movimiento se detiene es llamada densidad de atasco ( $D_j$ ).

Entre estos dos puntos extremos, la dinámica del tránsito produce un efecto maximizado. Como el volumen incrementa de cero, la densidad también incrementa mientras más vehículos hay en la carretera. Cuando esto pasa la velocidad declina por la interacción de vehículos. Esta declinación es insignificante en una densidad y un volumen bajo o medio. Como la densidad incrementa esta curva sugiere que la velocidad decrece significativamente antes que la capacidad sea alcanzada. La capacidad se alcanza cuando el producto de la densidad y la velocidad resultan en el máximo volumen. Esta condición se muestra como velocidad óptima  $S_o$  (velocidad crítica), densidad óptima  $D_o$  (densidad crítica) y máximo volumen  $V_m$ .

La gráfica de velocidad-densidad es utilizada con más frecuencia en trabajos teóricos, las otras dos gráficas son utilizadas para definir el nivel de servicio de la carretera o tramo en análisis.

Los niveles de servicio del A al E se definen en el lado de baja densidad y alta velocidad de las curvas, con el límite de volumen máximo los niveles de servicio F describen el tránsito sobresaturado y de descarga en cola, que está representado por la parte de alta densidad y baja velocidad de las funciones.

## **2.10. Manual HCM 2000**

El *Manual de carreteras HCM* es un manual que proporciona prácticas e investigaciones del transporte con un sistema consistente de técnicas para la evaluación de la capacidad y determinación del nivel de servicio de carreteras. También proporciona métodos para evaluar los parámetros de tránsito, asegurando resultados de investigación. El HCM 2000 presenta la mejor técnica disponible para determinar la capacidad y el nivel de servicio para las facilidades de transporte. Este manual no establece normas legales para diseño o construcción de carreteras. El manual es la fuente primaria documental que refleja hallazgos de la investigación en capacidad y calidad de servicio.

## **2.11. Capacidad de una red vial**

La capacidad está definida como el máximo número de vehículos que puede circular por un punto dado durante un periodo de tiempo específico, esto bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito (Ordóñez, 2020).

El flujo máximo de tránsito de una carretera es su capacidad, la cual ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a velocidad crítica. Regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, la hora pico es el periodo más crítico.

La capacidad se refiere a un punto o sección uniforme de la infraestructura, por tanto, segmentos o puntos con diferentes características tendrán diferentes capacidades.

### **2.11.1. Condiciones prevalecientes**

Las condiciones prevalecientes de la carretera se refieren a características geométricas como el número y uso de carriles, ancho de hombro, configuración de carriles y el alineamiento horizontal y vertical. La capacidad frecuentemente se mide en vehículos por hora (veh/hr).

### **2.12. Nivel de servicio de una red vial**

El concepto de nivel de servicio LOS (*Level Of Service*, según sus siglas en inglés), definido en el *Manual HCM 2000*, se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que determina las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros.

Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la seguridad, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial.

Para cada tipo de infraestructura se definen, según el *Manual HCM 2000*, 6 niveles de servicio, para los cuales se disponen procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F, siendo el nivel de servicio LOS A el que representa las mejores condiciones operativas, y el LOS) F, las peores.

#### **2.12.1. Nivel de servicio A**

Representa una circulación a flujo libre. El usuario posee una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la

circulación al automovilista es excelente. Posee altas velocidades de operación y puede ser de 90 km/h o más. La demora en su total de tiempo de viaje no es mayor a un 35 %.

### **Figura 5.**

*Nivel de servicio A*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio A. Elaboración propia.

#### **2.12.2. Nivel de servicio B**

Está en el rango de flujo libre, el nivel de confort y comodidad es menor, ya que la presencia de otros vehículos en la carretera comienza a afectar el comportamiento individual. Se empieza a restringir la velocidad a 80 km/h. La demora en su total de tiempo de viaje no es mayor al 50 %.

## **Figura 6.**

### *Nivel de servicio B*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio B. Elaboración propia.

### **2.12.3. Nivel de servicio C**

Presenta condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. El nivel de confort y comodidad disminuye notablemente en este nivel. La velocidad se mantiene en 70 km/h. La demora de los conductores alcanza el 65 % del total del tiempo de viaje.

## Figura 7.

### *Nivel de servicio C*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio C. Elaboración propia.

#### **2.12.4. Nivel de servicio D**

Los conductores tienen poca libertad para maniobrar, se acercan a un flujo inestable. La velocidad se mantiene alrededor de los 60 km/hr. La demora de los conductores es cercana al 80 % del total del tiempo de viaje.



## Figura 8.

### *Nivel de servicio D*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio D. Elaboración propia.

#### **2.12.5. Nivel de servicio E**

Flujo inestable, ocurren pequeños congestionamientos. La velocidad decae hasta 40 km/hr. La demora de los conductores es mayor al 80 % del total del tiempo de viaje.



## Figura 9.

### *Nivel de servicio E*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio E. Elaboración propia.

#### **2.12.6. Nivel de servicio F**

Flujo forzado, condiciones de «pare y siga», congestión de tránsito. El volumen de tránsito que pasa por un punto excede el volumen que puede atravesar dicho punto. Las velocidades son inferiores a la capacidad y se forman largas colas.

**Figura 10.**

*Nivel de servicio F*



*Nota.* Fotografía tomada en el lugar de aforo: nivel de servicio F. Elaboración propia.

### 3. RECOPIACIÓN DE DATOS

#### 3.1. Recopilación de datos de la municipalidad capitalina y municipalidad de Villa Nueva

Los datos recopilados, de suma importancia para la presente investigación, se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

*Datos proporcionados por la municipalidad de Guatemala*

CODIGO	DIRECCION	ZONA	FECHA	HORARIO	VOLUMEN		VOLUMEN TOTAL
					AM	PM	
Z11-003	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	27/09/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	19870	20618	40488
Z11-007	35 Calle Calzada Aguilar Batres	11	2/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	18325	20198	38523
Z11-010	30 Calle Calzada Aguilar Batres	11	3/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	20866	18841	39707
Z11-018-025	30 Calle Calzada Aguilar Batres	11	4/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14829	16356	31185
Z11-034	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	10/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	11245	12560	23805
Z11-035	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	6/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	13733	13053	26786
Z11-036	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	5/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14644	12197	26841
Z11-037-041	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	4/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	12290	13010	25300
Z11-048	45 Calle Calzada Aguilar Batres	11	31/07/2003	10:00 a 14:00 / 16:00 a 20:00			0
Z11-074	34 Calle Calzada Aguilar Batres	11	16/12/2003	10:00 a 14:00 / 16:00 a 20:00	5049	5327	10376
Z11-115	27 Calle Calzada Aguilar Batres	11	4/12/1998	24 horas			72582
Z12-001	39 Calle Calzada Aguilar Batres	12	3/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	23633	19622	43255
Z12-002	41-43 Calle Calzada Aguilar Batres	12	4/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	24007	21285	45292
Z12-003	37 Calle Calzada Aguilar Batres	12	2/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	23804	20744	44548
Z12-007	36 Calle Calzada Aguilar Batres	12	3/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	14851	13944	28795
Z12-022	37 Calle Calzada Aguilar Batres	12	29/01/2002	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	24476	23781	48257
Z12-026	36 Calle Calzada Aguilar Batres	12	29/01/2003	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	13263	10351	23614
Z12-033	37 Calle Calzada Aguilar Batres	12	28/01/2003	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	21263	22652	43915
Z12-047-055	45 Calle Calzada Aguilar Batres	12	13/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10950	6279	17229
Z12-048	46 Calle Calzada Aguilar Batres	12	12/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	11006	6192	17198
Z12-049	47 Calle Calzada Aguilar Batres	12	9/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	8405	10927	19332
Z12-050	48 Calle Calzada Aguilar Batres	12	8/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14456	9881	24337
Z12-051	49 Calle Calzada Aguilar Batres	12	7/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	16421	10540	26961
Z12-052	50 Calle Calzada Aguilar Batres	12	6/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10508	7177	17685
Z12-053	51 Calle Calzada Aguilar Batres	12	5/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10758	7397	18155
Z12-054	52 Calle Calzada Aguilar Batres	12	2/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	8360	9148	17508
Z12-055	53 Calle Calzada Aguilar Batres	12	1/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	13874	8952	22826
Total							794500

*Nota.* Datos sobre tránsito vehicular en la zona de estudio. Obtenido de Municipalidad de Guatemala (2023). *Resolución No. UDI-2078-2019.* (s.p.) Muniguatate.

### **3.2. Datos obtenidos en la municipalidad de Villa Nueva**

Según los registros de esta institución, en el año 2016 al día transitaban por el lugar 100,000 vehículos en ambas vías, es decir de norte a sur y de sur a norte, en un horario de 5:00 a.m. a 9:00 p.m.

