



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO
JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE
JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE
MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL
PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON
INGENIERO CIVIL

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
27 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

0701139941

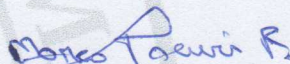
TUTOR - ESPECIALISTA 1



MEDINA SANCHEZ YUDY PATRICIA

0703642850

ESPECIALISTA 2



TACURI RIVAS MARCO ANTONIO

0702217944

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 26 de febrero de 2020 - 04:47

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

por Ricardo Carpio

Fecha de entrega: 10-feb-2020 04:55p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1255020399

Nombre del archivo: 25_DE_JUNIO_JUNTO_AL_PASEO_SHOPPING_EN_LA_CIUADAD_DE_MACHALA.txt
(33.57K)

Total de palabras: 5600

Total de caracteres: 27986

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2020



CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON
0706553500





UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON

INGENIERO CIVIL

MACHALA

2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON

INGENIERO CIVIL

MACHALA

2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

CARPIO JARAMILLO RICARDO WELLINGTON

INGENIERO CIVIL

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA

27 de febrero de 2020

ANÁLISIS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA AVENIDA 25 DE JUNIO JUNTO AL PASEO SHOPPING EN LA CIUDAD DE MACHALA

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

1%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

3%

2

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

1%

3

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

4

Submitted to Universidad Peruana de Ciencias
Aplicadas

Trabajo del estudiante

<1%

5

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios ya que esta siempre conmigo, es mi guía y me brinda su bendición y me mantiene en firme para poder lograr todo lo que me he propuesto, en especial para culminar con mi carrera de ingeniería civil.

Mi profundo agradecimiento a las autoridades, docentes y personal en general que conforman la facultad de ingeniería civil, y en especial al docente Ing. Wilmer Zambrano como tutor me ha brindado su ayuda y asistencia respecto a las inquietudes que tenía para la realización de este proyecto, a los demás docentes que con sus enseñanzas y sabiduría compartieron sus conocimientos y experiencias de sus vidas en el ámbito profesional, por ello espero poner en práctica lo aprendido de esta brillante carrera, sobre todo la ética profesional.

De igual manera quiero agradecer a mis compañeros y amigos que fui adquiriendo en estos hermosos años de estudio y preparación, que en esos momentos difíciles estuvimos para apoyarnos cada uno aportando con su granito de conocimiento y así poder salir con esfuerzo y valentía hacia adelante.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres Agustín y María, quienes con amor y esfuerzo me han ayudado en mis estudios a ser perseverante a no decaer ante las adversidades y así mejorar como persona permitiéndome cumplir con un logro más de éxito en mí vida, a mi hermano Dennys, que me ha brindado su apoyo incondicional en este esfuerzo y gratificante logro de ser un profesional, y a mi novia Joselyn que siempre ha estado conmigo y que tal vez me falte mucho por aprender pero estoy seguro que puedo lograrlo estando junto a tí.

RESUMEN

El congestionamiento vehicular produce efectos negativos para los ciudadanos de las urbes, en donde conductores y pasajeros, presentan retrasos en sus lugares de trabajo, estudio, turismo, etc., debido a la utilización repetitiva del claxon, gases contaminantes producidos por los vehículos, son situaciones que conllevan a sufrir enfermedades, afectando así la esperanza de vida y la sostenibilidad de las ciudades. Debido a estos factores este proyecto se basa en la utilización del HCM 2000, cuya metodología consiste en proporcionar el nivel de servicio de la carretera, en base a los vehículos que circulan en un tramo establecido. Además de utilizar el programa PTV Vissim 2020, el cual dará a conocer el nivel de servicio y entre otras características que existen actualmente en la vía.

Como resultado se tiene, que los vehículos de mayor circulación, en proporción representados en gráficas usando el programa Matlab, desde el máximo al mínimo se tiene la siguiente distribución: autos, camionetas, jeep, motos, buses, camiones pesados, busetas y camiones extrapesados. Por medio de la realización del aforo y basándose en el HCM 2000, en correlación con el programa PTV Vissim 2020, el cual permite conocer que el flujo vehicular de los cuatro carriles de la avenida “25 de Junio”, adyacente al centro comercial “El Paseo Shopping”, en la ciudad de Machala, cuenta en la actualidad con un nivel de servicio de categoría A, el cual describe que es un flujo libre, es decir una circulación óptima.

Palabras clave: Tráfico a futuro, volumen de tránsito, composición vehicular, nivel de servicio

ABSTRACT

Traffic congestion has negative effects on urban residents, where drivers and passengers are delayed in their places of work, study, tourism, etc., due to the repetitive use of the horn, Polluting gases produced by vehicles are situations that lead to illness, thus affecting life expectancy and the sustainability of cities. Because of these factors, this project is based on the use of HCM 2000, the methodology of which is to provide the level of service of the road, based on vehicles running on an established section. In addition to using the PTV Vissim 2020 program, which will raise awareness of the service level and other features that currently exist on the track.

As a result, the vehicles of greater circulation, in proportion represented in graphs using the Matlab program, from the maximum to the minimum have the following distribution: cars, pickup trucks, jeep, motorcycles, buses, heavy trucks, vans and extra heavy trucks. By means of the realization of the capacity and based on the HCM 2000, in correlation with the program PTV Vissim 2020, which allows to know that the vehicular flow of the four lanes of the avenue “25 de Junio” adjacent to the mall “El Paseo Shopping”, in the city of Machala, currently has a level of service of category A, which describes that it is a free flow, that is an optimal circulation.

Key words: Future traffic, traffic volume, vehicle composition, level of service

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Justificación.....	15
1.2 Objetivo general.....	17
1.3 Objetivos específicos	17
1.4 Ubicación.....	17
2. METODOLOGÍA	18
2.1 Tránsito.....	18
2.2 Tráfico en las vías urbanas	18
2.3 Mediciones de flujo.....	18
2.4 Composición vehicular.....	19
2.5 Volumen horario de tránsito	19
2.6 Volumen diario de tránsito	19
2.7 Factor horario de máxima demanda FHMD.....	20
2.8 Factor horario FH.....	20
2.9 Tráfico promedio diario semanal TPDS.....	21
2.10 Tránsito promedio diario anual TPDA.....	21
2.11 Características del tránsito.....	21
2.11.1 Densidad (D)	21
2.11.2 Concentración (K)	21
2.11.3 Espaciamiento promedio entre vehículos (\bar{s})	22
2.11.4 Tasa de flujo vehicular (q)	23
2.12 Nivel de servicio	23
2.13 Carreteras multicarriles	23
2.14 Condiciones de tránsito	24
2.14.1 Equivalencia de vehículos.....	24
2.14.2 Vehículos pesados	24
2.14.3 Vehículos extrapesados.....	24
2.14.4 Vehículos recreacionales RVs.....	24
2.15 Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).....	24
2.15.1 Medición por estimación indirecta	25

2.15.1.1	Determinación del factor de ajuste f_{LS}	26
2.15.1.2	Determinación del factor de ajuste f_A	26
	26
2.16	Terreno plano.....	27
2.17	Cálculo de la tasa de flujo (V_p).....	27
2.17.1	Factor de ajuste de vehículos pesados f_{HV}	28
2.18	Determinación del nivel de servicio.....	29
2.19	Proyección estimada.....	29
2.19.1	Tráfico actual (T_a)	29
2.19.2	Tráfico proyectado (T_p).....	30
2.19.3	Tasa de crecimiento anual (i)	30
2.20	Análisis del flujo vehicular a través del programa PTV Vissim 2020	31
3.	RESULTADOS.....	34
4.	CONCLUSIONES	35
5.	RECOMENDACIONES	36
6.	BIBLIOGRAFÍA	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Características del nivel de servicio.....	23
Tabla 2	Factores de Ajuste para velocidad de flujo libre	25
Tabla 3	Factor de ajuste f_{LS}	26
Tabla 4	Factor de ajuste f_A	27
Tabla 5	Factores de ajuste para E_T y E_R	28
Tabla 6	Tasa de crecimiento vehicular en el Ecuador.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del proyecto	17
Figura 2 Composición vehicular	19
Figura 3 Espaciamiento promedio entre vehículos	22
Figura 4 Espaciamiento entre dos vehículos consecutivos.....	22
Figura 5 Factor de ajuste f_A	26
Figura 6 Curvas de Velocidad - Flujo y niveles de servicio.....	29
Figura 7 Ingreso de las características de los carriles de la vía	31
Figura 8 Ingreso del volumen máximo vehicular con intervalos de 15 minutos	32
Figura 9 Ingreso de porcentajes de los vehículos	32
Figura 10 Ingreso de la señal del semáforo	33
Figura 11 Modelado del tráfico vehicular	33
Figura 12 Resultado del nivel de servicio	34
Figura 13 Resultados del programa.....	34

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Aforo vehicular en el carril 1 con el día y la hora de mayor demanda vehicular	39
ANEXO B. Aforo vehicular en el carril 2 con el día y la hora de mayor demanda vehicular	40
ANEXO C. Aforo vehicular en el carril 3 con el día y la hora de mayor demanda vehicular	41
ANEXO D. Aforo vehicular en el carril 4 con el día y la hora de mayor demanda vehicular	42
ANEXO E. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 1	43
ANEXO F. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 2.....	43
ANEXO G. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 3	43
ANEXO H. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 4	43
ANEXO I. Volumen diario de los cuatro carriles de la vía	44
ANEXO J. Volúmenes y factores horarios en el carril 1	45
ANEXO K. Volúmenes y factores horarios en el carril 2	45
ANEXO L. Volúmenes y factores horarios en el carril 3.....	45
ANEXO M. Volúmenes y factores horarios en el carril 4.....	45
ANEXO N. Volumen del tráfico semanal del carril 1	46
ANEXO O. Volumen del tráfico semanal del carril 2	46
ANEXO P. Volumen del tráfico semanal del carril 3	46
ANEXO Q. Volumen del tráfico semanal del carril 4	47
ANEXO R. Porcentaje de la composición vehicular del carril 1	47
ANEXO S. Porcentaje de la composición vehicular del carril 2	48
ANEXO T. Porcentaje de la composición vehicular del carril 3	49
ANEXO U. Porcentaje de la composición vehicular del carril 4	50
ANEXO V. Volumen semanal de la composición vehicular de los cuatro carriles de la vía	51
ANEXO W. Volumen semanal de la composición vehicular de camiones de los cuatro carriles de la vía	52
ANEXO X. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 1	53
ANEXO Y. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 2.....	53
ANEXO Z. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 3	53
ANEXO AA. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 4.....	54
ANEXO BB. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 1	54
ANEXO CC. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 2	54
ANEXO DD. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 3	55
ANEXO EE. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 4.....	55
ANEXO FF. Cálculo del promedio del TPDA de los cuatro carriles	55
ANEXO GG. Cálculo del tráfico actual en la vía	56
ANEXO HH. Cálculo del tráfico a futuro	56
ANEXO II. Proyección del tráfico vehicular.....	57
ANEXO JJ. Proyección del tráfico vehicular de camiones	58
ANEXO KK. Cálculo de densidad de tráfico vehicular	59

ANEXO LL. Cálculo de la concentración de tráfico vehicular	59
ANEXO MM. Cálculo del espaciamiento promedio del tráfico vehicular	59
ANEXO NN. Cálculo de la tasa de flujo del tráfico vehicular	59
ANEXO OO. Cálculo del factor de ajuste por vehículo pesado f_{HV}	59
ANEXO PP. Cálculo de la tasa de flujo V_p	60
ANEXO QQ. Cálculo de la velocidad a flujo libre FFS	60
ANEXO RR Memoria fotográfica de la obtención de datos para el proyecto	61

INTRODUCCIÓN

Los efectos perjudiciales que se generan por medio de la congestión vehicular, para los habitantes de las urbes tanto para los conductores como pasajeros que sufren de atrasos en sus lugares de destino, en donde factores como la contaminación acústica y atmosférica, ocasionan deterioros en su calidad de vida y un impacto en la salud, además afectan la sostenibilidad de las ciudades a largo plazo, por ello se debe tener una infraestructura vial adecuada para mantener la circulación del tráfico bajo control.

El congestionamiento de la movilidad vehicular que es producido por una elevada circulación de tránsito, en donde los conductores y agentes de tránsito incumplen con las normas y debido a su ineficacia en su aplicación poco ayuda a mejorar el flujo vehicular.

Debido a un mal diseño de infraestructura vial, la falta de interés por la demanda vehicular, también el uso de controladores de tráfico antiguos e ineficientes ha causado que en varias ciudades del mundo presenten problemas serios en el transporte, por lo que se deben implementar nuevas tecnologías como, “usando softwares de alto desempeño como PTV Vissim”. [1]

“De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) cada año, cerca de 1.25 millones de personas han muerto en el mundo a causa o consecuencia de un accidente de tráfico”. [2] Estos problemas de los accidentes de tránsito en su gran mayoría son producidos por el exceso de velocidad, la manipulación del celular, fallas mecánicas de los vehículos, el incumplimiento del uso de cinturón de seguridad, el estrés y ansiedad de llegar a prisa a su destino, son estas las situaciones que generan un accidente produciendo pérdidas monetarias para la ciudadanía, además de discapacidades físicas e incluso pudiendo llegar hasta la muerte de muchas personas.

“Dado que en muchas ciudades un alto porcentaje del espacio público está ocupado por automóviles y otros sistemas de transporte, una de las aplicaciones más prometedoras de los drones en las ciudades futuras es la vigilancia del tráfico”. [3] Lo que les permitirán a las autoridades competentes distribuir de mejor manera los espacios tanto para vehículos como para peatones. “La optimización de las señales de tráfico desempeñará un papel importante en la gestión eficaz y dinámica del tráfico urbano, tanto ahora como en el futuro”. [4]

Mediante el uso de las nuevas tecnologías como la implementación de un sistema de video vigilancia en el tráfico vehicular, permite que las autoridades competentes puedan discutir y dar soluciones sobre una estructura vial adecuada a las características de la ciudad, permitiendo así una mejor distribución para la circulación de vehículos, como el libre y seguro paso de los peatones

La construcción de un sistema de transporte inteligente es de gran beneficio para la eficiencia, la seguridad y la equidad de los residentes urbanos. “El equipo de simulación virtual puede utilizarse para llevar a cabo el experimento del conductor real, a fin de modificar los parámetros del modelo, como la estructura de la población, el grado de tolerancia y la toma de decisiones reales, etc.” [5]

“En algunas ciudades, también se proponen iniciativas para compartir scooters eléctricos para que los conductores cambien los modos de transporte al llegar a los centros urbanos”. [6] Para que así los usuarios puedan aportar con el medio ambiente.

En las ciudades metropolitanas que presentan un ascenso en el número de vehículos, lo que conlleva a un congestionamiento del transporte urbano, para solucionar este tipo de problema se ha tomado acciones, como optimizar las señales de tráfico y modelar el flujo vehicular por medio de programas como el PTV Vissim, además de concientizar a la ciudadanía de cumplir con las normas y buenas costumbres para que de esta manera el tráfico urbano sea fluido, evitando así retrasos y accidentes que nos afectan a todos los ciudadanos y a las generaciones futuras.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El congestionamiento vial que año tras año va en aumento, debido al crecimiento poblacional en donde factores como el aumento de los ingresos económicos facilitan el acceso de transporte terrestre, también costos más bajos de la industria automotriz y facilidades de pago, inclusive el mal servicio público ya sea que se encuentren los vehículos en malas condiciones o un exceso de pasajeros sobre todo en las horas pico, son motivos que generan una mala calidad de vida en los ciudadanos. Estos problemas de tráfico que se generan en varias ciudades del mundo son producidos por una inadecuada planeación y diseño vial, además de aspectos culturales y poco éticos de conductores, peatones, entidades encargadas de la movilidad de tránsito y un bajo ingreso económico de cada país, motivos por los cuales han desviado su atención de solucionar esta problemática, que de no combatirla a tiempo se generarán grandes afectaciones a futuro.

El rápido crecimiento vehicular del transporte urbano implica, que varias ciudades en el mundo se enfrenten a serios problemas de movilidad, de contaminación del aire, afectaciones por el ruido, además de generar accidentes de tránsito, que según la Empresa Pública Municipal de Movilidad de Machala EPMM-M, registra en la zona de estudio 2 accidentes de tránsito en el periodo 2018 y un total de 16 accidentes en el periodo 2019. Además, debido a las demoras en los tiempos de recorrido por la congestión vehicular, que afectan a productos alimenticios o mercadería en general, indispensables para el desarrollo económico de las urbes, el embotellamiento que se ha generado en las principales avenidas de la ciudad de Machala impide, que los conductores pueden transitar de manera fluida sobre todo en las horas pico.

