



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de obra de infraestructura vial en Lima Centro con la finalidad de reducir la  
congestión vehicular

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**AUTORES**

Justo Quispe, Juan Alexander

ORCID: 0009-0008-4208-1853

Trujillo Olortegui, Piero Alexis

ORCID: 0009-0008-0570-4476

**ASESOR**

Estrada Mendoza, Miguel Luis

ORCID: 0000-0002-8646-3852

**Lima, Perú**

**2023**

## **METADATOS COMPLEMENTARIOS**

### **Datos del autor(es)**

Justo Quispe, Juan Alexander

DNI: 76342762

Trujillo Olortegui, Piero Alexis

DNI: 73712366

### **Datos de asesor**

Estrada Mendoza, Miguel Luis

DNI: 10493289

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Donayre Cordova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Sueldo Mesones, Jaime Pio

DNI: 43703437

ORCID: 0000-0003-3760-8370

JURADO 3

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Juan Alexander Justo Quispe, con código de estudiante N°201411386, con DNI N°76342762, con domicilio en AAHH Cruz de Motupe Etapa 3 Mz. G Lt. 03, distrito San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima, y Piero Alexis Trujillo Olortegui, con código de estudiante N°201510344, con DNI N°73712366, con domicilio en Jr. Caraz 132 – Virgen de Lourdes, distrito Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

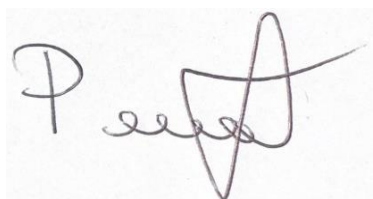
La presente tesis titulada: “Propuesta de obra de infraestructura vial en Lima Centro con la finalidad de reducir la congestión vehicular” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Miguel Luis Estrada Mendoza, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 21% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.


Surco, 22 de Octubre de 2023



---

Piero Alexis Trujillo Olortegui

DNI N°73712366



---

Juan Alexander Justo Quispe

DNI N°76342762

## INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN

Propuesta de obra de infraestructura vial en Lima Centro con la finalidad de reducir la congestión vehicular

TURNITIN 001

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>21</b> %	<b>2</b> %	<b>4</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>3</b>	<b>es.wikipedia.org</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>www.indecopi.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.usil.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	

  
Dra. Vargas Chang Esther Joni

## **DEDICATORIA**

Para mis padres, hermana y abuela, siendo mi madre y abuela personas fundamentales de este gran logro por su apoyo incondicional y consejos. A mi enamorada por siempre creer en mí, por apoyarme y darme ánimos en todo momento. Y a los ingenieros que fueron guías para lograr este gran triunfo y enseñarme el camino que se debe recorrer para lograr ser un gran ingeniero y una gran persona.

Juan Alexander Justo Quispe.

Para mis padres y mi hermano, mi mayor fuente de inspiración, motivación y apoyo inquebrantable. A mi enamorada, por su amor incondicional, las risas y el aliento en los momentos difíciles. Y a todos los profesores que guiaron mi camino hacia la ingeniería civil, ¡Gracias por ser parte de este logro!

Piero Alexis Trujillo Olortegui

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera invaluable a la realización de esta tesis de ingeniería civil. A mi asesor de tesis, por su orientación experta y paciencia inquebrantable. A mis compañeros de clase, por sus debates y aportaciones que enriquecieron este trabajo. A mi familia, por su apoyo constante y motivación. A todos los que de una u otra forma brindaron su conocimiento y ánimo a lo largo de este arduo pero gratificante proceso, ¡gracias de corazón!

Juan Alexander Justo Quispe  
Piero Alexis Trujillo Olortegui

## ÍNDICE GENERAL

<b>METADATOS COMPLEMENTARIOS</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD</b> .....	iii
<b>INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>RESUMEN</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b> .....	2
1.1 Descripción del Problema .....	2
1.2 Formulación Operacional del Problema .....	4
<i>1.2.1 Problema general</i> .....	4
<i>1.2.2 Problemas específicos</i> .....	4
1.3 Importancia y justificación del estudio .....	4
<i>1.3.1 Importancia</i> .....	4
<i>1.3.2 Justificación del estudio</i> .....	5
1.4 Delimitación del estudio .....	5
<i>1.4.1 Geográfica</i> .....	5
<i>1.4.2 Temporal</i> .....	5
<i>1.4.3 Temática</i> .....	6
<i>1.4.4 Muestral</i> .....	6
1.5 Objetivos de la Investigación.....	6

1.5.1 Objetivo general. ....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
2.1 Marco Histórico .....	8
2.2 Investigaciones relacionadas con el Tema.....	9
2.2.1 Investigaciones Nacionales.....	9
2.2.2 Investigaciones Internacionales .....	11
2.3 Estructura Teórica y Científica que sustenta el Estudio .....	14
2.3.1 Obras de infraestructura vial .....	14
2.3.2 Congestión vehicular .....	18
2.3.3 Herramientas informáticas .....	21
2.4 Definición de Términos Básicos.....	22
2.4.1 Infraestructura vial .....	22
2.4.2 Sistematización de información .....	22
2.4.3 Sistema de Información Geoespacial .....	22
2.4.4 Paso a desnivel .....	22
2.4.5 Volumen de tráfico .....	22
2.4.6 Capacidad de la vía .....	22
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>23</b>
3.1 Hipótesis general.....	23
3.2 Hipótesis específicas.....	23
3.3 Variables .....	23
3.3.1 Obra de infraestructura vial .....	23
3.3.2 Congestión vehicular .....	23
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>24</b>
4.1 Tipo, método y Diseño de la Investigación .....	24
4.1.1 Tipo de estudio.....	24



4.1.2 Método de investigación .....	24
4.1.3 Diseño de la investigación .....	24
4.2 Población y Muestra .....	25
4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	25
4.4 Descripción de Procedimientos de Análisis de Datos .....	26
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>28</b>
5.1 Información de la zona de estudio .....	28
5.1.1 Información general del distrito de La Victoria .....	28
5.1.2 Delimitación de zona de estudio .....	29
5.1.3 Vuelo de drone .....	33
5.1.4 Congestión vehicular .....	36
5.2. Recopilación de datos en la zona de estudio.....	37
5.2.1 Conteo vehicular .....	37
5.2.2 Tiempo de traslado actual .....	44
5.3 Cálculos en la zona de estudio .....	45
5.3.1 Cálculos de congestión vehicular actual .....	52
5.3.2 Cálculos de congestión vehicular con paso a desnivel.....	77
5.4 Presentación de resultados .....	96
5.4.1 Determinación de congestión vehicular actual .....	96
5.4.2 Propuesta de diseño de paso a desnivel .....	99
5.4.3 Modelo y simulación actual mediante el software PTV Vissim.....	99
5.4.3 Modelo y simulación con paso a desnivel mediante software PTV Vissim .....	104
5.4.4 Cálculo del tiempo de traslado con el paso a desnivel.....	107
5.4.5 Cálculo de la mejora del nivel de servicio .....	108
5.5 Análisis de resultados .....	108
<b>DISCUSIONES .....</b>	<b>110</b>