### **3.3. Tránsito promedio diario**

Se presentan en la tabla de la siguiente página los datos recopilados en el mes de abril de 2021 en el tramo carretero en cuestión, en horario de 06:00 a.m. a 6:00 p.m.:

**Tabla 4.***Datos recopilados en aforo manual en dirección de sur a norte*

Aforo vehicular realizado por tipo de vehículo que cruza el tramo						
HORARIO	LIVIANOS	CAMIONES	MOTOCICLETAS	BUSES	TRAILERS	CONTENEDORES PROPIOS O TOTAL
06:00 a 07:00	3919	58	2095	96	0	6168
07:00 a 08:00	4529	80	3226	108	0	7943
08:00 a 09:00	3555	107	1846	92	46	5646
09:00 a 10:00	2527	121	933	69	197	3847
10:00 a 11:00	2384	79	865	78	175	3581
11:00 a 12:00	1637	104	907	71	149	2868
<b>TOTAL_MAÑANA</b>	<b>18551</b>	<b>549</b>	<b>9872</b>	<b>514</b>	<b>567</b>	<b>30053</b>
12:00 a 13:00	1654	100	768	75	137	2734
13:00 a 14:00	1659	165	871	70	131	2896
14:00 a 15:00	1471	156	865	73	88	2653
<b>TOTAL_HORA VALLE</b>	<b>4784</b>	<b>421</b>	<b>2504</b>	<b>218</b>	<b>356</b>	<b>8283</b>
15:00 a 16:00	2551	128	712	75	69	3535
16:00 a 17:00	1916	92	796	73	7	2884
17:00 a 18:00	1839	48	867	112	0	2866
<b>TOTAL_TARDE</b>	<b>6306</b>	<b>268</b>	<b>2375</b>	<b>260</b>	<b>76</b>	<b>9285</b>
<b>TOTALES POR DIA</b>	<b>29641</b>	<b>1238</b>	<b>14751</b>	<b>992</b>	<b>999</b>	<b>47621</b>

*Nota.* Datos de aforo manual en dirección de sur a norte. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 5.***Datos recopilados en aforo manual en dirección de norte a sur*

Aforo vehicular realizado por tipo de vehículo que cruza el tramo						
HORARIO	LIVIANOS	CAMIONES	MOTOCICLETAS	BUSES	TRAILERS	CONTEO PROPIO TOTAL
06:00 a 07:00	2602	320	1168	95	0	4185
07:00 a 08:00	2711	249	1071	116	0	4147
08:00 a 09:00	3436	257	1214	113	2	5022
09:00 a 10:00	2396	272	882	163	83	3796
10:00 a 11:00	1878	334	964	165	79	3420
11:00 a 12:00	2275	308	833	170	86	3672
<b>TOTAL_MAÑANA</b>	<b>15298</b>	<b>1740</b>	<b>6132</b>	<b>822</b>	<b>250</b>	<b>24242</b>
12:00 a 13:00	2038	340	880	165	91	3514
13:00 a 14:00	1619	357	963	176	86	3201
14:00 a 15:00	2975	355	996	162	91	4579
<b>TOTAL_HORAVALLE</b>	<b>6632</b>	<b>1052</b>	<b>2839</b>	<b>503</b>	<b>268</b>	<b>11294</b>
15:00 a 16:00	3996	298	1274	191	112	5871
16:00 a 17:00	2895	199	1111	82	83	4370
17:00 a 18:00	2199	28	2552	8	85	4872
<b>TOTAL_TARDE</b>	<b>9090</b>	<b>525</b>	<b>4937</b>	<b>281</b>	<b>280</b>	<b>15113</b>
<b>TOTALES POR DIA</b>	<b>31020</b>	<b>3317</b>	<b>13908</b>	<b>1606</b>	<b>798</b>	<b>50649</b>

*Nota.* Datos de aforo manual en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 6.***Datos recopilados en aforo manual en carril auxiliar de norte a sur*

Aforo vehicular realizado por tipo de vehículo que cruza el tramo			
HORARIO	LIVIANOS	MOTOCICLETAS	CONTEO PROPIO TOTAL
06:00 a 07:00	0	0	0
07:00 a 08:00	0	0	0
08:00 a 09:00	0	0	0
09:00 a 10:00	0	0	0
10:00 a 11:00	0	0	0
11:00 a 12:00	0	0	0
<b>TOTAL_MAÑANA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
12:00 a 13:00	194	4	198
13:00 a 14:00	667	14	681
14:00 a 15:00	713	21	734
<b>TOTAL_HORA VALLE</b>	<b>1574</b>	<b>39</b>	<b>1613</b>
15:00 a 16:00	819	45	864
16:00 a 17:00	1212	62	1274
17:00 a 18:00	1176	77	1253
<b>TOTAL_TARDE</b>	<b>3207</b>	<b>184</b>	<b>3391</b>
<b>TOTALES POR DIA</b>	<b>4781</b>	<b>223</b>	<b>5004</b>

*Nota.* Datos de aforo manual en carril auxiliar de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.4. Volumen vehicular**

En el tramo carretero de intersección Anillo Periférico-Aguilar Batres, hacia kilómetro 13 CA-9 sur y viceversa, transitan varios tipos de transporte: vehículos livianos, camiones, buses, tráilers y motocicletas. En un día normal y sin restricciones, en cantidades como las mostradas en las tablas presentadas.





#### 4. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

En Guatemala, el parque vehicular incrementa cada año sus valores, como es el caso del registro que posee el Instituto Nacional de Estadística (INE):

**Tabla 7.**

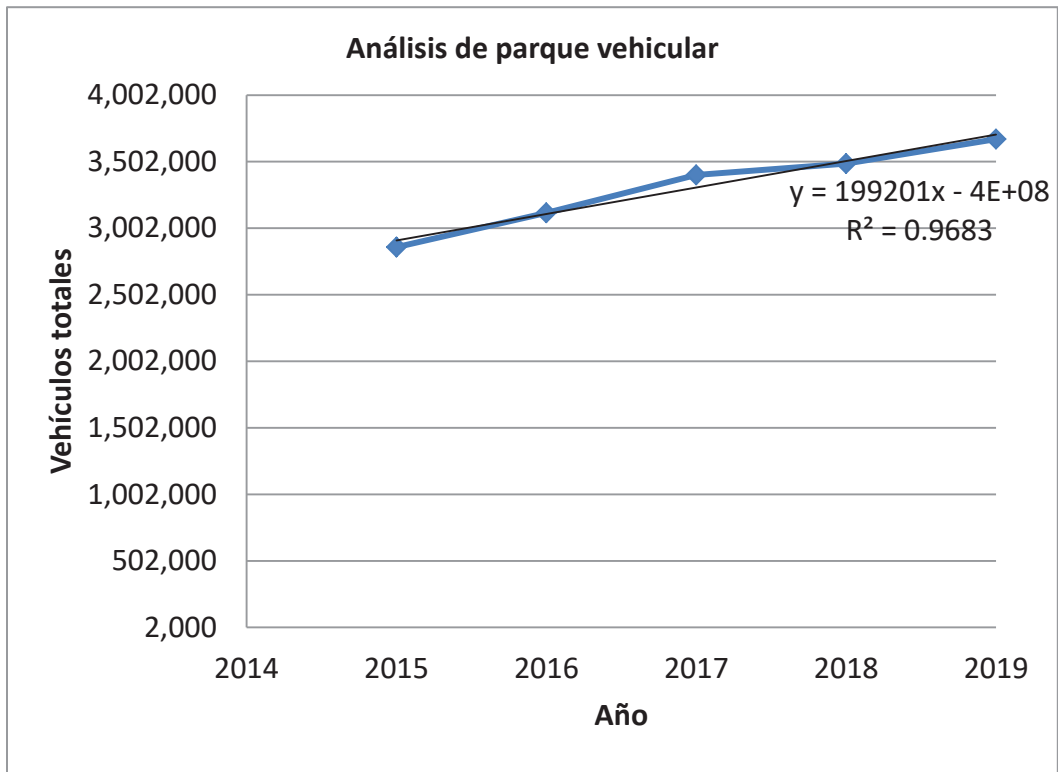
*Parque vehicular acumulado al último día del mes del año, según INE*

Año	Cantidad de vehículos promedio por año
2019	3,795,178
2018	3,504,405
2017	3,535,682
2016	3,250,194
2015	2,970,678

*Nota.* Parque vehicular al último día del mes del año (2015-2019) según INE. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 11.**