1.1 Justificación

En la actualidad en casi todas las ciudades metropolitanas del mundo, se puede observar que existe un congestionamiento vehicular, debido principalmente a la demanda de vías, el mismo que produce retrasos para los usuarios hacia sus lugares de destino, además de pérdidas económicas en mercaderías y un consumo adicional de combustible.

El trabajo que realizan los agentes civiles de tránsito, capacitados en hacer cumplir el Código Orgánico Integral Penal COIP, además de ser responsables para las audiencias de

flagrancia que se llevan a cabo en los accidentes de tránsito, estas competencias fueron trasladadas en el año 2017 para la ciudad de Machala, con la finalidad de proporcionar las matrículas en los vehículos y el control total del operativo vehicular, teniendo presente que la ciudad cuenta con un volumen vehicular de 70 mil unidades.

Una situación lamentable respecto a un accidente de tránsito que ocurrió en la madrugada del 22 de julio del 2019, en donde un motociclista que circulaba en contra vía se impactó contra un taxi, en la avenida “25 de Junio”, junto al centro comercial “El Paseo Shopping”, caso terrible e irresponsable por parte del conductor que ocasionare en la pérdida de su propia vida.

Debido a estos accidentes que se han presentado en este sector es la necesidad de implementar el control y monitoreo que es la clave en ciudades metropolitanas debido al congestionamiento de los vehículos que circulan, sobre todo por las principales vías de la ciudad. “La congestión del tráfico se ha convertido en una amenaza real que afecta tanto a los países industrializados como al tercer mundo”. [7]

Por las razones que se presentan en la congestión vehicular, el conductor al perder la calma por encontrarse estático en la vía o por tener el afán de llegar a su destino, produce accidentes como el ocurrido el día domingo 5 de Enero del presente año, producido a las 14:05 en el que una camioneta, un camión pesado y un jeep se impactarán uno tras otro, motivo que obligó a los conductores a mover sus vehículos hacia el carril externo o carril 1, hasta que lleguen las autoridades y solucionen este accidente de tránsito, el cual terminó con el traslado de los vehículos afectados, a las 15:10 y así el tráfico volvió a su circulación normal.

“La movilidad urbana sustentable es tema que forma parte de una solución factible para problemas que se tienen con el congestionamiento vehicular en diferentes ciudades del mundo”. [8]

1.2 Objetivo general

Determinar el nivel de servicio de la avenida 25 de Junio junto a El Paseo Shopping, mediante la metodología HCM 2000, para con ello mejorar la circulación del transporte terrestre en la ciudad de Machala.

1.3 Objetivos específicos

- Recopilar los datos necesarios referentes al estudio del proyecto.
- Identificar la proyección de tráfico a futuro.
- Determinar el mayor flujo vehicular que existe en los distintos días de la semana.
- Analizar la composición vehicular generada en la zona de estudio.

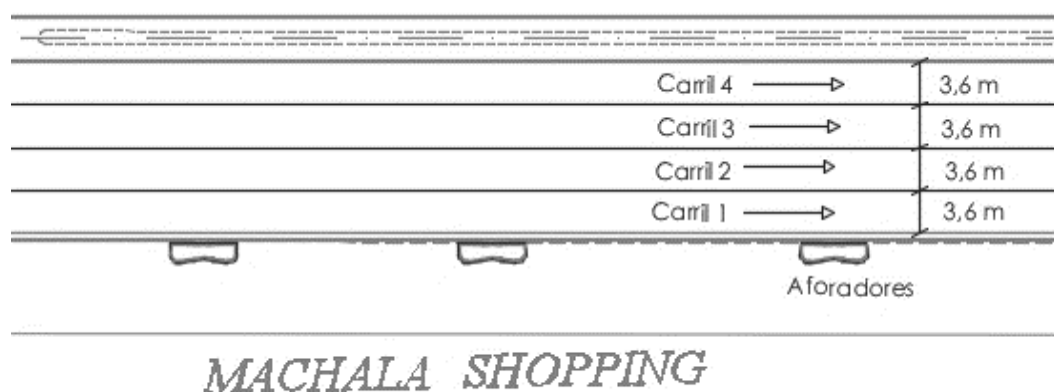
1.4 Ubicación

Este proyecto se encuentra en la avenida 25 de Junio junto al centro comercial “El Paseo Shopping”, del cantón Machala a continuación se muestra una gráfica representativa del área de estudio, en donde los vehículos van en dirección noroeste hacia sureste y también se incluye las siguientes coordenadas UTM:

Norte 9637343

Este 618761

Figura 1 Ubicación del proyecto



Fuente: G.A.D. Municipal de Machala

2. METODOLOGÍA

Este proyecto se basa en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2000), cuya metodología consiste en dar a conocer el nivel de servicio de la carretera, sus características geométricas, la velocidad y el flujo de distribución de tráfico, en base a los vehículos que transitan en un tramo de la vía.

2.1 Tránsito

“La necesidad de modelar el flujo de vehículos se ha convertido en una prioridad en los grandes centros urbanos y las rutas de tránsito en general”. [9] Es por esto que, para el diseño y planificación de las vías se debe llevar a cabo un conteo de tráfico vehicular eficiente, en el sitio de interés el mismo que nos proporcionará el nivel de servicio actual de la vía y proyectar la demanda vehicular para así evitar los congestionamientos.

En la gran mayoría de las zonas urbanas, presentan afectaciones con la congestión vehicular incluso en aquellas donde no han sido todavía industrializadas, las cuales sufren de riesgos en la salud como pérdidas de extremidades humanas, enfermedades respiratorias debido al alto índice de dióxido de carbono y demás gases, que afectan al medio ambiente, debido a estas amenazas y la falta de concientización de las personas genera que estas ciudades no prosperen económicamente

2.2 Tráfico en las vías urbanas

A medida que las ciudades crecen, los desplazamientos urbanos también aumentan su longitud, lo que ocasiona que el tiempo de transporte y movilidad de los usuarios se vea afectada, por ello se debe proyectar las vías de forma adecuada. “La red vial determina la distribución del flujo de tráfico en un espacio urbano y afecta al comportamiento del conductor”. [10]

2.3 Mediciones de flujo

Para obtener el volumen del tráfico en primer lugar se realizó un recorrido por la vereda cercana al centro comercial “El Paseo Shopping”, con la finalidad de establecer la estación de conteo vehicular, luego se procedió a buscar al personal aforador explicándoles sobre la metodología del trabajo, siendo un total de cuatro integrantes cada uno de los cuales estaba encargado de aforar un carril. Registrando así el tipo de vehículos










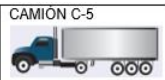
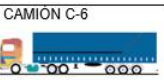

que circulan como son: motos, autos, jeep, camionetas, busetas, buses, camiones pesados y según su número de ejes.

El conteo se lo realizó a partir del viernes 3 de enero hasta el jueves 9 de enero del presente año, con un horario de 7:00 hasta 12:00 y luego desde las 14:00 hasta las 18:00 con intervalos de 15 minutos por cada hora.

2.4 Composición vehicular

Se estableció el siguiente grupo de vehículos, basándose en la tipología y descripción vehicular de conteos de tráfico de la oficina de diagnóstico, evaluación de pavimentos y puentes PMS. Además, de proporcionar el pesaje máximo permitido de los camiones en toneladas, basándose en el MTOP y datos de la retroexcavadora John Deere 510.

Figura 2 Composición vehicular

MOTOS 	AUTOMOVILES 	JEEP 	CAMIONETA 	MICROBUS 	BUS 
CAMIÓN C-2P 	CAMIÓN C2-C3 	CAMIÓN C-4 	CAMIÓN C-5 	CAMIÓN C-6 	VEHICULO DE CONSTRUCCION 
(Ton) 10	18-27	31	47	48	9

Fuente: Tipología y descripción vehicular PMS [11]

“Según el libro verde, los peatones forman parte de todo entorno vial, y debe prestarse atención a su presencia tanto en zonas rurales como urbanas”. [12] Para la realización de este proyecto no se consideró a los peatones.

2.5 Volumen horario de tránsito

Representa el volumen de tránsito que circula en periodos horarios, el cual será de utilidad para determinar las características geométricas de la vía. Por lo general se emplea un horario diurno para determinar las horas pico, ya que el horario nocturno representa un flujo vehicular menor.

2.6 Volumen diario de tránsito

Es el número de vehículos que pasan por un periodo de un día completo, como el periodo de conteo realizado en este proyecto, durante el día es de 9 horas, se procedió con la

utilización de un factor horario (FH) para estimar el flujo que represente las 24 horas del día.

2.7 Factor horario de máxima demanda FHMD

Para determinar las variaciones del volumen de tráfico dentro de una hora, se utiliza el FHMD que es la razón entre el volumen horario de máxima demanda con el flujo máximo y el número de periodos que se encuentra dentro de la hora. La unidad es el máximo valor que puede alcanzar el FHMD, además es útil ya que demuestra la existencia de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. Como lo indica la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], a continuación, su ecuación:

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

Donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda

N = Número de intervalos o ciclos que están dentro de la hora de conteo

q_{max} = Flujo máximo relacionado con el ciclo inmerso en la hora de su máxima demanda

2.8 Factor horario FH

Este factor tiene como finalidad de llevar el aforo manual realizado por un horario diurno, a completarlo con el horario nocturno, para que el tránsito de los vehículos se exprese durante las 24 horas, se conoce que el tráfico nocturno es menor que el diurno, razón por la cual el factor horario fluctúa entre 0.10 a 0.40. Su ecuación en base a la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], que se muestra a continuación:

$$FH = \frac{VHMD+t}{TM} \quad EC.(2)$$

Donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda

t = Tiempo que falta para completar las 24 horas

TM = Tráfico que corresponde a las horas del conteo manual

2.9 Tráfico promedio diario semanal TPDS

El TPDS es igual a la razón que existe entre el volumen vehicular total que circulan por un punto determinado de la vía, en la semana respecto a los 7 días que tiene la misma.

2.10 Tránsito promedio diario anual TPDA

El TPDA es la medida de tráfico vehicular más usada y útil para la planificación vial, se la obtiene mediante el tránsito que existe en el día, para este proyecto se realizó un ajuste para completar el volumen vehicular que transita durante el día, luego se lo multiplica por el número total de días que tiene el año con un valor de 52 días, luego se procede a realizar una suma de los volúmenes anuales y se culmina dividiéndolo para los 365 días del año.

2.11 Características del tránsito

2.11.1 Densidad (D)

La densidad representa el número de vehículos que se encuentran en una longitud de una carretera o carril y su unidad se expresa en vehículos por kilómetro (veh/Km). Al contar con el número vehicular por carril en zonas urbanas, se tiene que la mayor densidad está por los carriles intermedios, debido a las paradas de buses y vehículos en general, causan un volumen pausado en los carriles externos. La ecuación para determinar la densidad según la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], es la siguiente:

$$D = \frac{v}{S} \quad \text{EC.(3)}$$

Donde:

D = Densidad (veh/Km)

v = Razón del flujo (veh/h)

S = Velocidad promedio de recorrido (Km/h)

2.11.2 Concentración (K)

Representa el número de vehículos que ocupan una distancia en un momento dado de la carretera o carril, su unidad se expresa en veh/m. En la ciudad de Machala se han presentado varias concentraciones vehiculares como la ocurrida el 12 de abril del 2019, en donde el gremio de taxistas impidió la libre movilidad vehicular en la avenida 25 de Junio desde el Centro Comercial Oro Plaza hasta la calle Ayacucho.

La concentración se la calcula en base a la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{N}{d} \quad EC.(4)$$

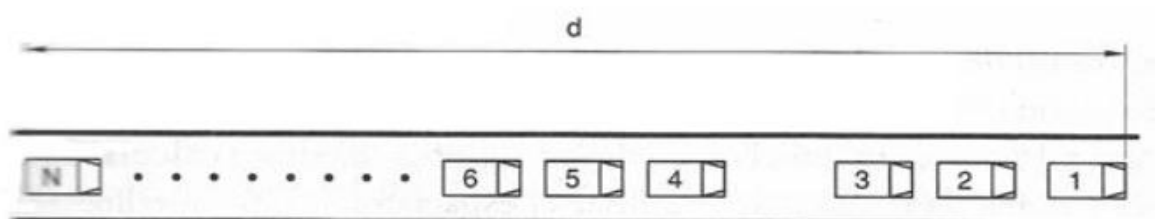
Donde:

K = Espaciamiento promedio entre varios vehículos (veh/m)

N = Número de vehículos en un momento dado (veh)

d = Distancia de la carretera o carril (m)

Figura 3 Espaciamiento promedio entre vehículos



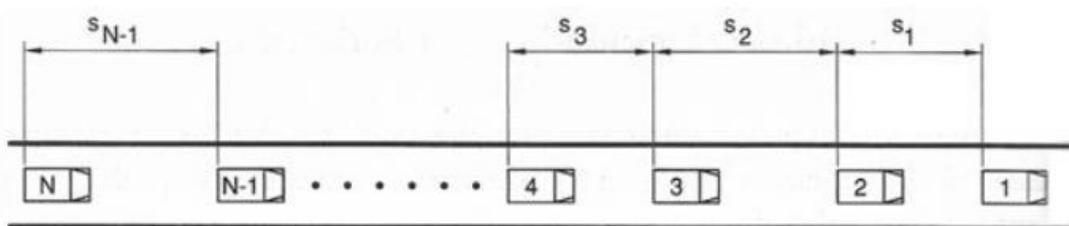
Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones, [13]

2.11.3 Espaciamiento promedio entre vehículos (\bar{s})

Es la distancia que existe entre la circulación de dos vehículos consecutivos que se trasladan por una carretera o carril, por lo general se expresa en (m/veh), como se observa la unidad del espaciamento promedio es inversa al de concentración K, según la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], se aplica la siguiente ecuación:

$$\bar{s} = \frac{1}{K} \quad EC.(5)$$

Figura 4 Espaciamento entre dos vehículos consecutivos



Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones, [13]

2.11.4 Tasa de flujo vehicular (q)

La tasa de flujo es la frecuencia por la que transitan los vehículos por un tramo de la carretera o carril en términos menores a una hora, es decir representa la cantidad de vehículos que pasan durante un intervalo de tiempo, cuya unidad es (veh/s). Según la metodología de R. Cal y Mayor y J. Cárdenas [13], su ecuación es la siguiente:

$$q = v * k \quad \text{EC.(6)}$$

Donde:

q = Tasa de flujo vehicular expresada en (veh/s)

v = Velocidad promedio vehicular expresada en (m/s)

k = Espaciamiento promedio entre varios vehículos (veh/m)

2.12 Nivel de servicio

Es una medida cualitativa de la calidad de flujo del tráfico vehicular, en donde se relacionan factores como la velocidad, el tiempo transcurrido, la libertad para traspasar a otros vehículos, la seguridad vial, el consumo de combustible y las interrupciones o incomodidades que le generan tanto al conductor como a los pasajeros, siendo estos algunos de los factores que afectan las condiciones ideales en la vía.

Los niveles de servicio se clasifican en seis categorías que van desde el A hasta el F, siendo el A que corresponde al de mejor flujo y condiciones de tránsito, y el F corresponde a un nivel de congestión en la vía.

Tabla 1 Características del nivel de servicio

Nivel de servicio	Demora media(seg/veh)	Índice de congestión (Factor de carga)	Descripción
A	$d \leq 5$	0	Flujo libre
B	$5 < d \leq 15$	0.1	Flujo estable, condicionado para vehículos rápidos
C	$15 < d \leq 25$	0.3	Flujo estable, aunque condicionado
D	$25 < d \leq 40$	0.1	Flujo inestable
E	$40 < d \leq 60$	1	Detenciones frecuentes
F	$d > 60$	despreciable	Vía congestionada

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

2.13 Carreteras multicarriles

Son aquellas que, sin ser autopistas o autovías, poseen al menos dos carriles destinados para el flujo vehicular, con una separación de un parterre central, además de que cuenta

con accesos o cruces a nivel. Por lo general se encuentran en zonas rurales o suburbanas, donde las densidades de desarrollo vehicular son mayores. Para este proyecto la vía de estudio está constituida con cuatro carriles de un sentido.

2.14 Condiciones de tránsito

2.14.1 Equivalencia de vehículos

Debido al flujo de vehículos que no son autos, tales como buses, camiones pesados y extrapesados, razones como su tamaño y características de operación, reducen el tiempo y el flujo vehicular dentro de la carretera. Por este motivo el número de vehículos pesados, son convertidos a un número equivalente de autos y de esta manera determinar la capacidad del flujo vial en (autos/carril).

2.14.2 Vehículos pesados

Estos vehículos afectan la capacidad y el nivel de servicio de una vía multicarriles, debido a que tienen características de operación inferiores a los vehículos más livianos, ya que cuentan con dificultades para mantener la misma velocidad en un tramo determinado de la carretera. En este proyecto se utiliza el camión clasificado como C-2P.