<b>CONCLUSIONES</b> .....	111
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	113
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	115
<b>ANEXOS</b> .....	118
Anexo A. Matriz de consistencia.....	118
Anexo B. Matriz de operacionalización .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tiempo cambio de semaforización</i> .....	45
<b>Tabla 2</b> <i>Características de la vía y Factor de Anchura del carril</i> .....	46
<b>Tabla 3</b> <i>Factor de vehículos pesados</i> .....	47
<b>Tabla 4</b> <i>Factor de paradas de autobús</i> .....	48
<b>Tabla 5</b> <i>Tabla de Factor de inclinación</i> .....	49
<b>Tabla 6</b> <i>Factor de estacionamiento</i> .....	50
<b>Tabla 7</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos Norte a Sur – Hora 9:30-10:30 am</i> .....	53
<b>Tabla 8</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos Sur a Norte - Hora 9:30-10:30 am</i> .....	53
<b>Tabla 9</b> <i>Tipos de vehículo que transitan en ambos sentidos de 9:30-9:45 am</i> .....	54
<b>Tabla 10</b> <i>Tipos de vehículo que transitan en ambos sentidos de 9:45-10 am</i> .....	54
<b>Tabla 11</b> <i>Cantidad total de vehículos, hora de 10-10:15 am</i> .....	55
<b>Tabla 12</b> <i>Cantidad total de vehículos de 10:15-10:30 am</i> .....	55
<b>Tabla 13</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 12:30-13:30 pm</i> .....	56
<b>Tabla 14</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte - Hora 12:30-13:30 pm</i> ....	57
<b>Tabla 15</b> <i>Cantidad total de vehículos ambos sentidos de 12:45-13:00 pm</i> .....	57
<b>Tabla 16</b> <i>Cantidad de vehículos en ambos sentidos - Hora 13:00-13:15 pm</i> .....	58
<b>Tabla 17</b> <i>Cantidad de vehículos en ambos sentidos – Hora 13:15-13:30 pm</i> .....	58
<b>Tabla 18</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 18:30-19:30 pm</i> .....	59
<b>Tabla 19</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 18:30-19:30 pm</i> .....	60
<b>Tabla 20</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos ambos sentidos de 18:30-18:45 pm</i> .....	60
<b>Tabla 21</b> <i>Conteo de vehículos de ambos sentidos de 18:45-19:00 pm</i> .....	61
<b>Tabla 22</b> <i>Conteo de vehículos de ambos sentidos de 19:00-19:15 pm</i> .....	61
<b>Tabla 23</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 19:15-19:30 pm</i> .....	62
<b>Tabla 24</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 9:30-10:30 am</i> .....	63
<b>Tabla 25</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 9:30-10:30 am</i> .....	64
<b>Tabla 26</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 9:30-9:45 am</i> .....	64
<b>Tabla 27</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 9:45-10:00 am</i> .....	65
<b>Tabla 28</b> <i>Conteo de vehículos de Norte a Sur y Sur a Norte de 10:00-10:15 am</i> .....	65
<b>Tabla 29</b> <i>Conteo de vehículos de Norte a Sur y Sur a Norte de 10:15-10:30 am</i> .....	66
<b>Tabla 30</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 12:30-13:30 pm</i> .....	67
<b>Tabla 31</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 12:30-13:30 pm</i> .....	67

<b>Tabla 32</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 12:30-12:45 pm</i> .....	68
<b>Tabla 33</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 12:45-13:00 pm</i> .....	68
<b>Tabla 34</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 13:00-13:15 pm</i> .....	69
<b>Tabla 35</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos de 13:15-13:30 pm</i> .....	69
<b>Tabla 36</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 18:30-19:30 pm</i> .....	70
<b>Tabla 37</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 18:30-19:30 pm</i> .....	71
<b>Tabla 38</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 18:30-18:45 pm</i> .....	71
<b>Tabla 39</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 18:45-19:00 pm</i> .....	72
<b>Tabla 40</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 19:00-19:15 pm</i> .....	72
<b>Tabla 41</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 19:15-19:30 pm</i> .....	73
<b>Tabla 42</b> <i>Factor intensidad vehicular actual</i> .....	74
<b>Tabla 43</b> <i>Coeficiente de relación</i> .....	76
<b>Tabla 44</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel de Norte a Sur de 9:30-10:30am</i> .	77
<b>Tabla 45</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel de 9:30-10:30am</i> .....	78
<b>Tabla 46</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel de 12:30-13:30 pm</i> .....	78
<b>Tabla 47</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel de Sur a Norte 12:30-13:30 pm</i> ...	79
<b>Tabla 48</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel – Norte a Sur de 18:30-19:30pm</i> . 79	
<b>Tabla 49</b> <i>Vehículos que irán por el paso a desnivel – Sur a Norte 18:30-19:30pm</i> .....	80
<b>Tabla 50</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel - 09:30-10:30am</i> .....	80
<b>Tabla 51</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 09:30-10:30am</i> .....	81
<b>Tabla 52</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 09:30-09:45 am</i> .....	81
<b>Tabla 53</b> <i>Conteo de vehículos ambos sentidos en paso a desnivel 09:45-10:00</i> .....	82
<b>Tabla 54</b> <i>Conteo vehicular ambos sentidos en paso a desnivel 10:00-10:15am</i> .....	82
<b>Tabla 55</b> <i>Conteo vehicular ambos sentidos en paso a desnivel 10:15-10:30am</i> .....	83
<b>Tabla 56</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 12:30-13:30 pm</i> .....	84
<b>Tabla 57</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 12:30-13:30</i> .....	84
<b>Tabla 58</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 12:30-12:45pm</i> .	85
<b>Tabla 59</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 12:45-13:00pm</i> .	85
<b>Tabla 60</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 13:00-13:15pm</i> .	86
<b>Tabla 61</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 13:15-13:30pm</i> .	86
<b>Tabla 62</b> <i>Conteo de vehículos de Norte a Sur en paso a desnivel 18:30-19:30 pm</i> .....	87
<b>Tabla 63</b> <i>Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 18:30-19:30pm</i> .....	87
<b>Tabla 64</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 18:30-18:45pm</i> .	88
<b>Tabla 65</b> <i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 18:45-19:00 pm</i>	88