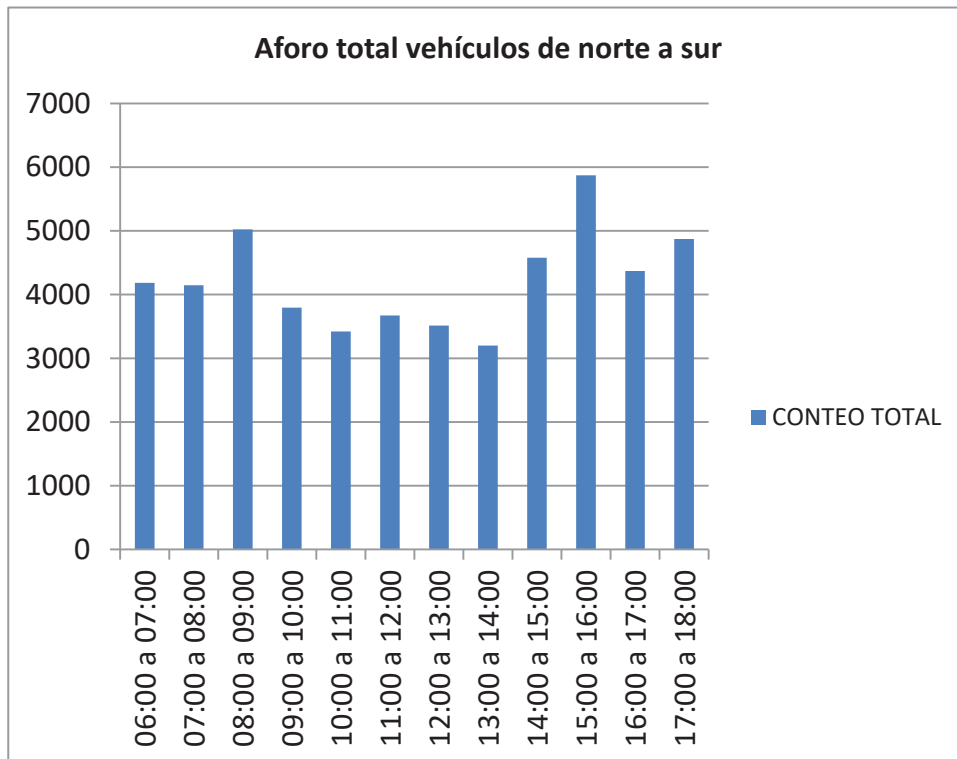
*Gráfica de comportamiento vehicular en Guatemala*



*Nota.* Gráfica de comportamiento vehicular en Guatemala. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 12.**

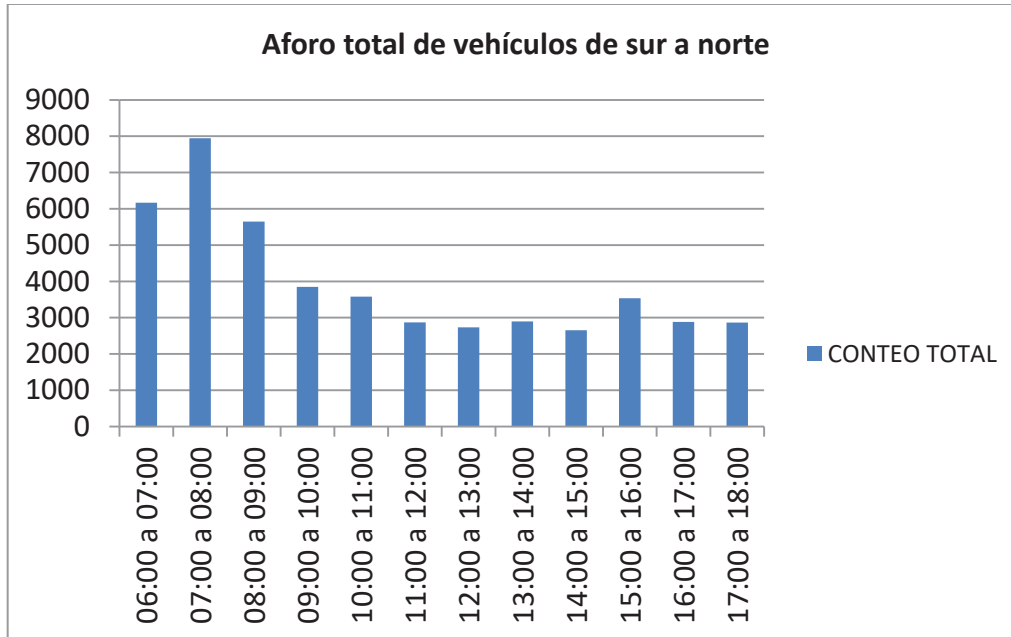
*Aforo total de vehículos en dirección de norte a sur*



*Nota.* Aforo total de vehículos en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 13.**

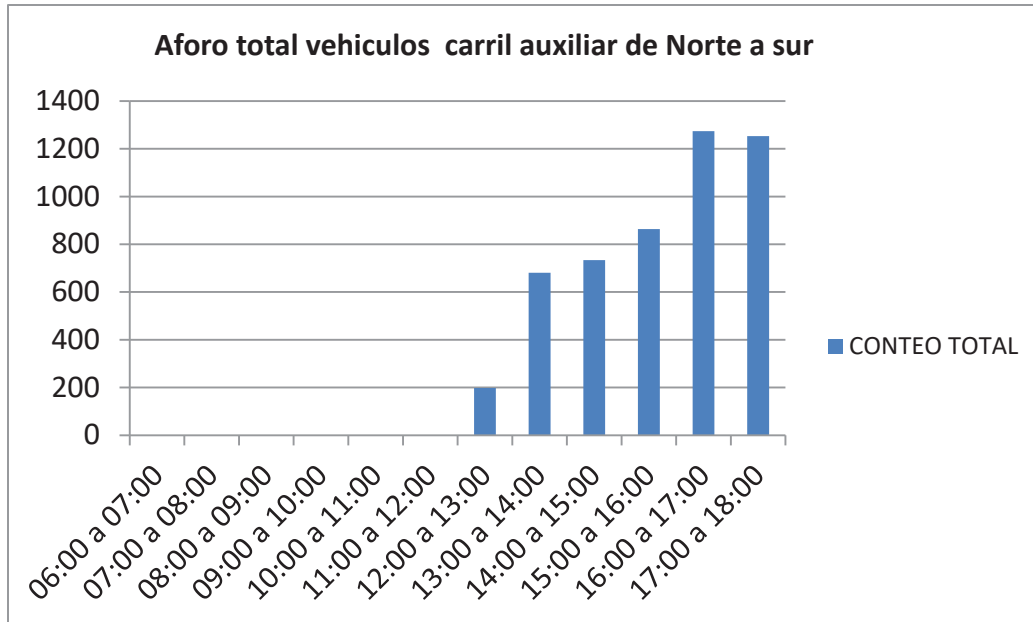
*Aforo total de vehículos en dirección de sur a norte*



*Nota.* Aforo total de vehículos en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 14.**

*Aforo total de vehículos en carril auxiliar en dirección de norte a sur*



*Nota.* Aforo de vehículos en carril auxiliar en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Se puede observar en las gráficas que la mayor cantidad de circulación de vehículos, en dirección de norte a sur, se da por la tarde, específicamente en horario de 15:00 a 16:00 horas. Caso contrario sucede en el carril de sur a norte, en el cual la mayor circulación de vehículos se da de 07:00 a 08:00 horas, mientras en el carril reversible la mayor circulación se ve marcada de 16:00 a 17:00 horas.