2.14.3 Vehículos extrapesados

Son aquellos vehículos que tienen como principal función trasladar mercadería ya sea hacia zonas urbanas o rurales, para la realización de este proyecto están los camiones clasificados como camión C-2 hasta el camión C-6.

2.14.4 Vehículos recreacionales RVs

Son vehículos que son considerados como casas rodantes, con el fin de usarlo como vivienda durante sus viajes, por lo general los conductores y usuarios no presentan ningún apuro en su traslado, por lo que viajan a velocidades reducidas.

Para la realización de este proyecto al no contar con vehículos de estas características se utilizó tanto a busetas como buses.

2.15 Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS)

El FFS representa la velocidad media de los vehículos livianos, medida en intervalos de tiempo de flujos bajos a moderados, es decir hasta 1400 veh livianos/hora/carril. Para estimar el FFS, el análisis se basa en las condiciones de operación que demuestren las características del tráfico y la geometría de la vía.

2.15.1 Medición por estimación indirecta

Para la realización de este proyecto la velocidad fue determinada indirectamente, la misma que es conocida como velocidad a flujo libre base (BFFS), es la medida de vehículos livianos durante la circulación en rangos de bajos a moderados. Por lo que a continuación se presenta el ajuste necesario de acuerdo con las características que dificultan al recorrido vehicular.

Tabla 2 Factores de Ajuste para velocidad de flujo libre

Nombre	Abreviatura	Descripción
Ajuste por Ancho de carriles y el ancho de berma	f_{LS}	Si el ancho de carril es menor a 3.60 m, los conductores necesitan mantener una distancia lateral, lo que representa una reducción de la velocidad a flujo libre base. Las distancias libres laterales base son 1.80 m o más al lado derecho y 0.60 m o más al lado izquierdo de la faja separadora central. Las obstrucciones típicas son: señales, árboles, estribos de puentes, defensa metálica y muros de contención, no se incluye bordillos.
Densidad de puntos de acceso	f_A	La densidad base de los puntos de acceso se encuentra dividiendo el número de accesos en el lado derecho, entre la longitud total del segmento en Km.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

La ecuación que se utiliza para estimar la velocidad de flujo libre proporcionada por el HCM 2000 [14], para el análisis de vías multicarriles es la siguiente:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A \quad EC.(7)$$

Donde:

FFS = Velocidad para el flujo libre estimada (Km/h)

BFFS = Representa la velocidad a flujo libre base, con un valor de 100 Km/h para zona urbana y rural.

2.15.1.1 Determinación del factor de ajuste f_{LS}

En la siguiente tabla se muestra el ajuste por ancho de carril y berma f_{LS}

Tabla 3 Factor de ajuste f_{LS}

EXHIBIT 20-5. ADJUSTMENT (f_{LS}) FOR LANE WIDTH AND SHOULDER WIDTH

Lane Width (m)	Reduction in FFS (km/h)			
	Shoulder Width (m)			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
$2.7 < 3.0$	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: Manual de capacidad de carreteras HCM 2000 [14]

El valor de f_{LS} que se obtiene de la tabla, para la realización de este proyecto que presenta un ancho de carril de 3.6(m) y una berma de 0.4(m), entonces el valor de ajuste es de 6.8 (Km/h)

2.15.1.2 Determinación del factor de ajuste f_A

El cálculo para la densidad de puntos de acceso es la razón entre el número total de intersecciones, que se encuentran en el lado derecho de carretera estudiada, dividida para la longitud de la carretera en kilómetros.

Para la realización de este proyecto se obtuvo la distancia por medio de Google Maps, con una longitud de 1 Km necesaria para la implementación del HCM 2000, empezando desde el Monumento al Bananero hasta la urbanización Ciudad Verde en la ciudad de Machala, con un total de 7 intersecciones.

Figura 5 Factor de ajuste f_A



Fuente: Google Maps

A continuación, se muestra la tabla para determinar el ajuste para densidad de puntos de acceso f_A

Tabla 4 Factor de ajuste f_A

EXHIBIT 20-6. ADJUSTMENT (f_A) FOR ACCESS-POINT DENSITY

Access Points per km	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

Aplicando la interpolación lineal, según Isaac Newton mediante la siguiente ecuación:

$$y = \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)}(y_2 - y_1) + y_1 \quad \text{EC.(8)}$$

Se obtiene que el valor de ajuste para f_A es 4.67 Km/h

2.16 Terreno plano

El terreno de esta vía presenta pendientes pequeñas entre el 1 o 2%, razón por la cual permite a los vehículos pesados puedan mantener la velocidad como si fueran vehículos livianos.

2.17 Cálculo de la tasa de flujo (V_p)

La capacidad será la tasa de flujo en un intervalo de tiempo, que puede ser obtenida para un tramo uniforme y en conformidad a las características geométricas de la carretera en un sentido.

Para determinar la tasa de flujo horaria, en donde la influencia de los vehículos pesados y las características de los conductores, se realizan ajustes para convertir el volumen en una tasa de flujo equivalente en vehículos livianos, según el HCM 2000 [14], se obtiene por medio de la siguiente ecuación.

$$V_p = \frac{V}{FHMD * N * f_{HV} * f_p} \quad \text{EC.(9)}$$

Donde:

V_p = Tasa de flujo equivalente (veh livianos/h/carril)

V = Volumen horario de máxima demanda por sentido (veh mixtos/h)

FHMD = Factor de la hora en su máxima demanda

N = Número de carriles por sentido

f_{HV} = Factor de ajuste debido a la presencia de vehículos pesados

f_p = Factor de ajuste que depende del estado de ánimo del conductor y varía de 0,85 a 1

2.17.1 Factor de ajuste de vehículos pesados f_{HV}

Para el cálculo de f_{HV} es necesario tener en cuenta la utilización de la metodología HCM 2000 [14], mediante la siguiente ecuación:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{EC. (10)}$$

Donde:

P_T = Proporción de camiones pesados y extrapesados, expresado en decimal

P_R = Proporción de RVs, expresado en decimal

E_T = Equivalencia en vehículos pesados y extrapesados

E_R = Equivalencia en vehículos de recreación RVs

El ajuste debido a los vehículos pesados se aplica para dos tipos de vehículos como camiones y RVs. Por ello el factor de ajuste requiere de primero hallar la equivalencia de vehículo liviano para camiones E_T y para RVs en las condiciones actuales de operación en la vía.

Tabla 5 Factores de ajuste para E_T y E_R

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

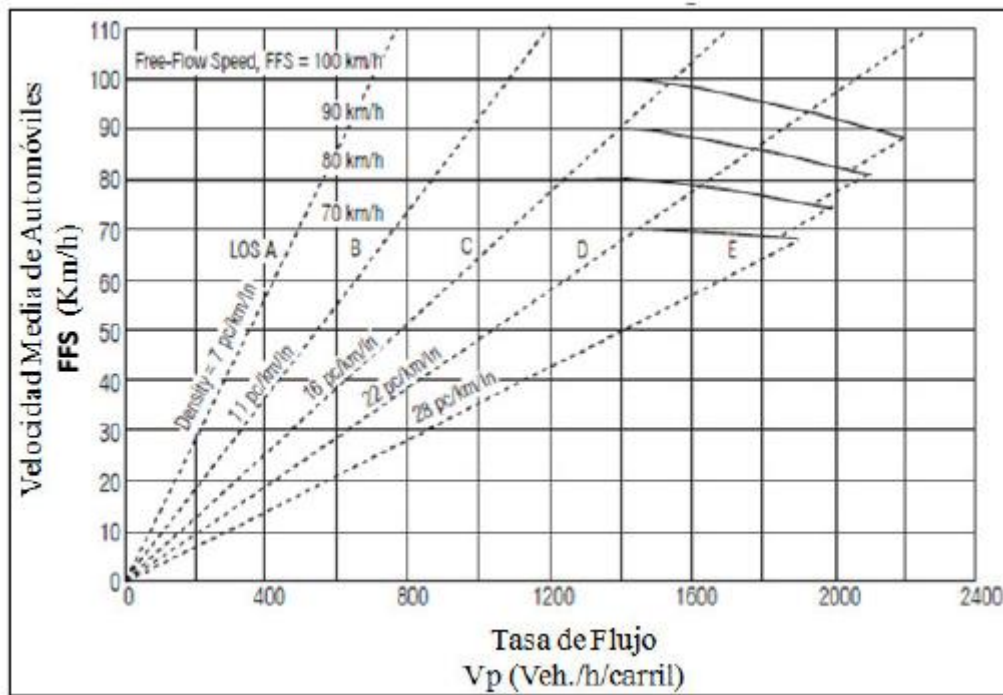
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

Para la realización de este proyecto con característica de terreno plano, y con un flujo vehicular mayor a 600 veh/h, se tiene que para el factor de E_T es 1.1 mientras que para el factor de E_R un valor de 1.0

2.18 Determinación del nivel de servicio

Una vez encontrado el valor de velocidad a flujo libre FFS, ya sea medida en campo o estimada, y con el valor calculado de la tasa de flujo V_p , se encuentra el valor del nivel de servicio de la carretera. Por medio de la siguiente gráfica:

Figura 6 Curvas de Velocidad - Flujo y niveles de servicio



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

2.19 Proyección estimada

Para estimar el volumen del tráfico futuro, se debe considerar los volúmenes actuales, además de los incrementos del tránsito que se espera circulen en la vía ya existente.

“Los resultados también muestran que la utilización de resoluciones de datos múltiples podría ayudar a mejorar la precisión de la predicción”. [15]

2.19.1 Tráfico actual (Ta)

Para determinar el T_a , se aplica la metodología del MTOP [16], mediante la siguiente ecuación:

$$T_a = T_n + T_g + T_d \quad \text{EC. (11)}$$

Donde:

T_n = Tráfico normal (TPDA)

Tg = Tráfico generado

Td = Tráfico por desarrollo

Para el presente proyecto se ha determinado que el incremento de la vía ubicada en la provincia de El Oro no es más del 30%, por lo tanto, los coeficientes asumidos son para tráfico generado y tráfico por desarrollo de 0.20 y 0.10 respectivamente.

2.19.2 Tráfico proyectado (Tp)

Según la MTOP indica, “en caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible”. [16] A continuación su ecuación:

$$T_p = T_a (1 + i)^n \quad \text{EC.(12)}$$

Donde:

n = Periodo de diseño en años

tasa de crecimiento anual (i)

2.19.3 Tasa de crecimiento anual (i)

En el Ecuador los datos estadísticos del crecimiento de tránsito, se tienen registro a partir de 1963, para determinar las tasas de crecimiento se basan en observaciones que relacionan el consumo de gasolina y diésel, además de la información que presenta el parque automotor, según datos facilitados por el Municipio en el año 2015, se estima que para la ciudad de Machala el índice de crecimiento de tráfico, muestran que el flujo vehicular está creciendo en un 5%, con un volumen vehicular de 43 000, los cuales ingresan y salen de la ciudad diariamente.

Para determinar la proyección de tráfico, se utilizará las tasas de crecimiento que se encuentran vigentes en la MTOP para nuestro país. Para el cálculo de este proyecto se usará los valores de 4 para vehículos livianos, un valor de 3,5 para bus y un valor de 5 para camiones.

Tabla 6 Tasa de crecimiento vehicular en el Ecuador

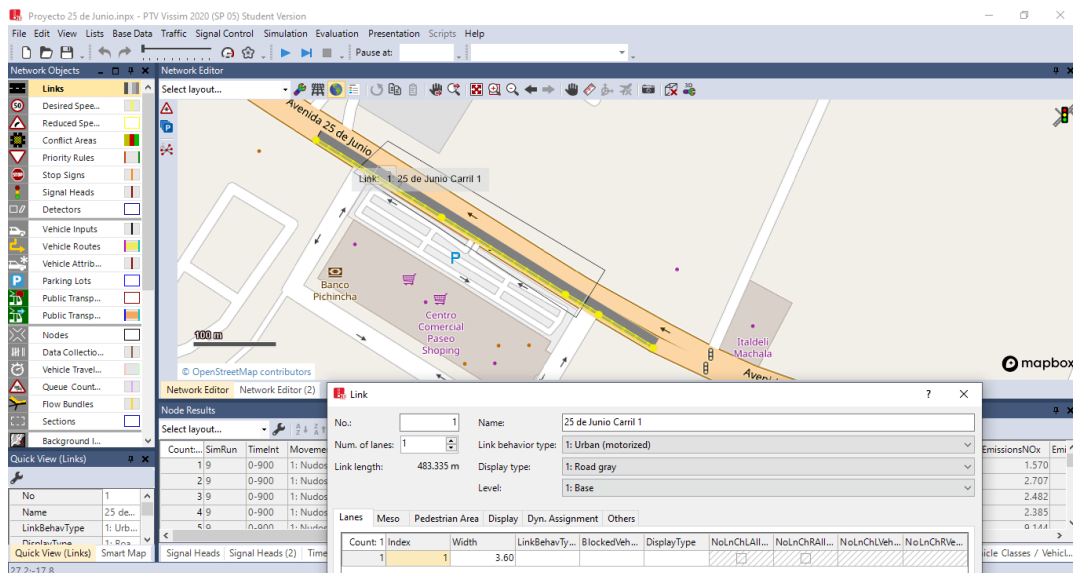
TASAS DE CRECIMIENTO DE TRAFICO		
TIPOS DE VEHICULOS	PERIODO	
	1990 - 2000	2000 - 2010
Livianos	5	4
Buses	4	3,5
Camiones	6	5

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP [16]

2.20 Análisis del flujo vehicular a través del programa PTV Vissim 2020

Con la implementación del Google Maps en el programa, se localizó la vía de estudio que empieza desde el Monumento al Bananero hasta la urbanización Ciudad Verde en Machala y se procedió a colocar las características respectivas de los cuatro carriles de la vía.

Figura 7 Ingreso de las características de los carriles de la vía



Fuente: PTV Vissim 2020

Por medio de los volúmenes que se obtuvo del tráfico vehicular, se procedió a introducir el flujo máximo en intervalos de 15 minutos de la hora de máxima demanda, como se muestra a continuación.

Figura 8 Ingreso del volumen máximo vehicular con intervalos de 15 minutos

Count	Link	Volume(0)	Volume(900)	Volume...	Volume...	VehComp(0)	VehCom
1	1: 25 de Junio Carril	76.0	59.0	68.0	64.0	1: Carril 1	1: Carril
2	2: 25 de Junio Carril 2	146.0	201.0	200.0	213.0	5: Carril 2	5: Carril
3	4: 25 de Junio Carril 3	118.0	134.0	133.0	149.0	6: Carril 3	6: Carril
4	3: 25 de Junio Carril 4	150.0	155.0	145.0	124.0	7: Carril 4	7: Carril

Count	Cont	TimeInt	Volume	VehComp	VolType
1	<input type="checkbox"/>	0-900	76.0	1: Carril 1	Stocha...
2	<input type="checkbox"/>	900-18...	59.0	1: Carril 1	Stocha...
3	<input type="checkbox"/>	1800-2...	68.0	1: Carril 1	Stocha...
4	<input type="checkbox"/>	2700-...	64.0	1: Carril 1	Stocha...

Fuente: PTV Vissim 2020

Luego se procedió a ingresar los porcentajes en decimal y velocidad promedio estimada en Km/h, para los diferentes cuatro carriles de estudio.

Figura 9 Ingreso de porcentajes de los vehículos

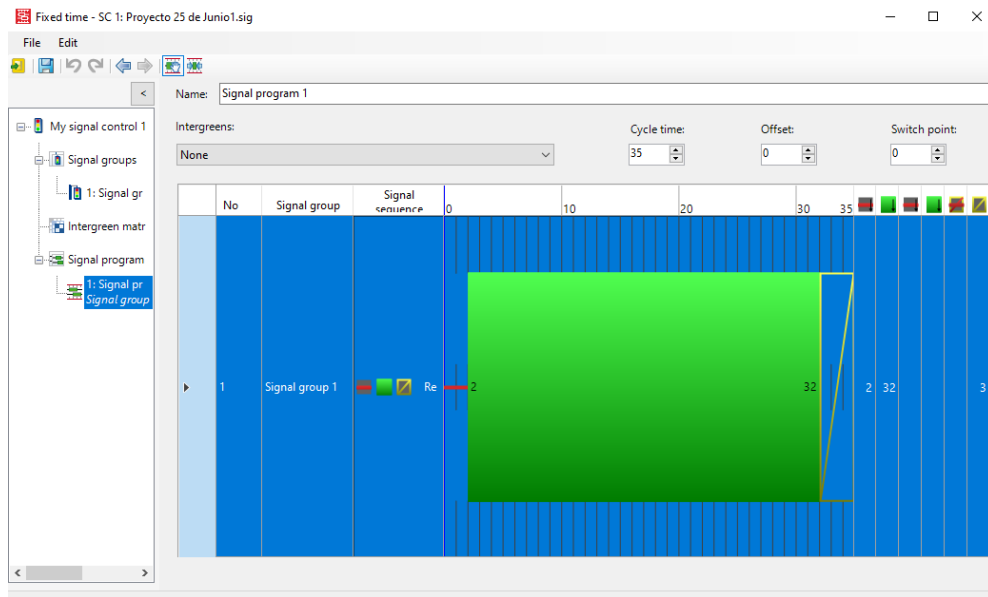
Count	No	Name
1	1	Carril 1
2	5	Carril 2
3	6	Carril 3
4	7	Carril 4

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	630: Moto	90: 90 km/h	0.200
2	640: Auto	90: 90 km/h	0.260
3	650: Jeep	90: 90 km/h	0.140
4	660: Camioneta	90: 90 km/h	0.120
5	670: Buseta	90: 90 km/h	0.020

Fuente: PTV Vissim 2020

Después se procedió a introducir la señal del semáforo ubicado en la vía con un ciclo de 35 segundos, como se muestra en la figura.