<b>Tabla 66</b>	<i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 19:00-19:15pm</i>	. 89
<b>Tabla 67</b>	<i>Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 19:15-19:30pm</i>	. 89
<b>Tabla 68</b>	<i>Intensidad vehicular con la propuesta de paso de desnivel</i>	..... 90
<b>Tabla 69</b>	<i>Coefficiente de relación para calcular el nivel de servicio</i>	..... 92
<b>Tabla 70</b>	<i>Nivel de servicio con la propuesta del paso a desnivel</i>	..... 95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Parque automotor en circulación a nivel nacional .....	4
<b>Figura 2</b> Esquema de objetivo y variables .....	7
<b>Figura 3</b> Paso a desnivel – Av. Tomás Valle con Av. Angelica Gamarra.....	15
<b>Figura 4</b> Paso a desnivel – Av. Los Héroes con Av. Miguel Iglesias.....	15
<b>Figura 5</b> Paso a desnivel con voladizo – Metromover Station, Miami.....	16
<b>Figura 6</b> Paso a desnivel con voladizo – Okachimachi Station, Tokio .....	16
<b>Figura 7</b> Simulación de programa PTV Vissim.....	17
<b>Figura 8</b> Congestión vehicular en Lima-Perú.....	18
<b>Figura 9</b> Mejora de la congestión vehicular en Latinoamérica.....	19
<b>Figura 10</b> Volumen de tráfico en Lima-Perú.....	20
<b>Figura 11</b> Niveles de servicio .....	21
<b>Figura 12</b> Mapa de uso de suelo del distrito de La Victoria.....	28
<b>Figura 13</b> Congestión vehicular típica en el tramo de estudio.....	29
<b>Figura 14</b> Congestión vehicular Av. Aviación – Hora 18:30-19:30pm.....	30
<b>Figura 15</b> Congestión vehicular Av. Aviación con Av. San Cristobal.....	30
<b>Figura 16</b> Congestión vehicular Estación Gamarra - Hora 18:30-19:30pm .....	31
<b>Figura 17</b> Congestión vehicular Av. Aviación – Hora de 12:30-13:30pm.....	31
<b>Figura 18</b> Congestión vehicular Av. México – Hora 9:30-10:30am .....	32
<b>Figura 19</b> Congestión vehicular Estación Gamarra – Hora 18:30-19:30pm .....	32
<b>Figura 20</b> Vuelo de dron, Estación Gamarra - Hora 9:30-10:30am.....	33
<b>Figura 21</b> Vuelo de dron, Av. Aviación – Hora 12:30-13:30pm.....	34
<b>Figura 22</b> Vuelo de dron, Av. Aviación con Av. México – Hora 12:30-13:30pm .....	34
<b>Figura 23</b> Congestión vehicular cruce con Av. México – Hora 9:30-10:30am.....	35
<b>Figura 24</b> Vuelo de dron, Estación Gamarra – Hora 18:30 a 19:30pm .....	35
<b>Figura 25</b> Vuelo de dron, Av. Aviación – Hora 18:30-19:30pm .....	36
<b>Figura 26</b> Congestión vehicular típica en la zona de estudio .....	37
<b>Figura 27</b> Conteo vehicular de Av. Aviación con Av. México .....	38
<b>Figura 28</b> Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 9:30am-10:30 am.....	39
<b>Figura 29</b> Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 12:30-13:30 pm .....	39
<b>Figura 30</b> Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 18:30pm a 19:30 am.....	40
<b>Figura 31</b> Comparación de cantidad de vehículos en horas punta.....	40

<b>Figura 32</b>	Conteo vehicular Estación Gamarra con Av. Aviación .....	41
<b>Figura 33</b>	Cantidad de vehículos que circulan de 9:30-10:30am .....	42
<b>Figura 34</b>	Cantidad de vehículos que circulan de 12:30 pm a 13:30pm.....	42
<b>Figura 35</b>	Cantidad de vehículos que circulan de 18:30 a 19:30pm.....	43
<b>Figura 36</b>	Comparación de cantidad de vehículos en Estación Gamarra .....	43
<b>Figura 37</b>	Hoja de cálculo de estudio de clasificación vehicular.....	44
<b>Figura 38</b>	Tiempo de traslado actual desde Av. 28 de Julio hasta Av. México.....	44
<b>Figura 39</b>	Factor giro izquierda .....	51
<b>Figura 40</b>	Factor giro derecha.....	51
<b>Figura 41</b>	Capacidad vehicular real actual.....	52
<b>Figura 42</b>	Nivel de servicio según el HCM .....	75
<b>Figura 43</b>	Nivel de servicio actual en tramo de estudio.....	77
<b>Figura 44</b>	Nivel de servicio según el HCM .....	91
<b>Figura 45</b>	Capacidad vehicular con el paso a desnivel con 2 carriles .....	93
<b>Figura 46</b>	Capacidad vehicular con el paso a desnivel con 1 carril.....	94
<b>Figura 47</b>	Conteo vehicular actual en Av. Aviación con Av. México.....	96
<b>Figura 48</b>	Congestión vehicular actual en Av. Aviación con Av. México .....	97
<b>Figura 49</b>	Congestión vehicular actual en Av. Aviación – Estación Gamarra .....	97
<b>Figura 50</b>	Nivel de servicio actual en Av.28 de Julio hasta Av. México .....	98
<b>Figura 51</b>	Propuesta de diseño de paso a desnivel - voladizo.....	99
<b>Figura 52</b>	Vehículos y velocidad en vías de Sur a Norte – Sin paso a desnivel.....	99
<b>Figura 53</b>	Vehículos y velocidad en vías de Norte a Sur – Sin paso a desnivel.....	100
<b>Figura 54</b>	Simulación de tramo de estudio sin paso a desnivel .....	100
<b>Figura 55</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30am.....	101
<b>Figura 56</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30 am.....	101
<b>Figura 57</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30 am.....	102
<b>Figura 58</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario 12:30 a 13:30pm.....	102
<b>Figura 59</b>	Simulación sin paso a desnivel Horario de la mañana de 12:30 a 1:30 pm	103
<b>Figura 60</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30 pm.....	103
<b>Figura 61</b>	Simulación sin paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30pm.....	104
<b>Figura 62</b>	Tipos de vehículos y velocidad en paso a desnivel.....	104
<b>Figura 63</b>	Simulación con paso a desnivel – Horario de 9:30 a 10:30am .....	105
<b>Figura 64</b>	Simulación con paso a desnivel - Horario de 9:30 a 10:30 am.....	105
<b>Figura 65</b>	Simulación con paso a desnivel - Horario de 12:30 a 13:30pm.....	106

<b>Figura 66</b> Simulación con paso a desnivel - Horario de 18:30-19:30 pm .....	106
<b>Figura 67</b> Simulación con paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30 pm.....	107
<b>Figura 68</b> Tiempo de traslado con propuesta de paso a desnivel .....	107
<b>Figura 69</b> Nuevo nivel de servicio con la propuesta del paso a desnivel .....	108



## RESUMEN

En la actualidad, Lima enfrenta un importante desafío: la congestión vehicular. Este problema surge debido al constante aumento de su población, la concentración financiera en el centro, la falta de una planificación urbana adecuada y el crecimiento continuo de vehículos en las calles. En este contexto, este trabajo se enfocó en analizar la congestión vehicular en una parte específica del distrito de La Victoria. Para llevar a cabo este análisis, utilizamos el software PTV VISSIM con el objetivo de crear un modelo de micro simulación que nos permitió evaluar las condiciones actuales y proponer una mejora en el nivel de servicio a través de una obra de infraestructura vial.