**Tabla 8.**

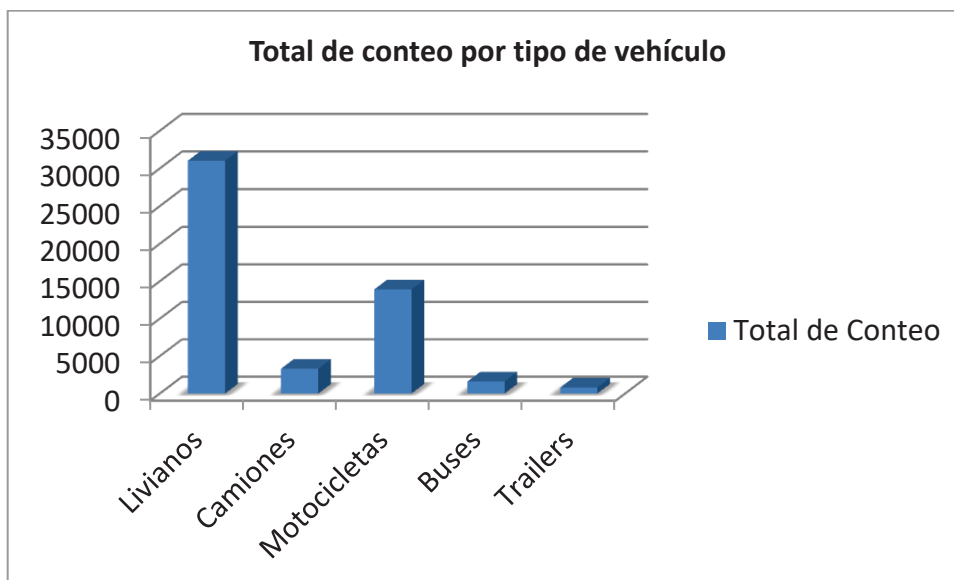
*Total de conteo por tipo de vehículo en dirección de norte a sur*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Total de conteo</b>
Livianos	31,020
Camiones	3,317
Motocicletas	13,908
Buses	1,606
Tráilers	798
Total	50,649

*Nota.* Conteo por tipo de vehículo en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 15.**

*Total de conteo vehicular por tipo de vehículo de norte a sur*



*Nota.* Gráfica del conteo por tipo de vehículo en dirección de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 9.**

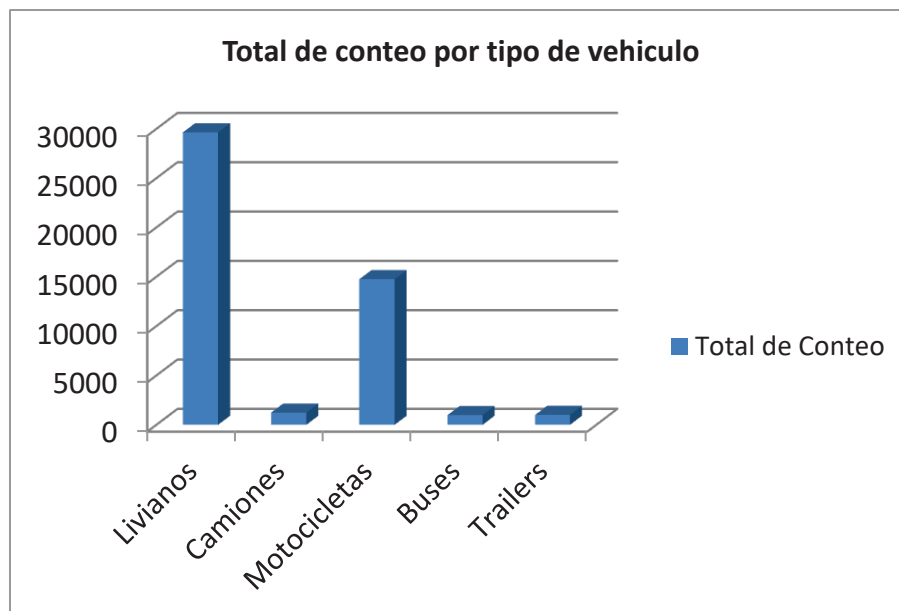
*Total de conteo por tipo de vehículo en dirección de sur a norte*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Total de conteo</b>
Livianos	29,641
Camiones	1,238
Motocicletas	14,751
Buses	992
Tráilers	999
Total	47,621

*Nota.* Conteo por tipo de vehículo en dirección de sur a norte. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 16.**

*Total de conteo vehicular por tipo de vehículo de sur a norte*



*Nota.* Gráfica de conteo por tipo de vehículo en dirección de sur a norte. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 10.**

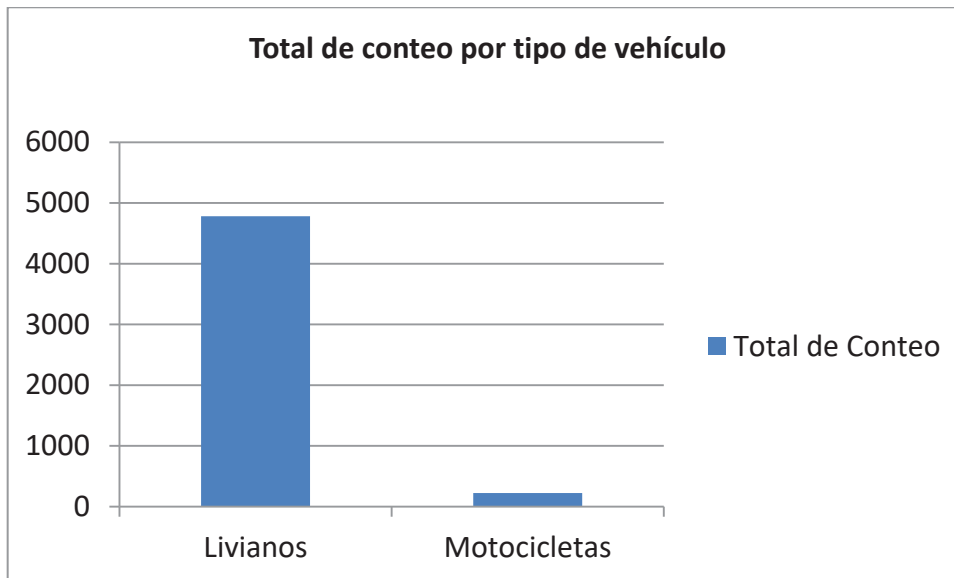
*Conteo por tipo de vehículo en carril reversible en dirección de norte a sur*

Tipo de vehículo	Total de conteo
Livianos	4,781
Motocicletas	223
Total	5,004

*Nota.* Conteo por tipo de vehículo en carril reversible de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 17.**

*Conteo vehicular por tipo de vehículo en carril reversible de norte a sur*

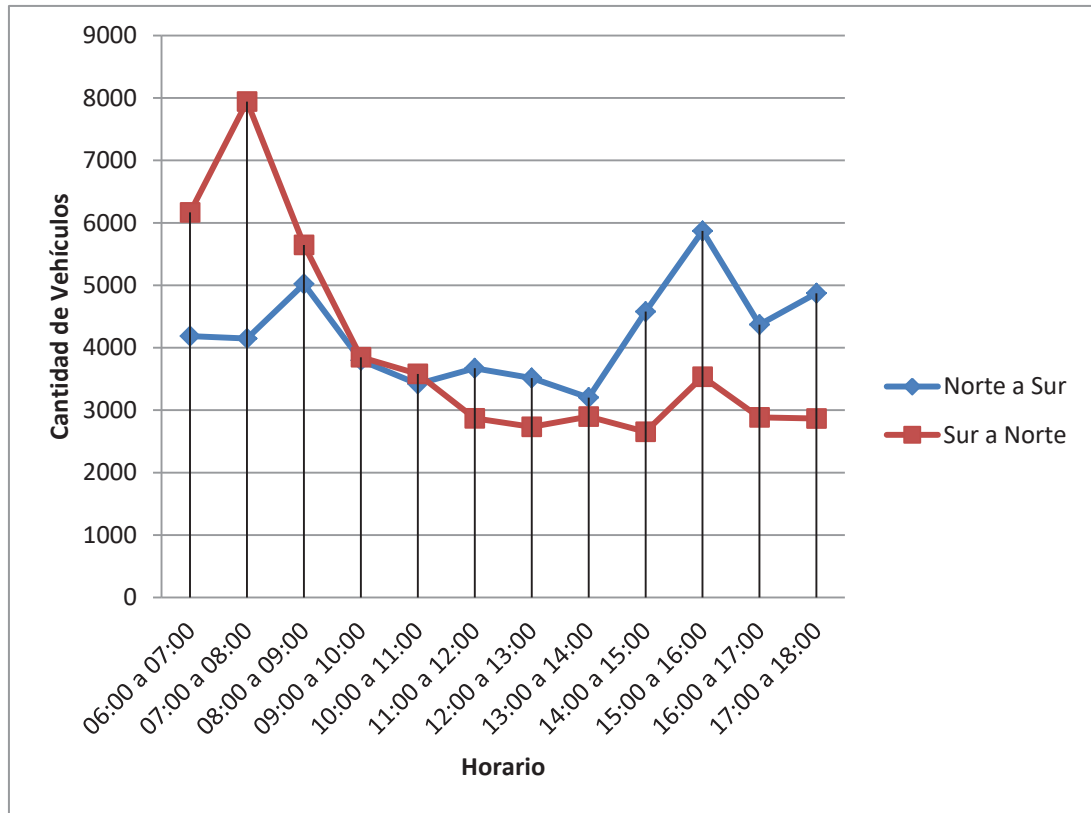


*Nota.* Gráfica de conteo por tipo de vehículo en carril reversible de norte a sur. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



**Figura 18.**

*Cantidad de vehículos por dirección*



*Nota.* Gráfica de cantidad de vehículos por dirección. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **4.1. Modelos matemáticos**

El *Manual HCM 2000* es una guía para el diseño y análisis operacional de las carreteras, siendo el primer documento en cuantificar el concepto de capacidad para medios de transporte. Este manual describe la capacidad vial y nivel de servicio que un tramo carretero o carretera es capaz de proveer al tránsito, y los modelos matemáticos están basados en él. Para la realización de estos modelos se realizó el aforo respectivo del tramo carretero de longitud de 5.25 kms.