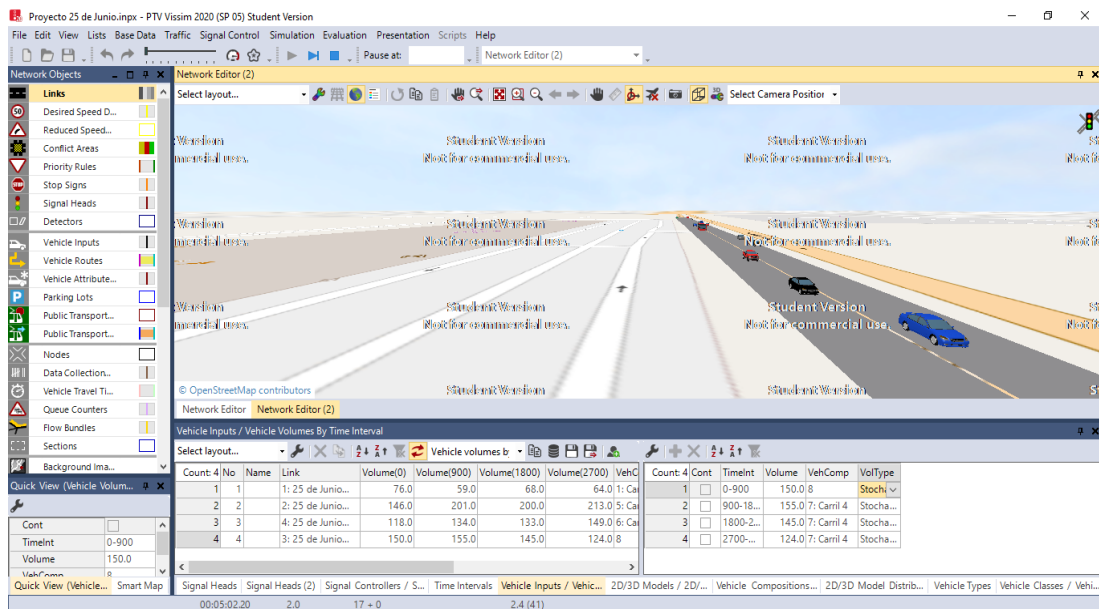
Figura 10 Ingreso de la señal del semáforo



Fuente: PTV Vissim 2020

Por último, se realizó la modelación vehicular para obtener los valores de nivel servicio, que dan como categoría A para los cuatro carriles de estudio.

Figura 11 Modelado del tráfico vehicular

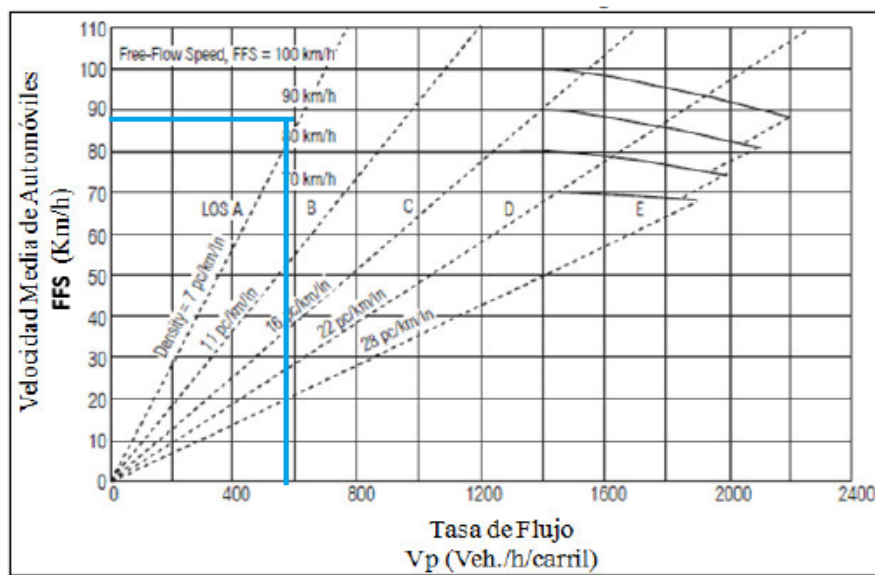


Fuente: PTV Vissim 2020

3. RESULTADOS

Luego de aplicar la metodología del HCM 2000, se obtuvieron los siguientes resultados: una tasa de flujo V_p con un valor de 596 veh/h/carril y con presencia de una velocidad para el flujo libre FFS con valor de 88.53 Km/h. Con la intersección de estos dos valores como se muestra en la siguiente figura, dá como resultado, un nivel de servicio de categoría A, lo cual demuestra que es un flujo óptimo.

Figura 12 Resultado del nivel de servicio



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 [14]

En correlación con los resultados obtenidos por medio del programa PTV Vissim se comprueba que el nivel de servicio es de categoría A. Por medio de la siguiente gráfica se presenta el nivel de servicio (LOS).

Figura 13 Resultados del programa.

Count...	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenM...	Vehs...	Pers(All)	LOS(All)	LOSv...	VehD...	PersDel...	StopDe...	Stops(All)	EmissionsCO	EmissionsNOx	EmissionsVOC	FuelConsumption
1	9	0-900	1: Nudos - 1: 25 de J...	0.02	6.75	13	13	LOS_A	1	1.42	1.42	0.00	0.00	8.069	1.570	1.870	0.115
2	9	0-900	1: Nudos - 2: 25 de J...	0.00	0.00	23	23	LOS_A	1	0.28	0.28	0.00	0.00	13.913	2.707	3.225	0.199
3	9	0-900	1: Nudos - 3: 25 de J...	0.00	0.00	21	21	LOS_A	1	0.48	0.48	0.00	0.00	12.759	2.482	2.957	0.183
4	9	0-900	1: Nudos - 4: 25 de J...	0.00	0.00	20	20	LOS_A	1	0.44	0.44	0.00	0.00	12.256	2.385	2.840	0.175
5	9	0-900	1: Nudos	0.00	6.75	77	77	LOS_A	1	0.57	0.57	0.00	0.00	46.995	9.144	10.892	0.672

Fuente: PTV Vissim 2020

4. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos por medio del conteo de tráfico, se pudo verificar que el nivel de servicio basándose en el HCM 2000, en correlación con la utilización del programa PTV Vissim 2020, dió como resultado una categoría A, la cual indica que es un flujo libre y óptimo, además de que presenta buenas condiciones en el traslado vehicular de esta avenida.

Se estima que para el presente año exista un TPDA de 1829 autos, por lo que para el año 2040 aumentarán en un 119,03%. A su vez, los buses que en el presente año tienen un valor TPDA de 233 buses, se agrandarán para el año 2040 en un 99,14%. Los camiones C-2P que en el presente año tienen un valor TPDA de 203 camiones, por lo que para el año 2040 aumentarán en un 165,52%. En cambio, los camiones extrapesados como el tipo de C-6 que en el presente año poseen un valor TPDA de 15 camiones, crecerán para el año 2040 en un 166,67%.

Mediante el aforo que se realizó, se determinó que los días de mayor volumen vehicular se distribuyen de la siguiente manera para los carriles 1 y 2 el martes con 2299 y 6143 vehículos respectivamente, para el carril 3 el sábado con un valor de 3930 vehículos, y para el carril 4 el viernes con un valor de 4422 vehículos. Con una composición de tráfico vehicular donde los autos tienen un 36.27%, camionetas poseen un 23.20%, los jeep con un 19.12%, motos con un 8.49%, los buses poseen un 4.62%, los camiones pesados como los C-2P tienen un 4.03%, las busetas con un 2.36%, el camión C2-C3 con un 0.67%, el camión C-4 con un porcentaje de 0.67%, y por último están los camiones clasificados como C-5 y C-6 con valores de 0.28% y 0.30% respectivamente.

Se ha detectado que, en la vía de estudio existe poca presencia por parte del personal de agentes de tránsito. Además, presenta varios accidentes de tránsito producidos por el incumplimiento de las normas de vialidad, conducir bajo las influencias del alcohol, realizar maniobras irresponsables con el fin de avanzar más rápido, transitar en un estado de fatiga o sueño, el uso del celular mientras conducen, el no usar el cinturón de seguridad, conductores que se cruzan la vía cuando el semáforo está en rojo, etc.

5. RECOMENDACIONES

Debido a factores como, fallas mecánicas, imprudencias del conductor o por cuestiones del destino, se producen muchos accidentes de tránsito, por ello para reducir las probabilidades de ser parte de un accidente como este, se debe adquirir buenas costumbres de seguridad vial, evitar el uso de teléfonos o dispositivos electrónicos que afecten su concentración al momento de conducir y sobre todo respetar las señales de tránsito.

El trasladarse a pie en cuanto sea posible, la utilización de bicicletas, inclusive el trasladarse por medio de las nuevas motos eléctricas, son consideraciones que se deben de implementar a la ciudadanía, ya que por medio de estas se reduce considerablemente el tráfico, disminuyendo así el consumo de combustible, ayuda a reducir los niveles acústicos producidos por vehículos y entre otros factores que ayudan a mejorar el medio ambiente.

La gente encargada de la construcción y planificación vial debe de tomar acciones para correlacionar datos reales obtenidos del tráfico, para que los futuros diseños sean operativos y sean cumplidos con normas vigentes. Medidas que se están implementando en las grandes ciudades, cuya necesidad es de mantener un tráfico fluido y rutas de evacuación óptimas para cualquier emergencia, por ello se basan en estudios de modelado vehicular, estos sistemas computacionales permiten conocer el volumen de tráfico, su flujo, velocidad, etc., además de que los peatones son la principal fuente de ingreso económico en los centros de las ciudades, por ello se los deben de incluir en los estudios del entorno vial.

Debe de haber apoyo de las autoridades del consejo nacional de tránsito para generar acciones de capacitación y socialización para un buen sistema de vialidad en la provincia, como las acciones que se están realizando en países del primer mundo principalmente en Europa en donde los usuarios van cambiando en pequeñas cifras su medio de transporte, sin embargo estas nuevas tecnologías son muy poco conocidas en países subdesarrollados inclusive las autoridades poco o nada muestran interés en su aplicación, es por esto que se debe de realizar la gestión necesaria y así evitar los congestionamientos que se van a presentar a futuro.

6. BIBLIOGRAFÍA




- [1] C. Gómez, J. Fontalvo, M. Aarón, and A. Gómez, “Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando ...: Discovery Service para Universidad ICESI,” *Febrero del 2019*, vol. 30, no. 1, p. 13, 2019.
- [2] E. H. Carro-Pérez and A. Ampudia-Rueda, “Conductas de riesgo al conducir un automóvil en zonas urbanas del sur de Tamaulipas y la Ciudad de México,” *CienciaUAT*, vol. 13, no. 2, p. 100, 2019.
- [3] P. Garcia-Aunon, J. J. Roldán, and A. Barrientos, “Monitoring traffic in future cities with aerial swarms: Developing and optimizing a behavior-based surveillance algorithm,” *Cogn. Syst. Res.*, vol. 54, pp. 273–286, 2019.
- [4] M. Balta and İ. Özçelik, “A 3-stage fuzzy-decision tree model for traffic signal optimization in urban city via a SDN based VANET architecture,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 104, pp. 142–158, 2020.
- [5] Y. Wang, Z. Yao, C. Wang, J. Ren, and Q. Chen, “The impact of intelligent transportation points system based on Elo rating on emergence of cooperation at Y intersection,” *Appl. Math. Comput.*, no. xxxx, p. 124923, 2019.
- [6] S. Gashaw, P. Goatin, and J. Härrı, “Modeling and analysis of mixed flow of cars and powered two wheelers,” *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 89, no. February, pp. 148–167, 2018.
- [7] M. A. Alattar and N. Z. Al-Mutairi, “International Journal of Crashworthiness Quantification of time and fuel losses due to daily traffic congestion in Kuwait,” 2019.
- [8] S. L. B. Cedeño¹, J. B. Garces¹, and I. J. C. Rizo¹, “Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método aashto 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos.” [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100059. [Accessed: 19-Jan-2020].
- [9] R. L. Bogo, L. M. Gramani, and E. Kaviski, “Modelagem computacional do tráfego de veículos pela teoria microscópica,” *Rev. Bras. Ensino Fis.*, vol. 37,

no. 1, 2015.

- [10] X. Lu, J. Kang, P. Zhu, J. Cai, F. Guo, and Y. Zhang, "Influence of urban road characteristics on traffic noise," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 75, no. September, pp. 136–155, 2019.
- [11] D. De Administración, V. Oficina, D. E. Diagnóstico, E. De Pavimentos, and Y. Puentes, "REPÚBLICA DE NICARAGUA MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DIVISIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN," 2018.
- [12] S. AlKheder and F. AlRukaibi, "Enhancing pedestrian safety, walkability and traffic flow with fuzzy logic," *Sci. Total Environ.*, vol. 701, p. 134454, 2020.
- [13] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola and J. Cárdenas Grisales, *Ingeniería de tránsito : fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega, 2007.
- [14] M. Wachs *et al.*, "HIGHWAY CAPACITY MANUAL," 2000.
- [15] L. N. N. Do, H. L. Vu, B. Q. Vo, Z. Liu, and D. Phung, "An effective spatial-temporal attention based neural network for traffic flow prediction," *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 108, no. February, pp. 12–28, 2019.
- [16] MTOP, "Normas de Diseño Geometrico de Carreteras," *Mtop*, vol. 2, pp. 1–475, 2003.