El proyecto se dividió en varias etapas, que incluyen definir el alcance del proyecto, su propósito y la zona en la que se llevó a cabo. En primer lugar, se identificó las necesidades del proyecto utilizando datos recopilados, como la geometría de las intersecciones, la demanda actual de tráfico, los semáforos y los tiempos de viaje, entre otros. Con estos datos, desarrollamos un modelo que refleja la situación actual como otro que representa la situación futura. En el proyecto se propuso la construcción de un paso a desnivel, que se considera la opción más viable en esa área. Se ha comprobado que esta propuesta mejora significativamente los tiempos de espera y reduce de manera considerable la congestión vehicular.

*Palabras Claves:* Congestión vehicular, PTV VISSIM, paso a desnivel, nivel de servicio, tráfico y simulación.

## **ABSTRACT**

Currently, Lima faces a significant challenge: vehicular congestion. This problem arises due to the constant increase in its population, financial concentration in the city center, lack of proper urban planning, and the continuous growth of vehicles on the streets. In this context, this work focused on analyzing vehicular congestion in a specific part of the La Victoria district. To carry out this analysis, we used PTV VISSIM software with the aim of creating a microsimulation model that allowed us to assess current conditions and propose an improvement in the level of service through a road infrastructure project.

The project was divided into several stages, including defining the project scope, its purpose, and the area where it was carried out. First, project needs were identified using collected data such as intersection geometry, current traffic demand, traffic signals, and travel times, among others. With this data, we developed a model that reflects the current situation and another that represents the future situation. The project proposed the construction of an overpass, considered the most viable option in that area. It has been shown that this proposal significantly improves waiting times and greatly reduces vehicular congestion.

*Keywords:* Vehicular congestion, PTV VISSIM, overpass, level of service, traffic, and simulation.

## INTRODUCCIÓN

La congestión vehicular en Lima ha sido un problema significativo en los últimos años debido a varios factores, como el constante aumento de la población, la centralización financiera, la falta de una planificación urbana adecuada y el crecimiento continuo del parque automotor. Las entidades responsables, como la Municipalidad de Lima, han intentado abordar este problema mediante la expansión de la infraestructura vial para dar cabida a este crecimiento, pero estos esfuerzos no han resultado efectivos y, en cambio, han contribuido al aumento de vehículos en las calles. Esto se traduce en largas filas y tiempos de espera frustrantes para los conductores.

Por esta razón, en este trabajo se propuso la creación de un modelo de micro simulación que permitió analizar el tráfico y la congestión vehicular en una sección específica del distrito de La Victoria. Para lograrlo, se utilizó el software PTV VISSIM con el objetivo de evaluar las condiciones actuales y presentar una propuesta para la construcción de un paso a desnivel en la avenida Aviación en el tramo de Av. 28 de Julio con Av. México. Este proyecto se enfocó en mejorar el nivel de servicio y, después de su evaluación, se ha confirmado que efectivamente reduce los tiempos de espera y alivia la congestión vehicular.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **1.1 Descripción del Problema**

En la investigación de Oblitas (2020) comenta que, dado que la cantidad de usuarios que necesitan ser transportados crece a medida que crecen las ciudades, uno de los desafíos que enfrentan muchas de las ciudades del país es la congestión vehicular. La ingeniería civil trabaja constantemente para encontrar soluciones a este problema, enfocándose en maximizar el flujo vehicular en las intersecciones mediante el uso de pasos a desnivel, rotondas, semáforos y señales que permitan mitigar dicho problema. Esta situación se ve agravada por el hecho de que el transporte no es sólo para los usuarios, sino que al mismo tiempo se transportan los productos que se consumen o comercializan.

En la investigación de Mateo (2022) según sus resultados del estudio, la irresponsabilidad peatonal, la falta de vías alternativas, la movilidad ineficiente, los accidentes vehiculares, la infraestructura de vías deficiente, el incremento del parque automotor y las obras que no se concluyen serán las principales causas que contribuirán a la congestión vehicular en Lima Metropolitana en el 2019. Asimismo, es necesario realizar una adecuada revisión técnica, controlar constantemente el tránsito, dar mantenimiento a la señalización vial, proponer obras de infraestructura vial (puentes, túneles, intercambios viales, intersecciones a desnivel), brindar mantenimiento a las vías, así como cumplir las normas de transitabilidad que se han visto mermadas por la constante falta de las personas que usan la vía pública.

De acuerdo a Reghellin (2018) en su investigación comenta que el tiempo que se tarda en llegar de un lugar a otro es el principal problema de la congestión del tráfico. Todos se ven afectados, pero es particularmente perjudicial para las empresas que operan en industrias que requieren el envío o la transferencia de sus bienes o servicios. Se ven obligados a aumentar sus tarifas porque aumenta el salario de los trabajadores, los precios de gasolina y el mantenimiento de los vehículos tienen un impacto en sus gastos.

Según Mateo (2022) en su trabajos de investigación comenta que actualmente, el gran problema que mayormente se presenta en las ciudades más reconocidas de los países en vías de desarrollo es la congestión vehicular, ya que es uno de los temas que afecta directamente a los automovilistas, a las personas que se movilizan a través del transporte público y la sociedad en general, quienes al utilizar la vía pública deben trasladarse para cumplir con sus responsabilidades habituales, como el trabajo, la escuela y otras actividades. Esto es importante en todas estas situaciones porque la situación tiene un

impacto directo en las condiciones de vida de la familia y de los residentes, así como potenciales pérdidas económicas, sociales y ambientales.