La carretera en análisis sigue la metodología de carretera de tránsito ininterrumpido, las expresiones matemáticas utilizadas exceptúan características de estudio urbano definido por señalizaciones, tramos cortos, semáforos, entre otros. Esta carretera se clasifica como de tipo II por sus típicas características. El nivel de servicio utiliza expresiones matemáticas según el *Manual HCM 2000*.

#### **4.2. Evaluación de parámetros de tránsito**

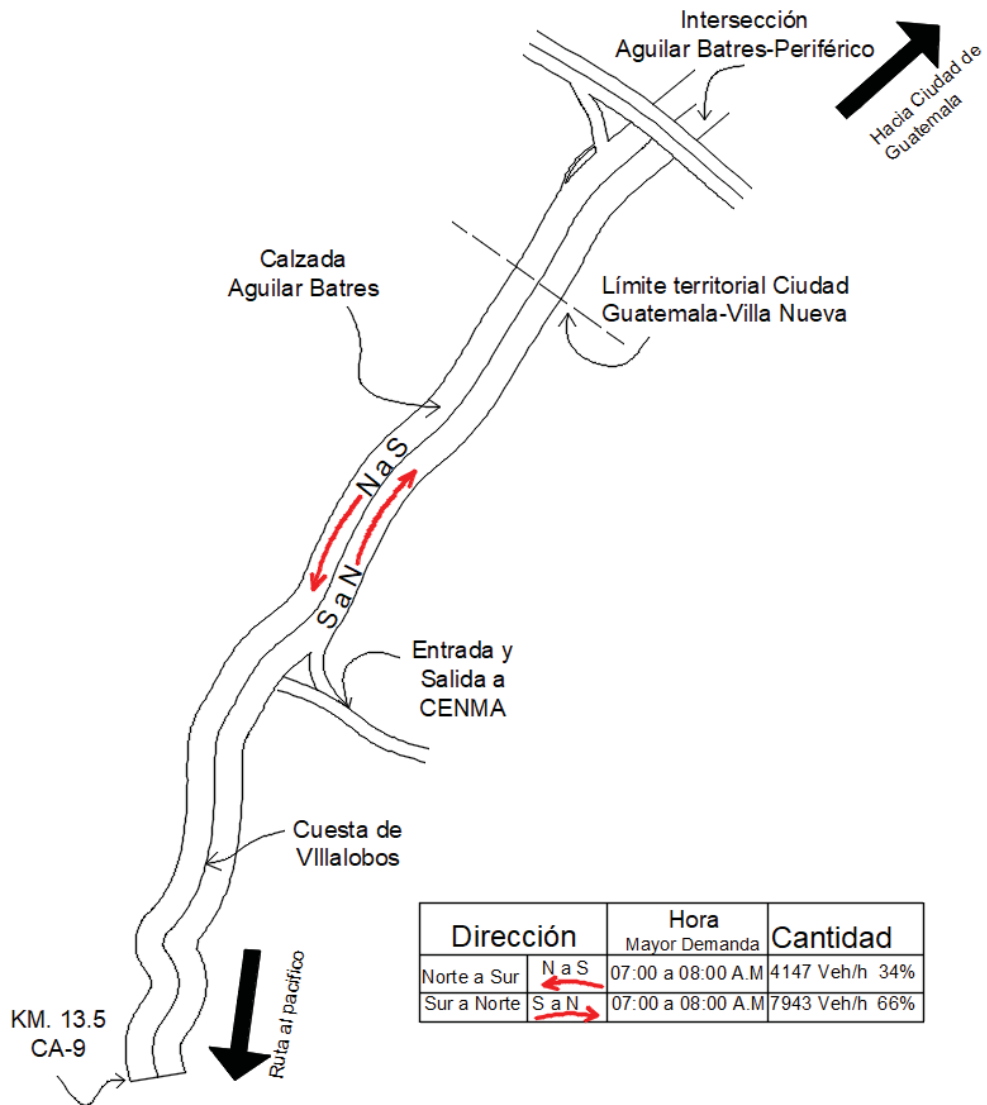
Se desea conocer los niveles de servicio que presenta este tramo carretero, el cual es uno de los ingresos y egresos de la ciudad capital, basado en el *Manual HCM 2000*.

La situación actual del tramo carretero es el criterio que se toma de referencia para el estudio de los parámetros de tránsito a utilizar.

El tramo de referencia se muestra en la imagen siguiente:

**Figura 19.**

*Croquis de tramo carretero*



*Nota.* Croquis del tramo carretero estudiado. Elaboración propia, realizado con AutoCAD 2020.

### 4.3. Cálculo de nivel de servicio

Este es un tramo de longitud considerable en el cual la velocidad no es un parámetro fundamental a medir, ya que no se presta para ello. Por el volumen vehicular que se encauza en dicho tramo se podrá evaluar cómo funciona una carretera tipo II de dos carriles, y no como multicarril, en la cual el nivel de servicio se mide en términos de porcentajes de tiempo de permanecer en la vía.

En este tramo de aproximadamente 5.25 kms, medido por medio del odómetro de un vehículo, se tarda en promedio 19.50 min en cruzar por toda la longitud del tramo en la hora de mayor demanda vehicular, y obtenidos estos parámetros se calcula la velocidad base, que está alrededor de 16 km/h.

Datos recabados:

- Volumen de tránsito en hora pico: 12,090 veh/h, lo cual se genera en horario de 07:00 a 08:00 horas en ambas vías (ver información de aforo realizado en tablas IV, V y VI).
- Composición del tránsito ( $P_T$ ): 0.09 tránsito pesado, resto livianos y motocicletas.
- Ancho de hombro: 0 m
- Tipo de terreno: ondulado
- Factor de hora pico: 0.91
- Distribución direccional del tránsito: 66/34
- Porcentajes de zonas de no rebasar: 100 %
- Vehículos recreacionales: 0 %
- Velocidad base de circulación en hora pico: 16 km/h
- Ancho de un carril: 3.60 m

- Longitud de tramo: 5.25 km
- Cantidad de accesos al tramo (*ER*): 2/km

Se procede a continuación a realizar chequeo de pasos para determinar el nivel de servicio de tramo carretero.

Primer paso: determinación del factor de ajuste FG debido a la pendiente, se considerará como una carretera ondulada con el flujo en las dos direcciones, según los datos obtenidos en el aforo vehicular. El flujo es de 12 090 veh/h, en la hora crítica 07:00 a 08:00 hrs, en ambos carriles. El factor seleccionado es 0,99, de acuerdo con la tabla XI:

**Tabla 11.**

*Factor de ajuste fG para velocidad de segmentos de dos vías y direccionales*

EXHIBIT 20-7. GRADE ADJUSTMENT FACTOR ( $f_G$ ) TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1.00	0.71
> 600-1200	> 300-600	1.00	0.93
> 1200	> 600	1.00	0.99

*Nota.* Factor de ajuste para velocidad de segmentos de dos vías y direccionales. Obtenido de Transportation Research Board (2022). *Manual HCM 2000*. (s.p.) TRB HCM 2000.

Segundo paso: calcular el factor ajuste por vehículos pesados  $f_{HV}$ , con la ecuación 6, teniendo en cuenta los valores  $E_T$  y  $E_R$  provenientes de la tabla XII:

**Tabla 12.**

*Equivalente recreacional al número de vehículos para determinar la velocidad*

**EXHIBIT 20-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVs TO DETERMINE SPEEDS ON TWO-WAY AND DIRECTIONAL SEGMENTS**

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, $E_T$	0-600	0-300	1.7	2.5
	> 600-1,200	> 300-600	1.2	1.9
	> 1,200	> 600	1.1	1.5
RVs, $E_R$	0-600	0-300	1.0	1.1
	> 600-1,200	> 300-600	1.0	1.1
	> 1,200	> 600	1.0	1.1

*Nota.* Equivalente recreacional al número de vehículos para determinar la velocidad. Obtenido de Transportation Research Board (2022). *Manual HCM 2000*. (s.p.) TRB HCM 2000.

Ecuación 6:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,090(1,5 - 1) + 0*(0,91 - 1)} = 0,957$$

Donde:

- $P_T$  Proporción de camiones en el tránsito, en decimal
- $P_R$  Proporción de vehículos recreacionales en el tránsito, en decimal
- $E_T$  Equivalente al número de vehículos por camión, según tabla XII
- $E_R$  Equivalente al número de vehículos por vehículo recreacional

Tercer paso: calcular la demanda de relación del flujo  $v_p$ , se utiliza la ecuación 7.