ANEXOS

ANEXO A. Aforo vehicular en el carril 1 con el día y la hora de mayor demanda vehicular

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
AFORO DE TRÁFICO EN LA VÍA 25 DE JUNIO (PASEO SHOPPING)		
Aforador: José Ramírez	Nº de Carril: 1	UBICACIÓN: 
Tutor: Ing. Wilmer Zambrano		
Fecha: 07-01-2020		




HORA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6	OTROS	SUB TOTAL
7:00-7:15	11	19	9	6	2	13	4	0	0	0	0	0	64
7:15-7:30	7	15	5	7	1	12	5	0	0	1	0	0	53
7:30-7:45	5	16	4	5	1	9	2	0	0	0	0	0	42
7:45-8:00	6	19	6	5	0	12	3	0	0	0	0	0	51
8:00-8:15	11	24	11	9	0	15	5	0	0	0	1	0	76
8:15-8:30	12	21	6	6	1	9	4	0	0	0	0	0	59
8:30-8:45	14	16	9	5	2	16	6	0	0	0	0	0	68
8:45-9:00	10	17	12	8	0	12	4	0	0	0	1	0	64
9:00-9:15	8	16	9	8	2	13	3	0	0	0	0	0	59
9:15-9:30	9	18	13	6	2	11	3	0	0	0	0	0	62
9:30-9:45	12	13	11	10	0	16	4	0	0	0	0	0	66
9:45-10:00	12	18	12	12	1	17	2	0	0	0	0	0	74
10:00-10:15	8	14	13	11	2	12	1	0	0	0	0	0	61
10:15-10:30	8	16	10	9	3	11	1	0	0	0	0	0	58
10:30-10:45	7	17	8	8	2	9	2	1	0	0	0	0	54
10:45-11:00	10	10	12	9	1	13	1	1	0	0	0	0	57
11:00-11:15	9	16	9	5	2	8	1	0	0	0	0	0	50
11:15-11:30	4	18	7	7	2	10	0	0	0	0	0	0	48
11:30-11:45	7	14	4	4	1	11	1	0	0	0	0	0	42
11:45-12:00	8	15	9	9	1	9	1	0	0	0	0	0	52
14:00-14:15	8	18	10	7	3	12	2	0	0	0	0	0	60
14:15-14:30	11	17	6	7	2	11	1	0	0	0	0	0	55
14:30-14:45	5	13	4	9	3	9	1	0	0	0	0	0	44
14:45-15:00	8	10	12	11	3	9	1	0	0	0	0	0	54
15:00-15:15	11	16	9	10	1	6	0	0	0	0	0	0	53
15:15-15:30	4	15	5	6	1	7	1	0	1	0	0	0	40
15:30-15:45	9	10	4	5	2	8	0	0	0	0	0	0	38
15:45-16:00	6	14	7	10	0	8	2	0	0	0	0	0	47
16:00-16:15	8	18	11	13	2	8	0	0	1	0	0	0	61
16:15-16:30	11	14	9	10	1	9	0	0	0	0	0	0	54
16:30-16:45	15	12	8	11	2	9	2	0	0	0	0	0	59
16:45-17:00	10	18	6	8	2	8	1	0	0	0	0	0	53
17:00-17:15	12	21	9	9	1	11	3	0	0	0	0	0	66
17:15-17:30	11	20	13	6	2	8	2	0	0	0	0	0	62
17:30-17:45	7	13	8	7	2	8	1	0	0	1	0	0	47
17:45-18:00	9	14	10	13	1	15	2	0	0	0	0	0	64

ANEXO B. Aforo vehicular en el carril 2 con el día y la hora de mayor demanda vehicular

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
AFORO DE TRÁFICO EN LA VÍA 25 DE JUNIO (PASEO SHOPPING)			
Aforador: Ricardo Carpio		Nº de Carril: 2	UBICACIÓN: 
Tutor: Ing. Wilmer Zambrano			
Fecha: 07-01-2020			




HORA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6	OTROS	SUB TOTAL
7:00-7:15	17	62	34	36	4	4	13	3	2	1	3	0	179
7:15-7:30	11	55	32	28	2	1	7	1	0	2	1	0	140
7:30-7:45	7	60	24	25	2	2	11	2	2	1	2	0	138
7:45-8:00	9	48	28	31	5	3	8	0	1	0	0	0	133
8:00-8:15	10	55	31	33	3	4	9	2	1	2	3	0	153
8:15-8:30	8	52	30	28	4	2	8	2	2	1	1	0	138
8:30-8:45	7	50	22	19	2	0	7	2	2	1	0	0	112
8:45-9:00	13	62	28	21	2	5	9	3	4	1	0	0	148
9:00-9:15	14	57	24	24	2	7	8	4	2	0	0	0	142
9:15-9:30	8	52	18	26	1	3	8	2	4	1	0	0	123
9:30-9:45	6	47	17	18	3	5	12	1	2	1	2	0	114
9:45-10:00	7	50	23	26	3	5	11	2	3	0	0	0	130
10:00-10:15	13	53	22	26	4	8	6	1	5	1	2	0	141
10:15-10:30	14	66	27	27	3	11	8	0	2	0	0	0	158
10:30-10:45	20	62	30	38	2	13	9	2	3	1	0	0	180
10:45-11:00	14	75	25	33	6	15	9	1	2	1	2	0	183
11:00-11:15	12	56	18	36	3	16	8	0	0	2	0	0	151
11:15-11:30	11	45	28	30	3	9	7	0	3	1	2	0	139
11:30-11:45	13	39	16	40	4	9	5	1	4	0	1	0	132
11:45-12:00	12	50	31	35	4	12	5	1	1	2	0	0	153
14:00-14:15	11	57	26	33	5	7	2	0	0	0	0	0	141
14:15-14:30	13	48	22	28	5	7	3	3	0	1	2	0	132
14:30-14:45	15	33	34	24	6	3	4	1	1	1	0	0	122
14:45-15:00	8	35	27	26	4	3	2	0	1	1	1	0	108
15:00-15:15	14	65	33	26	6	4	7	1	0	0	0	0	156
15:15-15:30	12	78	37	41	8	9	6	2	2	0	1	0	196
15:30-15:45	15	72	33	37	5	15	5	0	2	0	1	0	185
15:45-16:00	15	90	45	44	5	12	6	1	2	0	0	0	220
16:00-16:15	16	78	28	45	5	3	4	2	3	0	3	0	187
16:15-16:30	8	62	31	33	3	4	7	2	1	1	0	0	152
16:30-16:45	14	44	24	27	2	8	5	0	4	1	1	0	130
16:45-17:00	7	41	18	40	4	9	5	2	2	2	0	0	130
17:00-17:15	15	52	21	34	6	11	7	0	0	0	3	0	149
17:15-17:30	17	48	17	31	6	12	5	1	0	1	0	0	138
17:30-17:45	12	66	25	22	4	8	5	2	2	1	1	0	148
17:45-18:00	18	74	30	20	3	10	2	0	1	2	1	0	161

ANEXO C. Aforo vehicular en el carril 3 con el día y la hora de mayor demanda vehicular

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
AFORO DE TRÁFICO EN LA VÍA 25 DE JUNIO (PASEO SHOPPING)		
Aforador: María Jaramillo	Nº de Carril: 3	UBICACIÓN: 
Tutor: Ing. Wilmer Zambrano		
Fecha: 04-01-2020		

HORA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6	OTROS	SUB TOTAL
7:00-7:15	3	28	16	15	0	0	4	0	0	0	0	0	66
7:15-7:30	2	32	18	16	1	0	5	1	0	0	0	0	75
7:30-7:45	2	36	14	20	0	1	2	1	1	0	0	0	77
7:45-8:00	1	42	12	23	1	0	3	0	1	0	1	0	84
8:00-8:15	3	41	17	25	1	1	2	1	0	0	0	0	91
8:15-8:30	3	32	16	18	2	1	1	2	1	0	0	0	76
8:30-8:45	2	30	15	21	0	2	3	0	2	0	2	0	77
8:45-9:00	2	24	18	20	1	0	4	1	0	0	1	0	71
9:00-9:15	3	31	15	17	0	2	6	2	1	1	0	0	78
9:15-9:30	3	23	14	14	1	1	4	1	0	0	0	0	61
9:30-9:45	2	25	10	15	2	0	5	0	0	1	0	0	60
9:45-10:00	2	27	6	20	0	1	6	1	1	1	0	0	65
10:00-10:15	4	36	8	23	2	1	5	0	0	0	0	0	79
10:15-10:30	2	39	12	27	1	0	6	0	0	0	0	0	87
10:30-10:45	2	34	16	25	2	2	3	1	0	0	0	0	85
10:45-11:00	3	44	13	20	2	2	5	0	0	0	0	0	89
11:00-11:15	3	41	16	24	1	0	7	1	0	0	0	0	93
11:15-11:30	2	35	20	29	2	1	4	0	0	0	0	0	93
11:30-11:45	1	22	24	26	1	0	5	1	1	0	0	0	81
11:45-12:00	3	28	23	33	1	0	9	0	0	0	0	0	97
14:00-14:15	6	32	26	36	5	0	7	4	2	0	0	0	118
14:15-14:30	6	41	27	42	4	0	9	3	1	0	1	0	134
14:30-14:45	5	53	22	38	6	0	5	2	1	0	1	0	133
14:45-15:00	5	60	23	46	3	1	8	2	1	0	0	0	149
15:00-15:15	6	63	25	38	4	1	2	2	1	0	0	0	142
15:15-15:30	3	41	20	33	3	3	4	3	0	0	0	0	110
15:30-15:45	4	45	16	21	2	2	3	2	1	1	0	0	97
15:45-16:00	2	34	24	22	3	1	2	2	0	0	0	0	90
16:00-16:15	3	30	23	25	2	0	3	2	0	1	0	0	89
16:15-16:30	3	39	19	22	2	1	2	1	2	0	0	0	91
16:30-16:45	2	41	17	23	3	2	4	1	1	1	1	0	96
16:45-17:00	2	45	18	32	2	0	7	1	0	0	0	0	107
17:00-17:15	3	53	23	38	5	1	6	0	2	0	0	0	131
17:15-17:30	5	44	17	36	3	2	6	3	4	0	1	0	121
17:30-17:45	5	45	20	24	3	0	3	2	2	0	0	0	104
17:45-18:00	3	32	22	23	3	1	2	3	1	0	1	0	91

ANEXO D. Aforo vehicular en el carril 4 con el día y la hora de mayor demanda vehicular

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
AFORO DE TRÁFICO EN LA VÍA 25 DE JUNIO (PASEO SHOPPING)			
Aforador: Alexandra Solís		Nº de Carril: 4	UBICACIÓN: 
Tutor: Ing. Wilmer Zambrano			
Fecha: 03-01-2020			

HORA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6	OTROS	SUB TOTAL
7:00-7:15	8	25	16	20	2	0	2	0	0	0	0	0	73
7:15-7:30	7	30	16	28	3	0	1	0	0	0	0	0	85
7:30-7:45	10	35	14	32	4	0	2	0	0	1	0	0	98
7:45-8:00	11	32	15	34	1	0	4	0	0	0	0	0	97
8:00-8:15	7	33	12	23	3	0	3	0	0	1	0	0	82
8:15-8:30	7	20	10	24	2	0	4	0	0	2	0	0	69
8:30-8:45	6	25	16	25	2	1	2	0	1	0	0	0	78
8:45-9:00	10	34	18	34	0	0	5	0	0	0	0	0	101
9:00-9:15	10	25	16	27	2	0	4	0	0	0	1	0	85
9:15-9:30	8	33	20	31	2	0	2	0	0	0	0	0	96
9:30-9:45	11	36	22	32	3	1	5	0	0	0	1	0	111
9:45-10:00	13	38	19	26	2	1	2	0	0	0	0	0	101
10:00-10:15	11	38	19	28	2	0	3	0	0	0	0	0	101
10:15-10:30	10	44	26	25	0	0	2	0	0	0	0	0	107
10:30-10:45	14	45	30	27	2	0	4	0	0	0	0	0	122
10:45-11:00	15	50	29	30	2	0	3	0	0	0	0	0	129
11:00-11:15	11	35	21	36	1	0	2	1	0	0	0	0	107
11:15-11:30	8	27	20	25	2	0	3	0	0	0	0	0	85
11:30-11:45	13	38	17	33	1	0	4	0	0	0	0	0	106
11:45-12:00	12	43	23	28	2	0	3	0	0	0	0	0	111
14:00-14:15	12	39	26	28	8	0	3	0	0	0	0	0	116
14:15-14:30	13	42	25	22	2	0	4	1	0	0	0	0	109
14:30-14:45	12	38	25	26	2	0	5	0	0	0	0	0	108
14:45-15:00	10	50	32	30	1	0	4	0	0	0	0	0	127
15:00-15:15	13	36	36	39	3	0	2	0	0	0	0	0	129
15:15-15:30	15	38	30	31	2	0	3	0	0	0	0	0	119
15:30-15:45	17	35	31	30	4	0	4	0	0	0	0	0	121
15:45-16:00	12	47	27	26	1	0	2	0	1	0	0	0	116
16:00-16:15	12	45	36	32	3	0	3	0	0	0	0	0	131
16:15-16:30	8	39	29	35	2	0	4	0	0	0	0	0	117
16:30-16:45	9	47	35	27	4	0	2	0	0	0	0	0	124
16:45-17:00	11	48	25	39	2	0	4	0	0	0	0	0	129
17:00-17:15	8	40	46	47	2	0	2	0	0	0	0	0	145
17:15-17:30	6	33	41	38	2	0	3	0	0	0	0	0	123
17:30-17:45	7	45	33	31	1	0	2	0	0	0	0	0	119
17:45-18:00	6	34	28	30	1	0	3	0	0	0	0	0	102

ANEXO E. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 1

HORA	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	SUB TOTAL
7-8	222	174	119	220	210	148	189	1282
8-9	186	151	115	190	267	186	159	1254
9-10	222	197	153	185	261	214	201	1433
10-11	212	111	184	153	230	191	166	1247
11-12	180	170	231	184	192	153	162	1272
14-15	223	188	30	161	213	199	186	1200
15-16	203	116	151	171	178	214	155	1188
16-17	169	171	203	163	227	204	161	1298
17-18	216	89	187	142	239	229	140	1242
SUB TOTAL	1833	1367	1373	1569	2017	1738	1519	11416
PORCENTAJE	16.06%	11.97%	12.03%	13.74%	17.67%	15.22%	13.31%	100.00%

ANEXO F. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 2

HORA	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	SUB TOTAL
7-8	373	383	193	554	590	439	452	2984
8-9	391	345	233	506	551	437	446	2909
9-10	462	442	370	654	509	439	470	3346
10-11	549	549	429	651	662	508	492	3840
11-12	406	516	469	589	575	500	545	3600
14-15	588	576	535	628	503	745	575	4150
15-16	593	399	555	589	757	600	426	3919
16-17	573	760	397	634	599	611	490	4064
17-18	656	491	458	520	596	640	607	3968
SUB TOTAL	4591	4461	3639	5325	5342	4919	4503	32780
PORCENTAJE	14.01%	13.61%	11.10%	16.24%	16.30%	15.01%	13.74%	100.00%

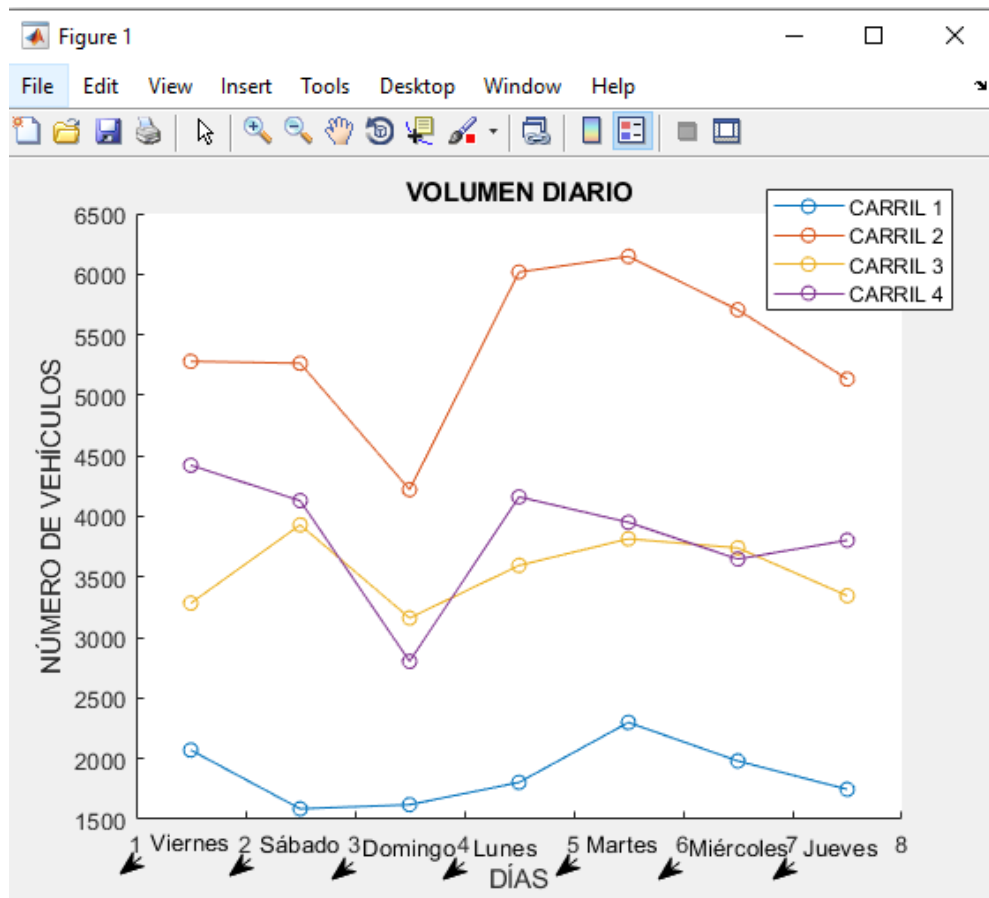
ANEXO G. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 3

HORA	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	SUB TOTAL
7-8	312	302	147	297	347	309	344	2058
8-9	265	315	176	290	352	313	393	2104
9-10	306	264	163	255	310	353	316	1967
10-11	240	340	468	288	279	422	335	2372
11-12	195	364	287	332	370	272	308	2128
14-15	370	534	353	459	267	261	251	2495
15-16	399	439	401	316	363	333	280	2531
16-17	409	383	352	486	502	424	349	2905
17-18	360	447	332	350	499	510	358	2856
SUB TOTAL	2856	3388	2679	3073	3289	3197	2934	21416
PORCENTAJE	13.34%	15.82%	12.51%	14.35%	15.36%	14.93%	13.70%	100.00%

ANEXO H. Volumen horario y diario de tránsito en el carril 4

HORA	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	SUB TOTAL
7-8	353	301	136	337	374	291	351	2143
8-9	330	273	137	351	384	301	354	2130
9-10	393	343	194	397	419	386	375	2507
10-11	459	305	256	255	478	459	329	2541
11-12	409	461	299	505	483	374	358	2889
14-15	460	574	382	486	248	188	461	2799
15-16	485	379	362	522	362	391	414	2915
16-17	501	526	312	385	299	401	371	2795
17-18	489	368	318	380	389	381	294	2619
SUB TOTAL	3879	3530	2396	3618	3436	3172	3307	23338
PORCENTAJE	16.62%	15.13%	10.27%	15.50%	14.72%	13.59%	14.17%	100.00%

ANEXO I. Volumen diario de los cuatro carriles de la vía



Código Script en Matlab:

```
hold on; vd1=xlsread('AFORO.xlsx','D132:D138');  
num2=xlsread('AFORO.xlsx','M4:M10'); plot (num2, vd1,'-o'); title ('VOLUMEN  
DIARIO'); vd2=xlsread('AFORO.xlsx','D142:D148'); plot (num2, vd2,'-o');  
vd3=xlsread('AFORO.xlsx','D152:D158'); plot (num2, vd3,'-o')  
vd4=xlsread('AFORO.xlsx','D162:D168'); plot (num2, vd4,'-o'); legend ('CARRIL  
1','CARRIL 2','CARRIL 3','CARRIL 4'); xlabel ('DÍAS'); ylabel ('NÚMERO DE  
VEHÍCULOS')
```

La gráfica indica que los días de mayor volumen vehicular se distribuyen de la siguiente manera para los carriles 1 y 2 el martes, con valores de 2299 y 6147 vehículos respectivamente, para el carril 3 el sábado, con un valor de 3930 vehículos, y para el carril 4 el viernes con un valor de 4415 vehículos.