El comercio (2019) menciona los horarios de mayor congestión vehicular que se producen en la región de Lima, el primer horario va desde las 6:00 am hasta las 9:30 am, seguido de un segundo horario que va desde 5:00 pm a 9:00 pm. De hecho, cuando el tráfico se ralentiza, se forma una concentración de vehículos que reduce el número de carriles y, en muchos casos, es el resultado de accidentes, recogidas intempestivas de pasajeros, cedas el paso por negligencia de los peatones, paradas, etc., así como de retrasos en los tiempos de reanudación de la marcha de los vehículos tras detenerse en los semáforos en rojo. Como consecuencia, la propia congestión se hace notar.

En la investigación de Ashhad, Cabrera y Roa (2020), mencionan que la población que debe desplazarse por la red de carreteras de un país se ve afectada negativamente por la congestión del tráfico, que tiene varias causas fundamentales, entre ellas el diseño de las vías estuvieron consideradas para cierto volumen de tráfico, pero en la actualidad se excede ese límite, el crecimiento demográfico, la falta de mejoras en las carreteras, como rutas alternas, señalización de tráfico ausente o anticuadas, un aumento de la cantidad de vehículos y un mantenimiento deficiente de las carreteras. La calidad de vida y la salud de los usuarios de las carreteras se ven afectadas por los efectos de la congestión vehicular, como la reducida velocidad de circulación de los vehículos, la prolongación de los tiempos de viaje, el aumento de los accidentes de tráfico, el mayor consumo de combustible, el desgaste de las infraestructuras viales y el aumento de la contaminación ambiental.

En la figura 1 se visualiza el crecimiento del parque automotor en los distintos departamentos del Perú, desde los años 2013 hasta el 2021.

**Figura 1**

*Parque automotor en circulación a nivel nacional*

PARQUE AUTOMOTOR EN CIRCULACIÓN A NIVEL NACIONAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2013-2021 (Unidades)									
Departamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
La Libertad	172 968	178 433	183 931	190 073	196 040	202 558	208 882	213 166	223 529
Lambayeque	58 142	61 896	65 160	68 261	71 328	74 092	76 586	78 677	82 789
Lima 1/	1 498 037	1 590 755	1 674 145	1 752 919	1 837 347	1 908 672	1 982 650	2 025 227	2 090 001
Loreto	5 443	5 533	5 501	5 501	5 489	5 477	5 486	5 469	5 485
Madre de Dios	1 123	1 136	1 161	1 223	1 308	1 383	1 405	1 407	1 461
Moquegua	14 944	14 979	14 931	14 931	14 887	14 810	14 691	14 535	14 607
Pasco	7 108	6 956	6 804	6 804	6 660	6 545	6 441	6 790	7 402
Piura	46 029	49 576	52 390	55 060	57 740	60 006	62 419	64 836	69 457
Puno	43 477	45 056	46 200	47 696	49 387	51 041	52 689	53 692	55 720
San Martín	11 271	11 648	12 047	12 358	12 669	13 052	13 491	13 957	14 269
Tacna	45 960	47 180	48 201	49 382	50 858	52 161	53 271	53 978	58 892
Tumbes	3 320	3 372	3 415	3 451	3 423	3 375	3 313	3 246	3 181
Ucayali	8 319	8 745	9 052	9 310	9 608	9 918	10 310	10 669	11 315

1/ Incluye la Provincia Constitucional del Callao.  
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

*Nota.* Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2022)

## 1.2 Formulación Operacional del Problema

### 1.2.1 Problema general

¿De qué manera una propuesta de infraestructura vial en Lima Centro influye en la reducción de la congestión vehicular?

### 1.2.2 Problemas específicos

a) ¿Cómo determinar la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México a fin de proponer un paso a desnivel?

b) ¿En qué medida la propuesta de un paso a desnivel aplicando un software de simulación de flujo vehicular permite reducir el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México?

c) ¿En qué medida la propuesta de un paso a desnivel permite mejorar el nivel de servicio en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual?

## 1.3 Importancia y justificación del estudio

### 1.3.1 Importancia

Nuestra investigación es importante ya que ayudará a mejorar la condición de vida de los usuarios traduciéndose en la satisfacción y confort de los usuarios.

### ***1.3.2 Justificación del estudio***

#### **1.3.2.1 Conveniencia**

Contribuye a la calidad de vida de las personas que están dentro de esta zona y a sus alrededores.

#### **1.3.2.2 Relevancia Social**

La propuesta de obras de infraestructura vial reduce la congestión vehicular y mejora la transitabilidad vehicular, disminuye el deterioro del parque automotor y disminuye la contaminación ambiental.

#### **1.3.2.3 Aplicaciones prácticas**

La investigación es posible debido a que se cuenta con planos de catastro del distrito, datos de información de tráfico en horas punta tomados in-situ, se tiene acceso al software ArcGIS y también se obtuvo la licencia temporal del software PTV VISSIM que permitió realizar la micro simulación actual y con el paso a desnivel.

#### **1.3.2.4 Utilidad metodológica**

El proyecto se justifica debido a que, en la Av. Aviación en el tramo de Av. 28 de Julio y Av. México en el distrito de La Victoria hay una gran cantidad de congestión vehicular, por ello se realizó una micro simulación de la congestión vehicular actual y otra con una propuesta de obra de infraestructura vial la cual se optó por el paso a desnivel que permitió observar una reducción a esta congestión vehicular y así las personas no se vean afectadas al desplazarse de un lugar a otro por esta zona, su tiempo de desplazamiento disminuiría.

#### **1.3.2.5 Valor Teórico**

La investigación permite demostrar que, con la propuesta de un paso a desnivel, la congestión vehicular disminuye en el distrito de La Victoria.

### **1.4 Delimitación del estudio**

El presente proyecto se limita en las siguientes dimensiones:

#### ***1.4.1 Geográfica***

El problema está ubicado en el departamento de Lima, distrito de La Victoria, en la Av. Aviación desde el tramo de Av. 28 de Julio hasta Av. México en donde se propuso un paso a desnivel con la finalidad de disminuir la congestión vehicular.

#### ***1.4.2 Temporal***

El análisis se realizó teniendo como base de estudio el periodo de tiempo que comprenda entre los últimos 5 años.

### ***1.4.3 Temática***

Para la evaluación de congestión vehicular se utilizó la plataforma de Google Maps y el Waze, adicionalmente del conteo vehicular in-situ en el tramo de estudio, también se trabajó con los datos de población, el mapa de zonificación de uso de suelo y plano de catastro del distrito de La Victoria.

### ***1.4.4 Muestral***

La delimitación poblacional comprende a todo el distrito de La Victoria, donde se realizó la propuesta de paso a desnivel para la mejora de la congestión de vehicular.

## **1.5 Objetivos de la Investigación**

### ***1.5.1 Objetivo general.***

Proponer una obra de infraestructura vial en Lima Centro con la finalidad de reducir la congestión vehicular sistematizando la información geoespacial a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).