Ecuación 7:

$$V_p = \frac{V}{PHF * f_G * f_{HV}}$$
$$V_p = \frac{12090}{1.01 * 0.99 * 0.957} = 12,634 \text{ pc/h}$$

Donde:

$V_p$  Equivalente de vehículos para la razón de flujo en un periodo pico de 15 minutos en la dirección de análisis (pc/h).

$V$  Demanda del volumen para la hora pico en la dirección de análisis (veh/h).

$PHF$  Factor de hora pico (ecuación 2).

$f_G$  Factor de ajuste debido a la pendiente, según la tabla IX.

$f_{HV}$  Factor de ajuste debido a los vehículos pesados según la ecuación 6.

Cuarto paso: la tasa en la dirección de análisis ( $v_{pd}$ ) es representada por un PF de 0,52, y aplicando la ecuación 8 se realiza el siguiente cálculo:

Ecuación 8:

$$V_{pd} = V_p * PF \qquad V_{pd} = 12634 * 0,66 = 8,338 \text{ pc/h}$$

Donde:

$V_p$     Equivalente de vehículos para la razón de flujo en un periodo pico de 15 minutos en la dirección de análisis (pc/h).

$V_{pd}$     Tasa en la dirección de análisis (pc/h).

PF    Es la distribución direccional del tránsito, en decimales.

El *Manual HCM 2000* establece que el  $V_p$  debe ser menor que 3,200 pc/h y  $V_{pd}$  debe ser menor que 1700 pc/h. Si los resultados en ambos casos fueran mayores, el nivel de servicio es F.

Por tanto, para este caso donde se sobrapasa los valores dados por el manual el procedimiento, se finaliza y se da por entendido el nivel de servicio del tramo en análisis.



## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Capacidad de tramo en análisis**

El *Manual HCM 2000* permite relacionar el nivel de servicio que presta un tramo carretero con la capacidad que posee el mismo, e indica que una carretera de dos vías, como se analiza en esta investigación, no debe sobrepasar los 1700 pc/h por cada dirección de viaje. Y, para tramos extendidos de carreteras de dos carriles, la capacidad no debe exceder los 3200 pc/h para ambas direcciones de viaje.

Hay demoras en el tiempo de viaje hasta del 80 %, debido a lo lento que se vuelve transitar por el lugar en las horas de mayor demanda.

En este tramo es posible analizar que la capacidad obtenida sobrepasa los parámetros indicados en el manual, es decir, el tramo carretero está excediendo su capacidad de albergar el flujo vehicular.

### **5.2. Nivel de servicio prestado**

El nivel de servicio que presta este tramo carretero es de tipo F, ya que se satura demasiado al transitar por el mismo, mucho más si es en la hora de mayor demanda. Por la mañana el tránsito es más notorio en dirección de sur a norte, y por las tardes viceversa, debido a la movilidad entre personas que utilizan el municipio de Villa Nueva como una ciudad dormitorio, pero que laboran en la ciudad capital y transitan día con día por el lugar.



## CONCLUSIONES

1. Al realizar la evaluación del nivel de servicio que presta el tramo carretero de intersección calzada Raúl Aguilar Batres – Anillo Periférico, hasta kilómetro 13 CA-9 sur y viceversa, se determinaron condiciones de tránsito de pare y siga, por lo cual el nivel de servicio prestado es de tipo F.
2. La capacidad está directamente relacionada con el nivel de servicio del tramo carretero, si se toma como base el *Manual HCM 2000*, el cual indica valores máximos de cantidad de vehículos por hora. Así se concluye que el tramo carretero sobrepasa su capacidad por el volumen de tránsito que alberga.
3. El congestionamiento vehicular que se produce en la calzada Raúl Aguilar Batres es producto de la integración de vehículos del sector de Villalobos y sus alrededores en dirección de sur a norte, así también en dirección de norte a sur por la integración del tránsito pesado desde el Anillo Periférico, además de la incursión del transporte municipal: Transmetro, el cual ocupa un carril exclusivo de cada lado del tramo.
4. La pendiente de la cuesta de Villalobos hace que se reduzca la velocidad de los vehículos y, a medida que esto pasa, el volumen vehicular aumenta.



## RECOMENDACIONES

1. Utilizar el carril reversible de sur a norte, en la salida de Central de Mayoreo (CENMA), únicamente para los vehículos que salen de esa área y se integren a la calzada en un punto al iniciar la colonia Reformita, para así permitir que los vehículos que proceden del Pacífico se desplacen sin interrupciones por integraciones a la vía.
2. Inaugurar un carril adicional en dirección de norte a sur, desde la 36 calle, calzada Raúl Aguilar Batres, hacia la entrada de Central de Mayoreo (CENMA), para generar el desfogue de las vías.



## REFERENCIAS

- 123RF. (2023). Mapa de la ciudad de Guatemala. [https://es.123rf.com/photo\\_72666612\\_mapa-pol%C3%ADtico-administrativo-de-lacapital-guatemalteca-ciudad-de-guatemala.html](https://es.123rf.com/photo_72666612_mapa-pol%C3%ADtico-administrativo-de-lacapital-guatemalteca-ciudad-de-guatemala.html)
- Catalán, C. (2012). Información sobre las zonas de la ciudad de Guatemala. <https://www.flickr.com/photos/cesarangel/31103790012>
- Chanax, J. (2015). *Alternativas del ordenamiento vial para el mejoramiento del flujo vehicular de la calzada Raúl Aguilar Batres*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- Google Maps. (2023). Mapa del municipio de Villa Nueva. <https://www.google.com/maps/place/Villa+Nueva/@14.5335626,-90.6769527,12z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8589a7642e1c2a1f:0x32640d1346ee2aa0!8m2!3d14.5305465!4d90.5958499!16zL20vMDc4ejR5?entry=ttu>
- Guzmán, L. (2020). *Evaluación de los parámetros de ingeniería de tránsito, utilizados para el diseño y planificación del paso a desnivel, Madre Teresa de Calcuta, Las Flores Cayalá, zona 16, Guatemala*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Llanes, J. *Estimación del flujo de saturación en intersecciones semaforizadas seleccionadas de la ciudad de México*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional.

Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. (2010). *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones*. Guatemala. <https://www.caminos.gob.gt/Descargas/Reglamentos/Reglamento%20para%20el%20Control%20de%20Pesos%20y%20Dimensiones.pdf>

Municipalidad de Guatemala. (2023). *Archivos de la municipalidad: Resolución No. UDI-2078-2019*.

Ordóñez, G. (2020). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras multicarriles*.

Palma, R. (2018). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Transportation Research Board. (2022). *Highway capacity manual. HCM 2000, chapter 7-Traffic Flow Parameters Uninterrupted Flow*.



## APÉNDICES

La información tabulada de aforo vehicular manual se presenta a continuación:

### Apéndice 1.

*Conteo vehicular en dirección de sur a norte, cada 15 minutos de 06:00 a 18:00*

<b>Conteo vehicular de sur a norte</b>					
Horario	Livianos	Camiones	Buses	Tráileres	Motocicletas
6:00 a 6:15	905	17	13	-	617
6:15 a 6:30	837	14	30	-	439
6:30 a 6:45	979	12	25	-	432
6:45 a 7:00	1198	15	28	-	607
7:00 a 7:15	1158	29	29	-	1206
7:15 a 7:30	1454	18	27	-	581
7:30 a 7:45	995	16	19	-	710
7:45 a 8:00	922	17	33	-	729
8:00 a 8:15	954	26	30	-	620
8:15 a 8:30	746	13	22	-	405
8:30 a 8:45	918	20	28	-	372
8:45 a 9:00	937	48	12	46	449
9:00 a 9:15	795	54	20	61	281
9:15 a 9:30	560	31	14	43	228
9:30 a 9:45	445	24	18	60	224
9:45 a 10:00	727	12	17	33	200
10:00 a 10:15	701	30	10	31	246
10:15 a 10:30	647	16	31	47	137
10:30 a 10:45	589	16	23	53	154
10:45 a 11:00	447	17	14	44	328
11:00 a 11:15	486	44	20	45	367

Continuación apéndice 1.