ANEXO J. Volúmenes y factores horarios en el carril 1

NOMBRE	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
SUB TOTAL	1833	1367	1373	1569	2017	1738	1519
VHMD	223	197	231	220	267	229	201
qmax	62	53	62	72	76	59	60
N	4	4	4	4	4	4	4
FHMD	0.899	0.929	0.931	0.764	0.878	0.97	0.838
FH	0.13	0.16	0.18	0.15	0.14	0.14	0.15

$$FHMD = \frac{223}{4(62)} = 0.899 \quad FH = \frac{223+23}{1833} = 0.13$$

ANEXO K. Volúmenes y factores horarios en el carril 2

SUB TOTAL	4591	4461	3639	5325	5342	4919	4503
VHMD	656	760	555	654	757	745	607
qmax	177	213	148	175	220	188	166
N	4	4	4	4	4	4	4
FHMD	0.927	0.892	0.938	0.934	0.86	0.991	0.914
FH	0.15	0.18	0.16	0.13	0.15	0.16	0.14

$$FHMD = \frac{656}{4(177)} = 0.927 \quad FH = \frac{656+23}{4591} = 0.15$$

ANEXO L. Volúmenes y factores horarios en el carril 3

NOMBRE	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
SUB TOTAL	2856	3388	2679	3073	3289	3197	2934
VHMD	409	534	468	486	502	510	393
qmax	120	149	159	132	152	139	106
N	4	4	4	4	4	4	4
FHMD	0.852	0.896	0.736	0.92	0.826	0.917	0.927
FH	0.15	0.16	0.18	0.17	0.16	0.17	0.14

$$FHMD = \frac{409}{4(120)} = 0.852 \quad FH = \frac{409+23}{2856} = 0.15$$

ANEXO M. Volúmenes y factores horarios en el carril 4

NOMBRE	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
SUB TOTAL	3879	3530	2396	3618	3436	3172	3307
VHMD	501	574	382	522	483	459	461
qmax	131	155	96	139	129	121	118
N	4	4	4	4	4	4	4
FHMD	0.956	0.926	0.995	0.939	0.936	0.948	0.977
FH	0.14	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15

$$FHMD = \frac{501}{4(131)} = 0.956 \quad FH = \frac{501+23}{3879} = 0.14$$

ANEXO N. Volumen del tráfico semanal del carril 1

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
VIERNES	375	610	166	237	30	368	41	0	4	1	1
SABADO	345	190	363	122	21	288	29	4	2	1	2
DOMINGO	315	318	130	146	49	387	23	1	3	1	0
LUNES	230	444	149	286	57	347	50	0	1	3	2
MARTES	323	575	310	291	54	384	72	2	2	2	2
MIÉRCOLES	324	501	240	199	35	369	51	5	7	4	3
JUEVES	335	329	272	127	35	348	59	4	5	2	3
SUB TOTAL	2247	2967	1630	1408	281	2491	325	16	24	14	13
PORCENTAJE	19.68%	25.99%	14.28%	12.33%	2.46%	21.82%	2.85%	0.14%	0.21%	0.12%	0.11%
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TS	2584	3412	1875	1619	323	2865	374	18	28	16	15

$$TS = 2247 * (1 + 0.15) = 2584$$

ANEXO O. Volumen del tráfico semanal del carril 2

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
VIERNES	346	1809	747	1021	100	213	207	64	36	21	27
SÁBADO	423	1853	744	830	67	282	166	42	25	14	15
DOMINGO	345	1552	676	626	88	295	31	11	5	3	7
LUNES	499	2086	986	1032	130	222	208	59	68	18	17
MARTES	436	2039	959	1091	139	259	243	47	66	30	33
MIÉRCOLES	346	1845	870	1040	115	273	247	62	63	33	25
JUEVES	322	1776	763	923	110	249	239	39	43	23	16
SUB TOTAL	2717	12960	5745	6563	749	1793	1341	324	306	142	140
PORCENTAJE	8.29%	39.54%	17.53%	20.02%	2.28%	5.47%	4.09%	0.99%	0.93%	0.43%	0.43%
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TS	3125	14904	6607	7547	861	2062	1542	373	352	163	161

$$TS = 2717 * (1 + 0.15) = 3125$$

ANEXO P. Volumen del tráfico semanal del carril 3

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
VIERNES	134	1025	635	700	87	29	144	58	17	23	4
SÁBADO	111	1348	645	930	74	30	162	46	27	6	9
DOMINGO	171	1161	651	463	87	49	60	26	2	3	6
LUNES	74	1322	618	634	87	31	199	54	13	24	17
MARTES	75	1286	772	769	103	25	150	69	19	14	7
MIÉRCOLES	279	967	649	799	109	40	261	53	28	6	6
JUEVES	154	901	606	816	98	42	185	44	48	19	21
SUB TOTAL	998	8010	4576	5111	645	246	1161	350	154	95	70
PORCENTAJE	4.66%	37.40%	21.37%	23.87%	3.01%	1.15%	5.42%	1.63%	0.72%	0.44%	0.33%
FH Promedio	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
TS	1158	9292	5308	5929	748	285	1347	406	179	110	81

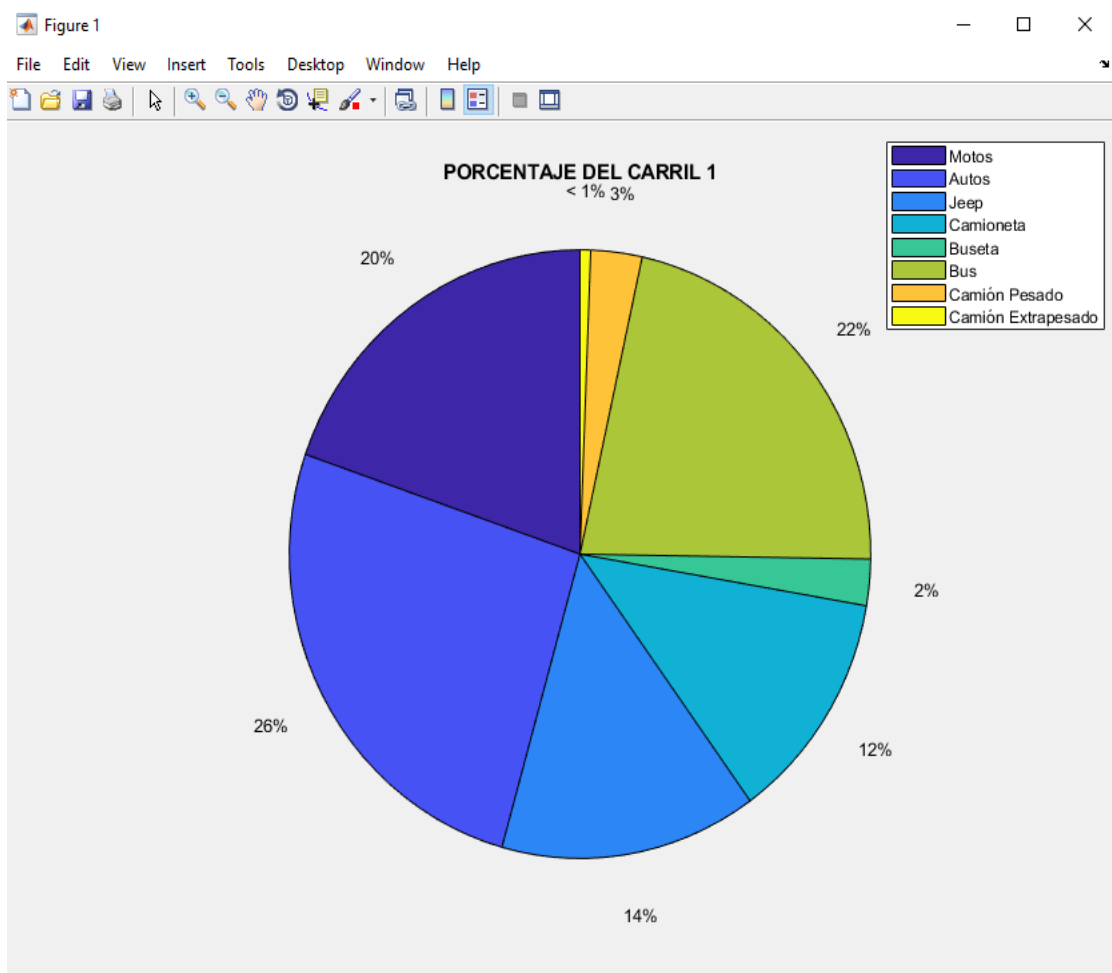
$$TS = 998 * (1 + 0.16) = 1158$$

ANEXO Q. Volumen del tráfico semanal del carril 4

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
VIERNES	373	1342	884	1079	78	3	110	2	2	4	2
SÁBADO	405	1351	851	846	56	1	10	5	3	2	0
DOMINGO	292	909	574	531	63	14	11	0	2	0	0
LUNES	442	1266	762	953	99	2	83	0	11	0	0
MARTES	379	1191	784	893	84	3	90	2	8	1	1
MIÉRCOLES	322	1107	756	797	88	7	83	2	7	2	1
JUEVES	277	1166	846	818	81	6	93	8	9	1	2
SUB TOTAL	2490	8332	5457	5917	549	36	480	19	42	10	6
PORCENTAJE	10.67%	35.70%	23.38%	25.35%	2.35%	0.15%	2.06%	0.08%	0.18%	0.04%	0.03%
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TS	2864	9582	6276	6805	631	41	552	22	48	12	7

$$TS = 2484 * (1 + 0.15) = 2857$$

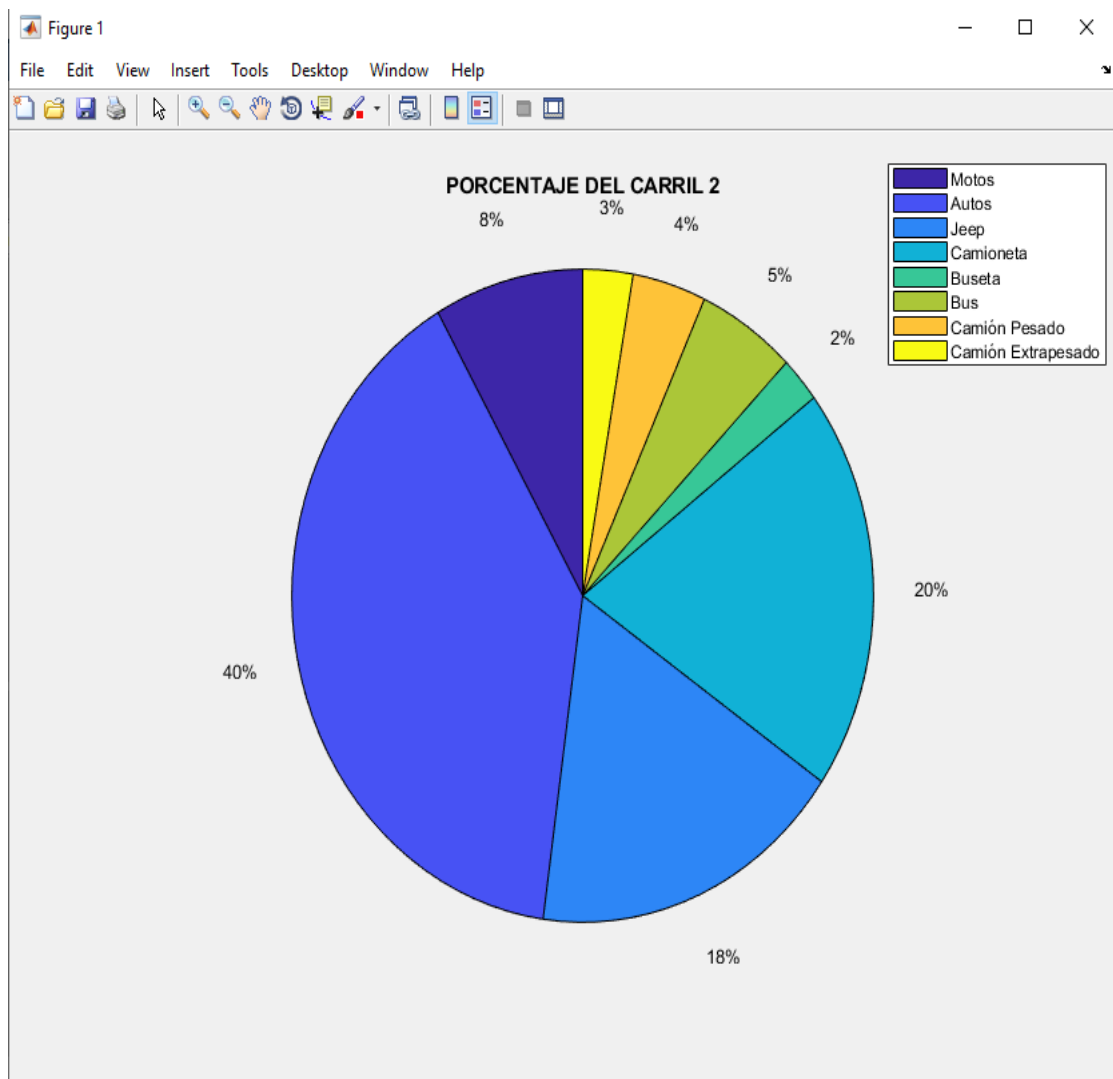
ANEXO R. Porcentaje de la composición vehicular del carril 1



Código Script en Matlab:

```
pv1=xlsread('AFORO.xlsx','C85:J85'); pie(pv1); title ('PORCENTAJE DEL CARRIL 1') legend ('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Busetas','Bus','Camión Pesado','Camión Extrapesado')
```