### ***1.5.2 Objetivos específicos.***

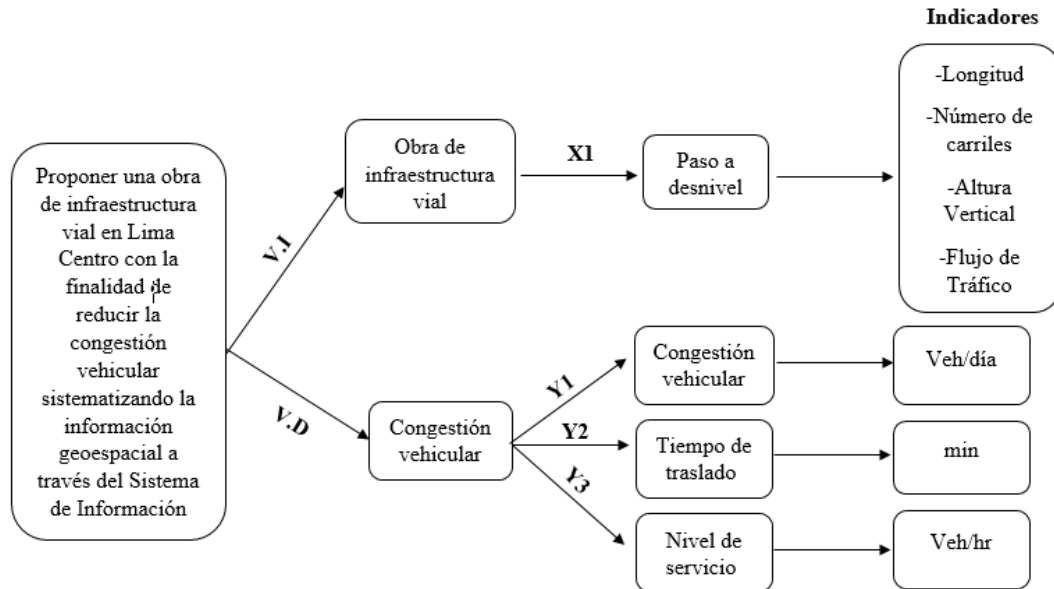
- Determinar la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México a fin de proponer un paso a desnivel.
- Proponer un paso a desnivel aplicando un software de simulación de flujo vehicular para reducir el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México.
- Calcular la mejora del nivel de servicio de la propuesta de un paso a desnivel en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual.



En la figura 2 se muestra nuestro esquema de objetivo general, las variables independientes, sus dimensiones e indicadores.

**Figura 2**

*Esquema de objetivo y variables*



*Nota.* Elaboración Propia

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco Histórico

Según Gamboa (2020), los tranvías eran el medio de transporte predominante en la capital en 1930. Chorrillos, Barranco y Miraflores fueron algunas de las nuevas comunidades creadas en Lima durante su periodo de pleno desarrollo. Esto significó que los ferrocarriles ya no pudieran satisfacer el masivo requerimiento del transporte urbano. Por lo tanto, aparecieron autobuses empezaron a transitar en trayectos nunca antes hecho, lo que generó el crecimiento de la necesidad de este medio de transporte y los incorporó a la red de transporte de Lima. Para la década de 1950, los autobuses se convirtieron en el principal modo alternativo de transporte masivo. La construcción de paso elevado y de innovadoras vías dentro de Lima favoreció el requerimiento de autobuses con largo recorrido además de vehículos.

De acuerdo con Tom (2018), comenta que, durante el año 2018, se presentaron estadísticas y datos relacionados con la congestión del tráfico, y se destacó que Lima se hallaba entre las tres ciudades con mayores niveles de congestión a nivel global. La investigación señaló un aumento del 11% en tan solo un año, lo que llevó a la ciudad a ascender desde el undécimo puesto, con un 47% de congestión, hasta la tercera posición, con un nivel de congestión del 58%, en la lista de las urbes más congestionadas.

De acuerdo con Gamboa (2020), debido a que sólo servía circuitos en el centro de Lima, el tranvía se redujo y finalmente se interrumpió. A mitad de los años 70, el desplazamiento de personas desde regiones interiores del país hacia la capital generó la necesidad de servicios que ayuden a la población a transportarse. Nuevas rutas y el requerimiento de ampliar el número de la flota fueron algunas de las alteraciones. Con estas modificaciones, ENATRU se convirtió en la respuesta del sector público. La Empresa Nacional de Transporte Urbano del Perú, pretendía soportar una parte importante del transporte de la capital. Los comités de transporte público, precursores directos del transporte masivo tal como lo conocemos hoy, eclipsaron el alcance de esta actividad. Estas cooperativas de transporte reforzaron su posición en el mercado y aumentaron el número de distritos a los que prestaban servicio. En la década de los noventa, la economía azotó a esta zona con más dureza de la prevista. La conclusión de Enatru Perú provocó un aumento significativo del desempleo. Las medidas aplicadas por la administración actual pretendían descongestionar el sistema de transporte urbano y fomentar que se importen vehículos pequeños sin restricciones. En consecuencia, Lima se vio desbordada de combis y costeros, y de manera que crecía el número de vehículos particulares,

transporte urbano, también lo hacía el número de rutas. Con la introducción de los ticos y los station wagons en 1997, no sólo cambió el sector del transporte público, sino también el del taxi. El Metropolitano, que emplea autobuses articulados para conectar los distritos limeños de Independencia y Chorrillos a través de la autopista, fue introducido por la Municipalidad de Lima en 2010 como parte de un esfuerzo mayor por reformar y reformar el sistema de transporte público. En el siguiente año, en 2012, el gobierno llevó a cabo la apertura de la Línea 1 del Metro de Lima con el propósito de enhacer la calidad del servicio para los usuarios. Sin embargo, la persistente informalidad en esta industria continúa obstaculizando la operación eficaz de los corredores complementarios y los sistemas de transporte mencionados. Con el tiempo, nuestra ciudad podría implantar un sistema unificado. Los principales medios de transporte son los trenes eléctricos y los vehículos articulados.

## **2.2 Investigaciones relacionadas con el Tema**

### ***2.2.1 Investigaciones Nacionales***

En su investigación de Villar y Oblitas (2020), su objetivo principal fue proponer una vialidad en el cruce de la Avenida Prolongación Francisco Bolognesi y la Avenida José Leonardo Ortiz con el fin de incrementar el flujo vehicular.

La investigación emplea un diseño no experimental porque no se alteran las variables y el objetivo es observar la realidad tal como se presenta para su posterior análisis.