11:15 a 11:30	427	13	18	30	105
11:30 a 11:45	434	27	19	43	177
11:45 a 12:00	290	20	14	31	258
12:00 a 12:15	275	22	19	29	176
12:15 a 12:30	403	12	23	40	169
12:30 a 12:45	540	31	16	34	194
12:45 a 13:00	436	35	17	34	229
13:00 a 13:15	476	50	19	34	241
13:15 a 13:30	401	32	15	23	192
13:30 a 13:45	343	48	23	42	256
13:45 a 14:00	439	35	13	32	182
14:00 a 14:15	269	48	15	22	201
14:15 a 14:30	337	32	19	21	271
14:30 a 14:45	353	32	21	24	171
14:45 a 15:00	512	44	18	21	222
15:00 a 15:15	720	36	17	19	170
15:15 a 15:30	552	34	16	17	200
15:30 a 15:45	683	29	19	21	130
15:45 a 16:00	596	29	23	12	212
16:00 a 16:15	460	31	14	4	247
16:15 a 16:30	487	28	11	3	274
16:30 a 16:45	533	24	19	-	170
16:45 a 17:00	436	9	29	-	105
17:00 a 17:15	434	16	31	-	150
17:15 a 17:30	446	13	28	-	230
17:30 a 17:45	475	9	25	-	143
17:45 a 18:00	484	11	28	-	344

*Nota.* Conteo vehicular en el sitio de estudio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 2.

*Conteo vehicular en dirección de norte a sur, cada 15 minutos de 06:00 a 18:00*

<b>Conteo vehicular de norte a sur</b>					
Horario	Livianos	Camiones	Buses	Tráileres	Motocicletas
6:00 a 6:15	603	17	14	-	261
6:15 a 6:30	947	14	31	-	359
6:30 a 6:45	525	12	23	-	281
6:45 a 7:00	527	15	27	-	267
7:00 a 7:15	680	29	29	-	172
7:15 a 7:30	611	18	26	-	261
7:30 a 7:45	672	16	36	-	327
7:45 a 8:00	748	17	25	-	311
8:00 a 8:15	732	26	34	-	304
8:15 a 8:30	770	13	29	-	277
8:30 a 8:45	825	20	23	-	319
8:45 a 9:00	1109	48	27	2	314
9:00 a 9:15	899	54	26	23	266
9:15 a 9:30	890	31	20	37	156
9:30 a 9:45	310	24	19	60	256
9:45 a 10:00	297	12	18	43	204
10:00 a 10:15	584	30	22	39	212
10:15 a 10:30	387	16	17	47	209
10:30 a 10:45	500	16	21	33	270
10:45 a 11:00	407	17	19	46	273
11:00 a 11:15	642	44	18	36	282
11:15 a 11:30	673	13	24	41	205
11:30 a 11:45	443	27	20	40	242
11:45 a 12:00	517	20	24	53	144
12:00 a 12:15	426	22	22	39	222
12:15 a 12:30	595	12	21	43	218
12:30 a 12:45	485	31	21	39	255
12:45 a 13:00	532	35	27	44	185
13:00 a 13:15	628	50	24	51	299
13:15 a 13:30	238	32	21	45	351

Continuación apéndice 2.

13:30 a 13:45	351	48	23	42	322
13:45 a 14:00	402	35	18	38	291
14:00 a 14:15	469	48	24	46	249
14:15 a 14:30	754	32	24	38	262
14:30 a 14:45	602	32	23	49	237
14:45 a 15:00	1150	44	20	29	253
15:00 a 15:15	1066	36	29	49	211
15:15 a 15:30	1290	34	24	53	209
15:30 a 15:45	897	29	31	53	382
15:45 a 16:00	743	29	28	36	472
16:00 a 16:15	641	31	21	30	310
16:15 a 16:30	737	28	18	20	364
16:30 a 16:45	996	24	18	25	348
16:45 a 17:00	521	9	26	7	89
17:00 a 17:15	688	16	21	6	334
17:15 a 17:30	505	13	23	8	503
17:30 a 17:45	450	9	21	-	725
17:45 a 18:00	556	11	20	-	990

*Nota.* Conteo vehicular en el sitio de estudio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### Apéndice 3.

*Conteo en carril reversible de sur a norte, cada 15 minutos de 06:00 a 18:00*

<b>Conteo vehicular en carril reversible</b>		
Horario	Livianos	Motocicletas
12:15 a 12:30	16	-
12:30 a 12:45	102	-
12:45 a 13:00	76	-
13:00 a 13:15	179	2
13:15 a 13:30	200	2
13:30 a 13:45	136	8
13:45 a 14:00	152	6
14:00 a 14:15	132	7
14:15 a 14:30	231	7
14:30 a 14:45	193	7
14:45 a 15:00	157	8
15:00 a 15:15	151	9
15:15 a 15:30	188	9
15:30 a 15:45	215	15
15:45 a 16:00	265	15
16:00 a 16:15	264	16
16:15 a 16:30	351	14
16:30 a 16:45	268	15
16:45 a 17:00	329	16
17:00 a 17:15	352	15
17:15 a 17:30	310	17
17:30 a 17:45	233	18
17:45 a 18:00	281	17

*Nota.* Conteo vehicular en el sitio de estudio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



**Apéndice 4.**

*Fotografías tomadas en el lugar de aforo frente a centro comercial Metro Sur*

Muestra el método manual de conteo vehicular:



Continuación del apéndice 4.

Tránsito vehicular en dirección de sur a norte:





Continuación del apéndice 4.

Tránsito vehicular en dirección de norte a sur:



Continuación del apéndice 4.

Policía Municipal de Tránsito de Villa Nueva regulando el tránsito:



Continuación del apéndice 4.

Integración de transporte pesado al tramo carretero:



*Nota.* Fotografías tomadas en el lugar de aforo, frente a centro comercial Metro Sur y entrada a CENMA. Elaboración propia.







## ANEXOS

### Anexo 1.

*Datos recabados y proporcionados por la Municipalidad de Guatemala*

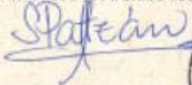

 **Muni Guate** | UNIDAD DE INFORMACIÓN MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA 

Guatemala, 19 de julio de 2019  
Expediente No. 884-2019


**ASUNTO:** MELVIN OBDULIO MORALES CANO, presentó solicitud de información identificada con el expediente número 884-2019.

**RESOLUCIÓN No. UDI-2078-2019**

La Unidad de Información de la Municipalidad de Guatemala, tiene a la vista la solicitud de información ingresada con fecha 12 de julio de 2019, por **MELVIN OBDULIO MORALES CANO**, identificada con el expediente número 884-2019, quien solicita conteo vehicular de las ubicaciones: Aguilar Batres, 28 calle a 45 calle de ambos sentidos de las vías, de los años 2014 al 2018. Así mismo solicita se le informe si se requiere un permiso municipal para realizar un conteo vehicular propio. **CONSIDERANDO:** Que para atender la solicitud de información presentada en el presente expediente, se recibió informe remitido por la Dirección de Obras de la Municipalidad de Guatemala, por medio del cual se da respuesta a la solicitud planteada. **CONSIDERANDO:** Que el artículo 15 de la Ley de Acceso a la Información Pública, establece que los interesados tendrán responsabilidad, penal y civil por el uso, manejo o difusión de la información pública a la que tengan acceso, de conformidad con esta ley y demás leyes aplicables. **CONSIDERANDO:** Que de conformidad con el artículo 42 de la Ley de Acceso a la Información Pública, presentada y admitida la solicitud, la Unidad de Información deberá emitir **dentro de diez días siguientes**, la resolución en cualquiera de los términos que expresa el artículo citado, razón por la cual es procedente se dicte la resolución que en derecho corresponde. **CONSIDERANDO:** Que el artículo 45 último párrafo de la Ley de Acceso a la Información Pública, establece que la información se proporcionará en el estado en que se encuentra en posición de los sujetos obligados. La obligación no comprenderá el procesamiento de la misma, ni el presentarla conforme al interés del solicitante. **POR TANTO:** Con base en lo considerado y en lo que para el efecto preceptúan los artículos 16, 41 y 42 de la Ley de Acceso a la Información Pública, Decreto número 57-2008 del Congreso de la República, 1 y 3 de la Ley de lo Contencioso Administrativo, Decreto número 119-96 del Congreso de la República, al **RESOLVER se declara:** I. Se tiene por entregado a **MELVIN OBDULIO MORALES CANO**, copia simple del informe tal como fue remitido por la Dirección de Obras de la Municipalidad de Guatemala, contenido en dos (2) folios útiles en un solo lado. II. En virtud que la interesada señaló correo electrónico para recibir notificaciones es procedente notificar por esa vía. Notifíquese la presente resolución por medio del correo electrónico siguiente: [melvin\\_morales@hotmail.es](mailto:melvin_morales@hotmail.es), y déjese constancia dentro del expediente respectivo. III. Firme la presente resolución trasládese al Archivo respectivo.---

jn

[muniguate.com](http://muniguate.com) | 21 calle 6-77 zona 1, Palacio Municipal, Primer Nivel.  
T. 1551 | Teléfono: 2285-8219  


Continuación del anexo 1.