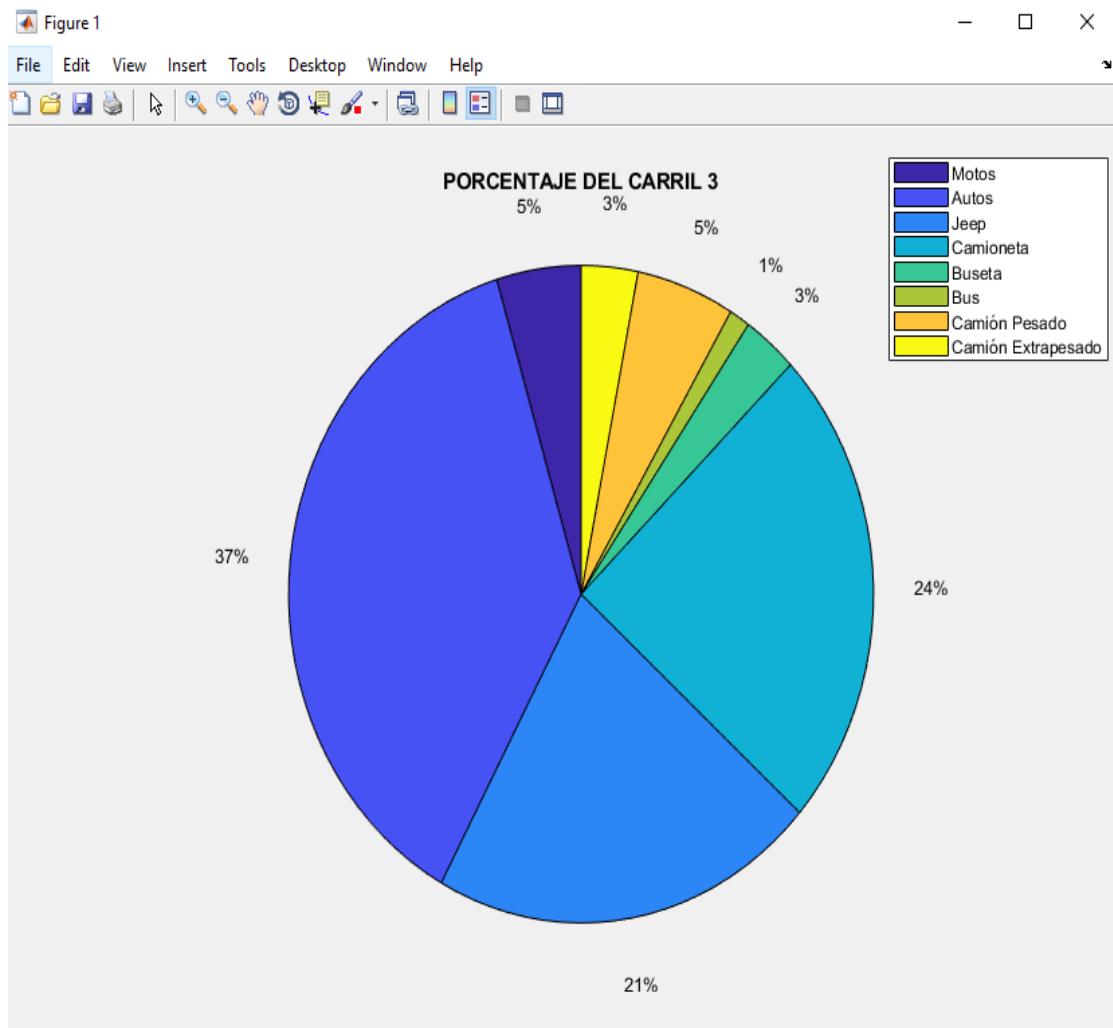
ANEXO S. Porcentaje de la composición vehicular del carril 2



Código Script en Matlab:

```
pv2=xlsread('AFORO.xlsx','C86:J86'); pie(pv2); title ('PORCENTAJE DEL CARRIL 2') legend ('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Buseta','Bus', 'Camión Pesado','Camión Extrapesado')
```

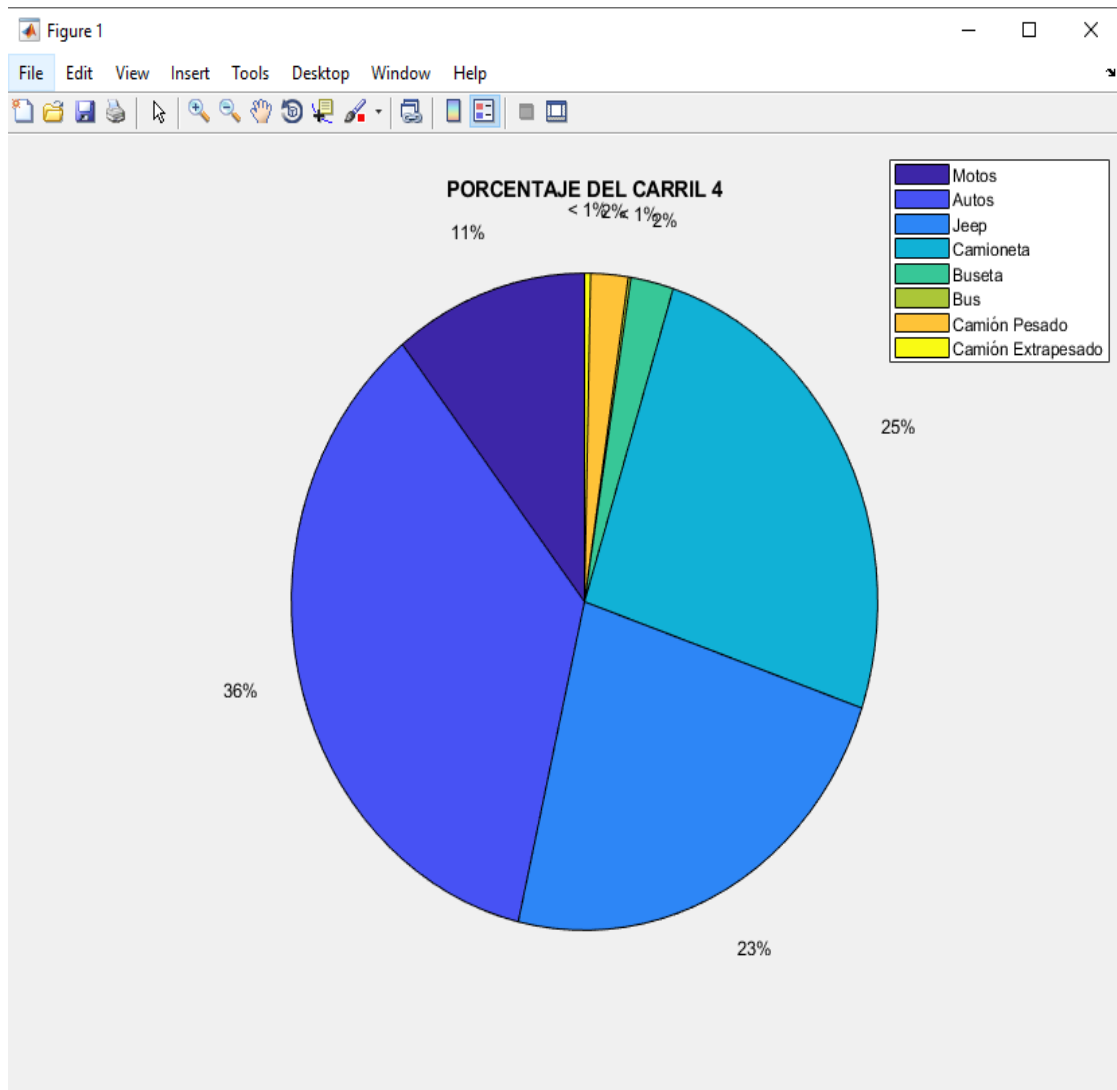

ANEXO T. Porcentaje de la composición vehicular del carril 3



Código Script en Matlab:

```
pv3=xlsread('AFORO.xlsx','C87:J87'); pie(pv3); title ('PORCENTAJE DEL CARRIL 3') legend ('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Buseta','Bus', 'Camión Pesado','Camión Extrapesado')
```

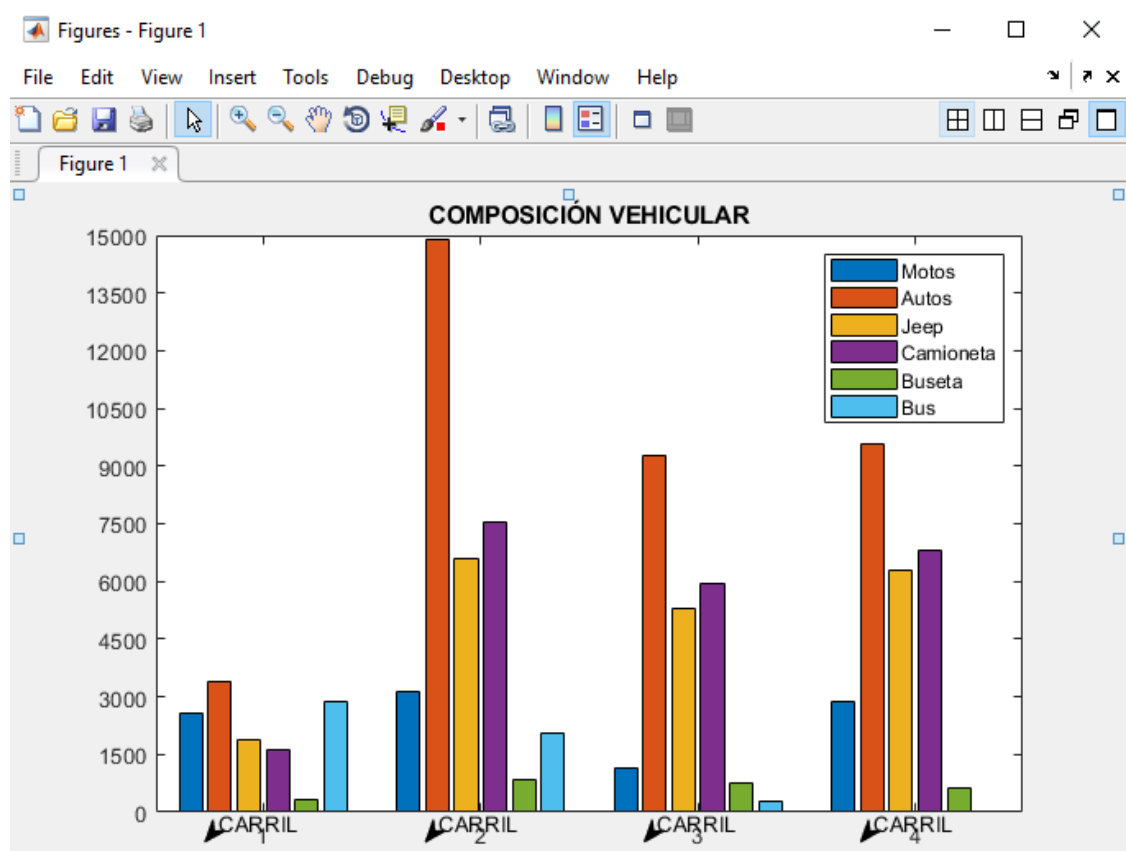
ANEXO U. Porcentaje de la composición vehicular del carril 4



Código Script en Matlab:

```
pv4=xlswread('AFORO.xlsx','C88:J88'); pie(pv4); title ('PORCENTAJE DEL CARRIL 4') legend ('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Buseta','Bus', 'Camión Pesado','Camión Extrapesado')
```

ANEXO V. Volumen semanal de la composición vehicular de los cuatro carriles de la vía

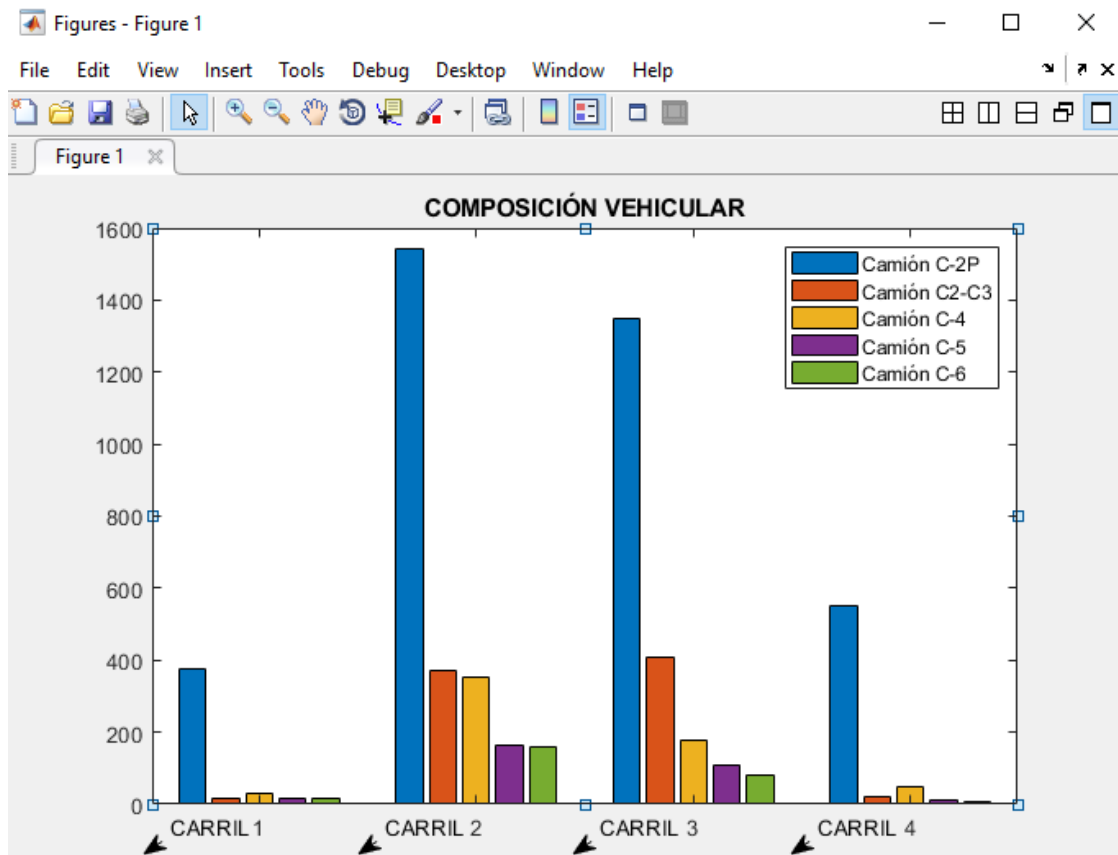


Código Script en Matlab:

```
cv1=xlsread('AFORO.xlsx','C80:H83'); bar(cv1,'grouped');  
legend('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Busetas','Bus'); title ('COMPOSICIÓN  
VEHICULAR')
```

La gráfica indica que los autos representan el mayor volumen en la semana de aforo siendo para el carril 1 un valor de 3412 autos, para el carril 2 con un total de 14904 autos, para el carril 3 con un valor de 9292 autos y para el carril 4 con un total de 9582 autos.

ANEXO W. Volumen semanal de la composición vehicular de camiones de los cuatro carriles de la vía



Código Script en Matlab:

```
cv1=xlsread('AFORO.xlsx','I80:M83'); bar(cv1,'grouped') legend('Camión C-2P','Camión C2-C3','Camión C-4','Camión C-5','Camión C-6') title('COMPOSICIÓN VEHICULAR')
```

La gráfica indica que los camiones clasificados como C-2P, representan el mayor volumen en la semana de aforo siendo para el carril 1 un valor de 374 camiones, para el carril 2 con un total de 1542 camiones, para el carril 3 con un valor de 1347 camiones y para el carril 4 con un total de 552 camiones.