Para llevar a cabo su investigación en esta intersección, fue necesario realizar un estudio de tráfico y un levantamiento topográfico. Con la nueva configuración geométrica de la intersección, ahora es posible llevar a cabo una simulación de tráfico vehicular. Como consecuencia de este análisis, se implementaron dos sugerencias. Debido a que la zona de conflicto inicial exhibía una distribución del flujo vehicular, orden y señalización superiores, produjo resultados superiores. Además, la duración media del viaje disminuyó en un 52,07%, y la transitabilidad media de la distancia recorrida disminuyó en un 1,46%. Se ha determinado que la nueva vialidad propuesta en la intersección de las avenidas Prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz reducirá los tiempos y distancias de viaje.

De acuerdo a Ramírez y Quispe (2022), su estudio pretende evaluar la infraestructura vial para reducir el tráfico en la Avenida Javier Prado Este utilizando una microsimulación de tráfico y hacer recomendaciones de implementación.

En este estudio cuasi-experimental y descriptivo se investigaron cuatro interconexiones a lo largo de 3,5 kilómetros de la Avenida Javier Prado. La muestra se recogió sin tener en cuenta la probabilidad. Se emplearon aerodeslizadores junto con cámaras de video georreferenciadas para evaluar la situación, mientras que las cámaras equipadas con sensores de movimiento se utilizaron para llevar un registro del flujo de vehículos.

Se llevaron a cabo evaluaciones en cuatro cruces viales: la intersección de la Avenida La Molina con Javier Prado, la intersección de la Avenida Los Frutales con Javier Prado, la intersección de la Avenida Circunvalación del Golf con Javier Prado, y el Ovalo Monitor. Como resultado, se proponen soluciones para mitigar la congestión vehicular en la Avenida Javier Prado, las cuales incluyen la modificación de la geometría de la intersección y la sincronización de los semáforos, basándose en datos de microsimulación generados a través del software VISSIM 10.

Los resultados obtenidos en la intersección entre La Molina y Javier Prado muestran una notable mejora en la circulación vehicular. En la segunda propuesta, se logra una disminución de 107 segundos en el tiempo promedio de viaje, un aumento de 13 kilómetros por hora en la velocidad promedio de desplazamiento, una reducción de 121 metros en la longitud máxima promedio de las filas de vehículos, y una mejora en los niveles de servicio, pasando de categorías F, E y D a D, C y B.

En el estudio realizado por Campomanes y López en 2019, el objetivo principal consistía en aliviar el tráfico en la Avenida Caminos del Inca y mejorar la congestión en sus intersecciones mediante la implementación de la coordinación de semáforos en verde utilizando el software Synchro 8, a través de modelado y simulación.

En un día típico, se recolectó la información in situ para conocer el momento de mayor afluencia y máximo flujo de tráfico vehicular, así como los ciclos y caras de las señales de tránsito.

Con estos datos recogidos sobre el terreno, pueden evaluarse los niveles de saturación y los niveles actuales para optimizar el flujo de tráfico e implantar la onda verde.

En lo que respecta a la aplicación de la sincronización de semáforos y los ajustes en la administración del tráfico, se obtuvieron mejoras significativas, lo cual incluye la optimización de los niveles de congestión en las intersecciones.

De acuerdo a Oropeza y Vilca (2021), en su investigación tienen como finalidad primordial disminuir la congestión vehicular que se genera en una red vial, fundando un procedimiento que realice un análisis exhaustivo de la problemática del tráfico pesado en

la zona de estudio y, en consecuencia, un medio para obtener un mayor alcance para desarrollar y proponer soluciones en una red vial.

Esta tesis es deductiva y tiene una metodología mixta, ya que se basa cualitativamente en la metodología del SIG y cuantitativamente en los parámetros definidos por el Índice Medio Diario Anual (IMPD), ubicaciones de paradas de autobús y medidas de control de velocidad). Asimismo, es descriptivo, correlativo y explicativo, emplea un diseño observacional porque se adquirieron datos de campo sobre los factores que originan la congestión del tráfico.

Como resultado, la metodología empleada en esta tesis establece una mejora del volumen de tráfico y congestión que se generaba en la red vial, esto se realizó por medio de una investigación basada en la plataforma SIG, Google Maps y la identificación de las causas que contribuyen a generar la congestión de tráfico en el distrito de Chorrillos.

Según Ríos (2018), en su investigación identifica los defectos técnicos de la infraestructura vial, para posteriormente sugerir alternativas técnico-económicas a mediano y prolongado plazo aplicando el software de simulación y análisis de tráfico.

Además de recorrer a pie la zona de estudio para recoger información sobre las medidas de geometría y medir los tiempos de los semáforos en las interconexiones de avenidas, se ha elaborado un análisis del tráfico para conocer el volumen de tráfico horario actual.

Hay tres resultados potenciales. El análisis del tráfico respectivo se deriva de la configuración actual de las carreteras en el primer escenario. En la segunda escena, se aplica una propuesta de gestión eficiente del tráfico (semáforos, señalización y pequeños ajustes geométricos) para establecer una red viaria unificada y coordinada.

En el futuro, se prevé y analiza un tercer escenario utilizando innovaciones de intersección como CFI (Intersección de flujo continuo), que se ha utilizado en los Estados Unidos como una solución eficiente y rentable a los pasos elevados.

Además, se implementará conceptualmente el uso del transporte público en dicha vía a fin de resolver definitivamente el problema.

### ***2.2.2 Investigaciones Internacionales***

De acuerdo a Ashhad et al. (2020), su objetivo fue examinar posibles soluciones para aliviar la congestión del tráfico en la avenida Pedro Menéndez.

Se utilizaron la observación y el trabajo de campo para capturar datos en las interconexiones de ingreso y salida del segmento de 900 metros. A lo largo de una semana se realizaron recuentos y clasificaciones manuales de vehículos, así como la distribución

temporal de los semáforos. Las intersecciones se distinguieron por su geometría, patrones de tráfico y sistema de señales de tráfico. Las investigaciones previas preveían un aumento en 5 años de 135.170 a 190.424 automóviles.

Se determinó que la distribución de los tiempos de ciclo de los semáforos y los vehículos alimentadores y colectores de Metrova eran las causas principales de la congestión.

Se determinó que la distribución de los tiempos de ciclo de los semáforos y los autobuses alimentadores y colectores de Metrova son las principales causas de congestión. La implantación de un carril de salida previo a la intersección, la gestión de la congestión relacionada con Metrova y el desarrollo y la suficiencia del sistema de señales de tráfico se consideran las principales soluciones.

De acuerdo a Suarez (2020), en las principales arterias viales de Bogotá, se encuentran intersecciones reguladas por semáforos que imponen limitaciones en los tiempos de desplazamiento, aumentan los niveles de accidentes y no logran satisfacer la creciente demanda de tráfico en la ciudad.