O-DPD-DOC-8413-2019

DPD-Caso-192-2019

No. de Expediente: 884-2019  
Solicitante: MELVIN OBDULIO MORALES CANO  
Fecha: 12 DE JULIO DE 2019

I. En respuesta a la solicitud de información sobre:

Conteos vehiculares de las direcciones: Aguilar Batres 28 Calle a 45 Calle de ambos sentidos de las vías, de los años 2014 a 2018; así como informar si se requiere de un permiso municipal para realizar un conteo vehicular propio.

Al respecto:

- II. La Dirección de Obras de la Municipalidad de Guatemala, hace de su conocimiento que únicamente se cuenta con los conteos vehiculares que se adjuntan. En cuanto a informar si se requiere un permiso municipal para realizar un conteo vehicular propio; se indica que deberá abocarse a la alcaldía auxiliar de la zona donde se efectuarán los conteos vehiculares e informar los horarios y el tipo de conteo que realizará para que la Alcaldía esté enterada. Asimismo es preciso que según el medio a utilizar para los conteos vehiculares, ya sea mecánico o manual, debe realizarse de forma que no obstaculice el tránsito y no presente ningún riesgo para los peatones o bien los vehículos.

Atentamente,

Guatemala, 16 de julio de 2019

VoBo  
Ing. ALVARO HUGO RODAS MARTIN  
DIRECTOR



c.c. Dirección de Obras  
archivo

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA  
DIRECCION DE OBRAS



Arq. OLDIN RAMIREZ  
JEFE

DEPARTAMENTO DE  
PLANIFICACION Y DISEÑO  
JEFATURA

[muniguate.com](http://muniguate.com)  
T. 1551  
f t @

Z1 calle 6-77 zona 1 - Edificio Municipal - Centro Cívico  
Teléfono: 2285-8150

Continuación del anexo 1.

**EXP. 884-2019 MELVIN OBDULIO MORALES CANO DPD-CASO-192-2019**

Código	Dirección	Zona	Fecha	Horario	Volumen		
					AM	PM	
Z11-003	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	27/09/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	19870	20618	40488
Z11-007	Calzada Aguilar Batres - 35 calle	11	02/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	18325	20198	38523
Z11-010	Calzada Aguilar Batres - 30 calle	11	03/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	20866	18841	39707
Z11-018-025	Calzada Aguilar Batres - 30 calle	11	04/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14829	16356	31185
Z11-034	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	10/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	11245	12560	23805
Z11-035	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	06/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	13733	13053	26786
Z11-036	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	05/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14644	12197	26841
Z11-037-041	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	04/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	12290	13010	25300
Z11-048	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	11	31/07/2003	10:00 a 14:00 / 16:00 a 20:00			0
Z11-074	Calzada Aguilar Batres - 34 calle	11	16/09/2003	10:00 a 14:00 / 16:00 a 20:00	5049	5327	10376
Z11-115	Aguilar Batres - 27 calle	11	04/12/1998	24 horas			72582
Z12-001	Calzada Aguilar Batres - 39 calle	12	03/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	23633	19622	43255
Z12-002	Calzada Aguilar Batres - 41 calle - 43 calle	12	04/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	24007	21285	45292
Z12-003	Calzada Aguilar Batres - 37 calle	12	02/05/2000	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	23804	20744	44548
Z12-007	Calzada Aguilar Batres - 36 calle	12	03/10/2001	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	14851	13944	28795
Z12-022	Calzada Aguilar Batres - 37 calle	12	29/10/2002	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	24476	23781	48257
Z12-026	Calzada Aguilar Batres - 36 calle	12	29/01/2003	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	13263	10951	24214
Z12-033	Calzada Aguilar Batres - 37 calle	12	28/01/2003	7:00 a 11:00 / 15:00 a 19:00	21263	22652	43915
Z12-047-055	Calzada Aguilar Batres - 45 calle	12	13/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10950	6279	17229
Z12-048	Calzada Aguilar Batres - 46 calle	12	12/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	11006	6192	17198
Z12-049	Calzada Aguilar Batres - 47 calle	12	09/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	8405	10927	19332
Z12-050	Calzada Aguilar Batres - 48 calle	12	08/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	14456	9881	24337
Z12-051	Calzada Aguilar Batres - 49 calle	12	07/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	16421	10540	26961
Z12-052	Calzada Aguilar Batres - 50 calle	12	06/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10508	7177	17685
Z12-053	Calzada Aguilar Batres - 51 calle	12	05/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	10758	7997	18155
Z12-054	Calzada Aguilar Batres - 52 calle	12	02/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	8360	9148	17508
Z12-055	Calzada Aguilar Batres - 53 calle	12	01/02/2003	6:00 a 11:00 / 16:00 a 20:00	13874	8952	22826

Nota. Datos proporcionados por la municipalidad sobre el tránsito vehicular en el lugar de estudio. Obtenido de Municipalidad de Guatemala (2023). Archivos de la municipalidad: Resolución No. UDI-2078-2019. (s.p.) Muniguat.



## Anexo 2.

*Datos recabados y proporcionados por la Municipalidad de Villa Nueva*

**UNIDAD DE INFORMACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL DE VILLA NUEVA, MUNICIPIO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA. Veinticuatro de mayo de dos mil diecinueve.**

**ASUNTO:** El señor Melvin Morales solicita información acerca de conteo o aforos vehiculares, específicamente de Aguilar Batres y 35 calle hacia la cuesta de Villalobos sobre CA-9 Sur o Viceversa, esto con motivo de estudio y evolución de tesis personal, para comparación de datos, si fuera de los años comprendidos entre 2015-2018. Cuáles son los requisitos para poder realizar un conteo vehicular en la jurisdicción antes mencionada?

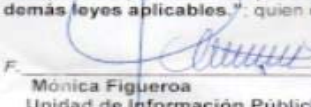
**RESOLUCIÓN No. UIPM 264-2019**  
**CONSIDERANDO:**  
Que de conformidad con el artículo 28 de la Constitución Política de la República de Guatemala y el artículo 41 del Decreto No. 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala, el señor Melvin Morales, solicita se le extienda información descrita previamente en el asunto. Según consta en el expediente de esta Unidad de Información Pública.


**CONSIDERANDO:**  
Que de conformidad con el trámite que se le dio a la presente solicitud se corrió audiencia a la Policía Municipal de Tránsito quien responde mediante Providencia No. PMT-178-201.MM.sa. **POR LO QUE.** Es procedente resolver lo que en derecho corresponde.


**POR TANTO**

Con base a lo anteriormente considerado y en los artículos: 1, 3, 6 numeral 18, y artículo 19, 20, 41, 42 y 45 de la Ley de Acceso a la Información Pública. Esta Unidad de Información Pública Municipal **RESUELVE:** I) Informando: 1. Se verifico en la información que obra en los archivos de la Policía Municipal de Tránsito logrando establecer que el parque vehicular que se moviliza de Villa Nueva hacia la cuesta de Villa Lobos y la Calzada Raúl Aguilar Batres en horario de 05:00 a 21:00 horas en día hábil es de 100,000 vehículos diarios según estudio realizado en el año 2016, tomando en cuenta que al año se han sumado un aproximado de 5% a esa cantidad. 2. Si utiliza el método de TRAFICONTEO debe de realizar una solicitud por escrito ante la Municipalidad de Villa Nueva, del departamento de Guatemala, si es un conteo manual lo puede realizar sin ningún permiso. II) En consecuencia la gestión de la información es en sentido positivo. III) **NOTIFIQUESE.**

En el Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala, el veinticuatro de mayo del año dos mil diecinueve, se envía la presente a la dirección de correo electrónico: [melvin\\_morales@hotmail.es](mailto:melvin_morales@hotmail.es) a el señor Melvin Morales, según **Resolución No. 264-2019** de fecha veinticuatro de mayo del año en curso, cuya cédula de notificación se hace entrega, así mismo se hace de su conocimiento que el contenido del artículo 15 del Decreto 57-2008 del Congreso de la República de Guatemala, que preceptúa **"Uso y difusión de la información. Los interesados tendrán responsabilidad, penal y civil por el uso, manejo o difusión de la información pública a la que tengan acceso, de conformidad con esta ley y demás leyes aplicables."** quien de enterado si firma.

F.   
Mónica Figueroa  
Unidad de Información Pública

F.   
Melvin Morales  
Solicitante



*Nota.* Datos proporcionados por la municipalidad sobre el tránsito vehicular en el lugar de estudio. Obtenido de Municipalidad de Guatemala (2023). *Archivos de la municipalidad: Resolución No. UDI-2078-2019.* (s.p.) Muniguatue.