ANEXO X. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 1

DÍA	SUB TOTAL	TRÁFICO TOTAL DIARIO (TTD)	TRÁFICO TOTAL SEMANAL	TPDS	# DÍAS EN EL AÑO	TRÁFICO ANUAL (Ta)	TRÁFICO TOTAL ANUAL	TPDA
VIERNES	1833	2071	13108	1873	52	107692	681616	1867
SABADO	1367	1586			52	82472		
DOMINGO	1373	1620			52	84240		
LUNES	1569	1804			52	93808		
MARTES	2017	2299			52	119548		
MIÉRCOLES	1738	1981			52	103012		
JUEVES	1519	1747			52	90844		

$$TTD = 1833 * (1 + 0.13) = 2071 \quad TPDS = \frac{13108}{7} = 1873$$

$$Ta = 2071 * 52 = 107692 \quad TPDA = \frac{681616}{365} = 1867$$

ANEXO Y. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 2

DÍA	SUB TOTAL	TRÁFICO TOTAL DIARIO (TTD)	TRÁFICO TOTAL SEMANAL	TPDS	# DÍAS EN EL AÑO	TRÁFICO ANUAL (Ta)	TRÁFICO TOTAL ANUAL	TPDA
VIERNES	4591	5280	37764	5395	52	274560	1963728	5380
SABADO	4461	5264			52	273728		
DOMINGO	3639	4221			52	219492		
LUNES	5325	6017			52	312884		
MARTES	5342	6143			52	319436		
MIÉRCOLES	4919	5706			52	296712		
JUEVES	4503	5133			52	266916		

$$TTD = 4591 * (1 + 0.15) = 5280 \quad TPDS = \frac{37764}{7} = 5395$$

$$Ta = 5280 * 52 = 274560 \quad TPDA = \frac{1963728}{365} = 5380$$

ANEXO Z. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 3

DÍA	SUB TOTAL	TRÁFICO TOTAL DIARIO (TTD)	TRÁFICO TOTAL SEMANAL	TPDS	# DÍAS EN EL AÑO	TRÁFICO ANUAL (Ta)	TRÁFICO TOTAL ANUAL	TPDA
VIERNES	2856	3284	24870	3553	52	170768	1293240	3543
SABADO	3388	3930			52	204360		
DOMINGO	2679	3161			52	164372		
LUNES	3073	3595			52	186940		
MARTES	3289	3815			52	198380		
MIÉRCOLES	3197	3740			52	194480		
JUEVES	2934	3345			52	173940		

$$TTD = 2856 * (1 + 0.15) = 3284$$

$$TPDS = \frac{24870}{7} = 3553$$

$$Ta = 3284 * 52 = 170768$$

$$TPDA = \frac{1293240}{365} = 3543$$

ANEXO AA. Cálculo del TPDS y del TPDA actual en el carril 4

DÍA	SUB TOTAL	TRÁFICO TOTAL DIARIO (TTD)	TRÁFICO TOTAL SEMANAL	TPDS	# DÍAS EN EL AÑO	TRÁFICO ANUAL (Ta)	TRÁFICO TOTAL ANUAL	TPDA
VIERNES	3879	4422	26918	3845	52	229944	1399736	3835
SABADO	3530	4130			52	214760		
DOMINGO	2396	2803			52	145756		
LUNES	3618	4161			52	216372		
MARTES	3436	3951			52	205452		
MIÉRCOLES	3172	3648			52	189696		
JUEVES	3307	3803			52	197756		

$$TTD = 3879 * (1 + 0.14) = 4422$$

$$TPDS = \frac{26918}{7} = 3845$$

$$Ta = 4422 * 52 = 229944$$

$$TPDA = \frac{1399736}{365} = 3835$$

ANEXO BB. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 1

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
MARTES	323	575	310	291	54	384	72	2	2	2	2
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TA	371	661	357	335	62	442	83	2	2	2	2
TPDA1	342	608	329	308	57	407	76	2	2	2	2

$$TA = 323 * (1 + 0.15) = 371$$

$$TPDA1 = \frac{371*7*4*12}{365} = 342$$

ANEXO CC. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 2

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
MARTES	436	2039	959	1091	139	259	243	47	66	30	33
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TA	501	2345	1103	1255	160	298	279	54	76	35	38
TPDA2	461	2159	1015	1155	147	274	257	50	70	32	35

$$TA = 436 * (1 + 0.15) = 501$$

$$TPDA2 = \frac{501*7*4*12}{365} = 461$$

ANEXO DD. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 3

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
SÁBADO	111	1348	645	930	74	30	162	46	27	6	9
FH Promedio	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
TA	129	1564	748	1079	86	35	188	53	31	7	10
TPDA3	119	1440	689	993	79	32	173	49	29	6	9

$$TA = 111 * (1 + 0.16) = 129 \quad TPDA3 = \frac{129 * 7 * 4 * 12}{365} = 119$$

ANEXO EE. Cálculo del TPDA del día de mayor tráfico del carril 4

DÍA	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
VIERNES	373	1342	884	1079	78	3	110	2	2	4	2
FH Promedio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
TA	429	1543	1017	1241	90	3	127	2	2	5	2
TPDA4	395	1420	936	1142	83	3	117	2	2	5	2

$$TA = 373 * (1 + 0.15) = 429 \quad TPDA4 = \frac{429 * 7 * 4 * 12}{365} = 395$$

ANEXO FF. Cálculo del promedio del TPDA de los cuatro carriles

VEHÍCULOS	TPDA1	TPDA2	TPDA3	TPDA4	PROMEDIO DEL TRÁFICO ACTUAL
MOTOS	342	461	119	395	329
AUTOS	608	2159	1440	1420	1407
JEEP	329	1015	689	936	742
CAMIONETA	308	1155	993	1142	900
BUSETA	57	147	79	83	92
BUS	407	274	32	3	179
CAMIÓN C-2P	76	257	173	117	156
CAMIÓN C2-C3	2	50	49	2	26
CAMIÓN C-4	2	70	29	2	26
CAMIÓN C-5	2	32	6	5	11
CAMIÓN C-6	2	35	9	2	12

ANEXO GG. Cálculo del tráfico actual en la vía

DESCRIPCIÓN	MOTOS	AUTOS	JEEP	CAMIONETA	BUSETA	BUS	CAMIÓN C-2P	CAMIÓN C2-C3	CAMIÓN C-4	CAMIÓN C-5	CAMIÓN C-6
TRÁFICO NORMAL	329	1407	742	900	92	179	156	26	26	11	12
TRÁFICO GENERADO	66	281	148	180	18	36	31	5	5	2	2
TRÁFICO DESVIADO	33	141	74	90	9	18	16	3	3	1	1
TRÁFICO ACTUAL	428	1829	964	1170	119	233	203	34	34	14	15

$$Tg = 329 * 0.2 = 66 \quad Td = 329 * 0.1 = 33 \quad Ta = 329 + 66 + 33 = 428$$

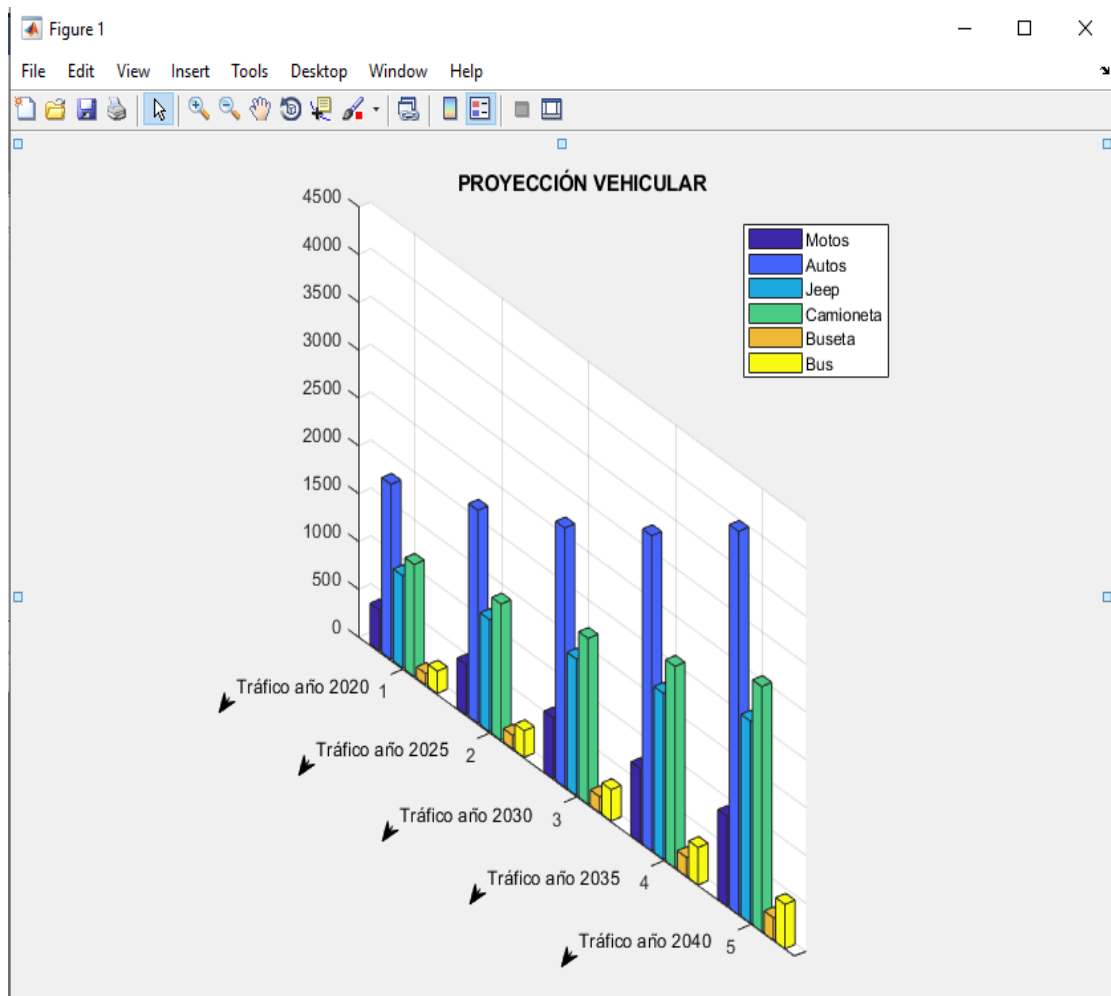
ANEXO HH. Cálculo del tráfico a futuro

VEHÍCULOS	TRÁFICO ACTUAL	TRÁFICO en 5 años	TRÁFICO en 10 años	TRÁFICO en 15 años	TRÁFICO en 20 años
MOTOS	428	521	634	771	938
AUTOS	1829	2225	2707	3293	4006
JEEP	964	1173	1427	1736	2112
CAMIONETA	1170	1423	1731	2106	2562
BUSETA	119	141	167	198	235
BUS	233	277	329	391	464
CAMIÓN C-2P	203	259	331	422	539
CAMIÓN C2-C3	34	43	55	70	89
CAMIÓN C-4	34	43	55	70	89
CAMIÓN C-5	14	18	23	29	37
CAMIÓN C-6	15	19	24	31	40

$$Tf5 = 428 * \left(1 + \left(\frac{4}{100}\right)\right)^5 = 521 \quad Tf20 = 771 * \left(1 + \left(\frac{4}{100}\right)\right)^5 = 938 \quad \text{Motos}$$

$$Tf5 = 203 * \left(1 + \left(\frac{5}{100}\right)\right)^5 = 259 \quad Tf20 = 422 * \left(1 + \left(\frac{4}{100}\right)\right)^5 = 539 \quad \text{Camión C-2P}$$

ANEXO II. Proyección del tráfico vehicular



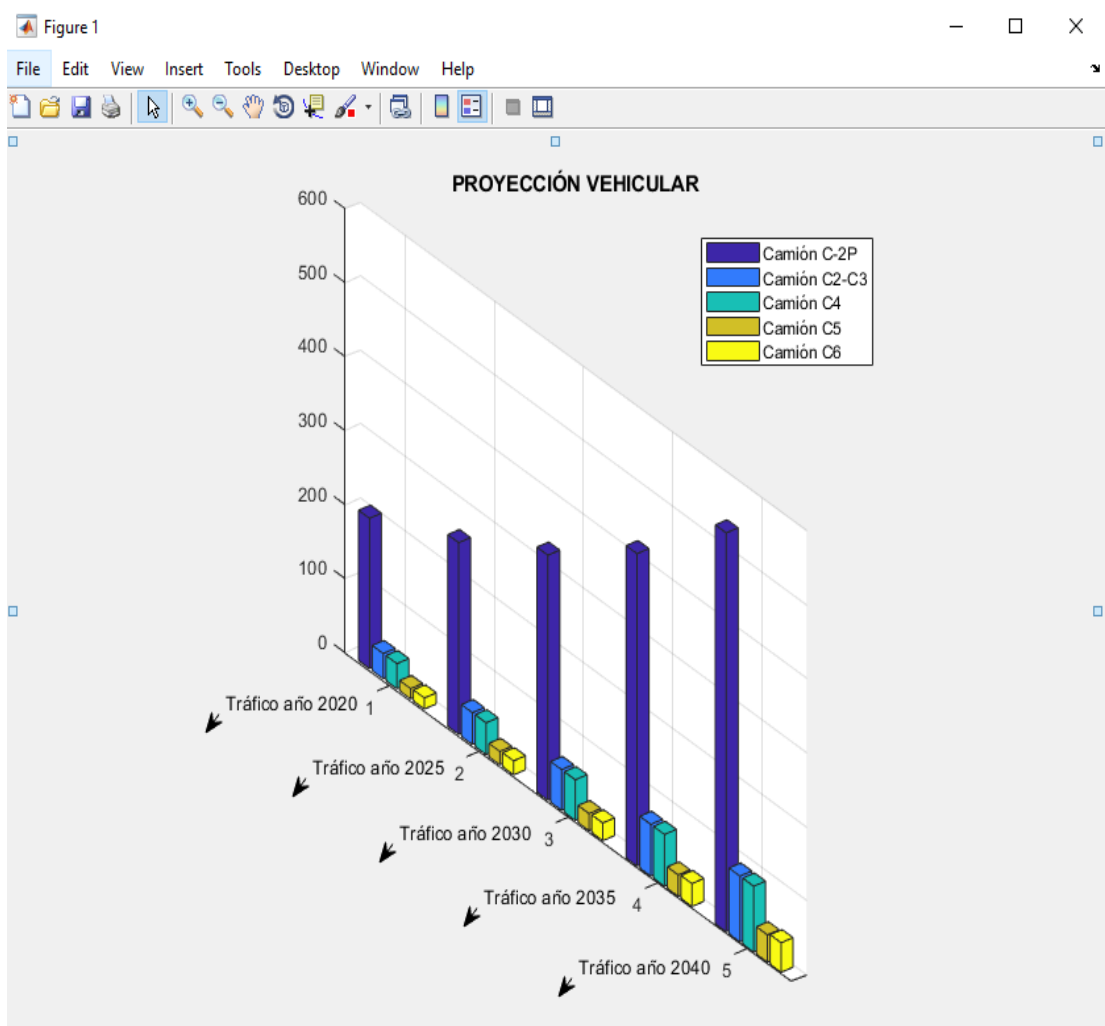
Código Script en Matlab:

```
cv1=xlsread('AFORO.xlsx','C93:H97'); bar3(cv1,'grouped')
```

```
legend('Motos','Autos','Jeep','Camioneta','Busetas','Bus'); title ('PROYECCIÓN  
VEHICULAR')
```

La gráfica indica el TPDA en donde los autos para el presente año tienen un valor de 1829 autos, por lo que para el año 2025 aumentarán en un 21,65%, para el año 2030 se agrandarán en un 48,00%, para el año 2035 crecerá en un 80,04% y para el año 2040 aumentarán en un 119,03%. En cambio, los buses que en el presente año tienen un valor de 233 buses, aumentarán para el año 2025 en un 18,88%, para el año 2030 se agrandarán en un 41,20%, para el año 2035 crecerá en un 67,81% y para el año 2040 aumentarán en un 99,14%.

ANEXO JJ. Proyección del tráfico vehicular de camiones



Código Script en Matlab:

```
cv2=xlsread('AFORO.xlsx','I93:M97'); bar3(cv2,'grouped') legend ('Camión C-2P','Camión C2-C3',' Camión C-4',' Camión C-5',' Camión C-6'); title ('PROYECCIÓN VEHICULAR')
```

La gráfica indica el TPDA en donde los camiones C-2P en el presente año tienen un valor de 203 camiones, por lo que para el año 2025 aumentarán en un 27,59%, para el año 2030 se agrandarán en un 63,05%, para el año 2035 crecerá en un 107,88% y para el año 2040 aumentarán en un 165,52%. En cambio, los camiones tipo C-6 que en el presente año tienen un valor de 15 camiones, aumentarán para el año 2025 en un 26,67%, para el año 2030 se agrandarán en un 60,00%, para el año 2035 crecerá en un 106,67% y para el año 2040 aumentarán en un 166,67%.

ANEXO KK. Cálculo de densidad de tráfico vehicular

v	760	veh/h
S	90.00	Km/h
D	8	veh/Km

$$D = \frac{760}{90.91} = 8 \frac{veh}{Km}$$

ANEXO LL. Cálculo de la concentración de tráfico vehicular

N	40	veh
d	1000	m
K	0.04	veh/m

$$K = \frac{40}{1000} = 0.04 \frac{veh}{m}$$

ANEXO MM. Cálculo del espaciamiento promedio del tráfico vehicular

\bar{s}	25	m/veh
-----------	----	-------

$$\bar{s} = \frac{1}{0.04} = 25 \text{ m/veh}$$

ANEXO NN. Cálculo de la tasa de flujo del tráfico vehicular

v	25.00	m/s
K	0.04	veh/m
q	1	veh/s

$$q = 25 * 0.04 = 1 \text{ veh/s}$$

ANEXO OO. Cálculo del factor de ajuste por vehículo pesado f_{HV}

E T	1.1	Equivalencia en camiones
E R	1	Equivalencia en RVs
P T	0.0425	Proporción de camiones
P R	0.194	Proporción de RVs
f_{HV}	0.996	

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.0425(1.1 - 1) + 0.194(1 - 1)} = 0.996$$

ANEXO PP. Cálculo de la tasa de flujo V_p

v	2135	veh/h/carril
FHMD	0.9	
N	4	carriles
f_{HV}	0.996	
f_p	1	conductores habituales
V_p	596	veh/h/carril

$$V_p = \frac{2135}{0.9 * 4 * 0.996 * 1} = 596 \frac{veh}{h} / carril$$

ANEXO QQ. Cálculo de la velocidad a flujo libre FFS

f_{LS}	6.8	
f_A	4.67	
BFFS	100	Km/h
FFS	88.53	Km/h

$$FFS = 100 - 6.8 - 4.67 = 88.53 \text{ Km/h}$$

ANEXO RR Memoria fotográfica de la obtención de datos para el proyecto