El objetivo de su proyecto fue crear una solución de infraestructura vial a través de un diseño geométrico destinado a mejorar la intersección entre la Avenida Circunvalar y la Avenida Comuneros. Para realizar este diseño, se empleó información cartográfica digitalizada y actualizada correspondiente al año 2019, suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.

La propuesta de mejora en la infraestructura vial implica la construcción de un paso elevado sobre la Avenida Comuneros, lo que permitirá un flujo ininterrumpido de vehículos en la Avenida Circunvalar. Además, se elabora el diseño de las conexiones necesarias en la intersección para facilitar los cambios de carril. Este proyecto abarca el diseño geométrico en lo que se refiere a aspectos horizontales y verticales, así como la creación de perfiles de curvatura para cada eje de la intersección.

Durante la ejecución de este proyecto, se siguen las directrices establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (emitido por el Ministerio de Transporte de la República de Colombia, Instituto Nacional de Vías, en 2008) y la Guía para el Diseño de Vías Urbanas de Bogotá D.C. (publicada en 2015). Además, se hace uso de software como AutoCAD Civil 3D y ArcGIS 10.5 para respaldar el proceso de diseño.

En la investigación de Otero, Heredia, Fonseca, Cabrera, Gómez y López (2019) evaluaron la seguridad vial en carriles principales a través del análisis de conflicto en campo y micro simulación. Los carriles principales para autobuses son un método habitual para animar a las personas a utilizar el transporte urbano en lugar de conducir

sus propios coches. Dada su importancia en la planificación y administración del transporte urbanístico, es esencial analizar estas vías desde la perspectiva visual operativo y de la seguridad vial. Entre las Calles 39 y 45 de la Av. Carrillo 7° en Bogotá (Colombia), se analizó proactivamente la seguridad en las vías de esta forma de carriles por las razones antes mencionadas. Se realizó un análisis exhaustivo de los problemas de congestión utilizando el método sueco, que determina la gravedad de un conflicto en función de la duración hasta la colisión y la velocidad en conflicto. Utilizando datos de campo, se realizó un modelo de micro simulación y se reprodujo con éxito el funcionamiento del tráfico. El modelo base pudo validarse comparando los problemas de congestión simulados en VISSIM con los conflictos que se observan en SSAM. En el contexto adecuadamente ajustado, se crearon representaciones de tres situaciones diferentes, acompañadas de medidas de ingeniería diseñadas para disminuir la cantidad de conflictos que se identificaron.

En consecuencia, se determinó que el escenario más seguro es el especificado en las normas que regulan el uso de los carriles preferentes, pero que, en la actualidad, la mayoría de los usuarios no siguen. Sobre la base de los resultados, se sugiere que se modifique la normativa, incluidas las zonas y periodos de parada para taxis y vehículos privados.

En la investigación de Aarón et al. (2019), examina la movilización vehicular en 3 puntos distintos de las municipalidades de Riohacha, Maicao y La Guajira. Se usaron informaciones de flujo de vehículos como el tiempo de llegada a las colas, la densidad, la duración, las infracciones y otras intervenciones. Se realizó cuatro meses consecutivos de observación y descripción sistemáticas durante las horas críticas; las variables de flujo que afectaban a los lugares analizados, así como sus causas y efectos, se identificaron y describieron mediante diagramas de influencia. Es de conocimiento que la circulación de vehículos en las áreas de estudio provoca congestión debido al elevado número de automóviles en movimiento, y las regulaciones de tráfico actuales tienen un impacto limitado en la mejora de esta congestión. Además de las sanciones, los incidentes y los momentos de agitación, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producidas por los vehículos que están detenidos en estos puntos críticos contribuyen a una contaminación ambiental perjudicial que aún no ha sido abordada por las autoridades.

En su investigación, Herrera et al. (2018) describen un estudio que busca presentar un análisis de la implementación de herramientas de tecnología que ayuden en tomar elecciones durante el tráfico vehicular. De igual forma, se presenta en términos del

desarrollar un aplicativo que utiliza herramientas de Big Data que permiten la recolección, almacenamiento y procesamiento de cantidades masivas de información. Una de las características innovadoras del aplicativo es la utilización de Twitter que nos sirve para obtener información. Por ello, se usó su Interfaz de Programación de Aplicaciones (API), que facilita extraer datos en tiempo real de este aplicativo y saber los posibles lugares con congestión. Esta investigación muestra los resultados de los experimentos realizados durante nueve meses con la aplicación.

## **2.3 Estructura Teórica y Científica que sustenta el Estudio**

### ***2.3.1 Obras de infraestructura vial***

En un estudio que realizaron Ortiz y Tocto (2019) definen a la infraestructura vial como todos los componentes necesarios para garantizar un desplazamiento seguro y cómodo de vehículos, proporcionando una red de transporte terrestre que conecta al país y facilita el desplazamiento de las personas así como también de mercancías.

#### **2.3.1.1 Paso a desnivel.**

Según Oropeza y Vilca (2021) definen a obra de infraestructura como una solución de diseño donde es posible cruzar más de una autopista o carriles de ferrocarril a distintas alturas, y su propósito es permitir que los autos que pasan por el cruce realicen cualquier maniobra requerida para modificar su dirección. Resulta importante conocer el paso a desnivel o intersección a desnivel con el fin de conocer la función que cumple para reducir la congestión vehicular.



En la figura 3 se visualiza el paso a desnivel de 1 carril ubicado en la Av. Tomás Valle con Av. Angélica Gamarra en el distrito de San Martín de Porres, este paso a desnivel ayudó a disminuir la gran congestión vehicular que se genera en la zona Norte.

### **Figura 3**

*Paso a desnivel – Av. Tomás Valle con Av. Angelica Gamarra*



*Nota.* Construcción y Vivienda (2016)

En la figura 4 se visualiza el paso a desnivel realizado en la Av. Los Héroes con Av. Miguel Iglesias en el distrito de San Juan de Miraflores, este paso a desnivel simplificó el tiempo de traslado en gran magnitud, ya que esa zona es muy concurrida y antes de la creación del paso a desnivel, la congestión vehicular era inmensa.

### **Figura 4**

*Paso a desnivel – Av. Los Héroes con Av. Miguel Iglesias*



*Nota.* Perú Construye (2022)

En la figura 5 se visualiza el paso a desnivel en voladizo Colleague North Metromover Station, ubicado en la ciudad de Miami.

**Figura 5**

*Paso a desnivel con voladizo – Metromover Station, Miami*



*Nota.* Google Earth (2023)

En la figura 6 se visualiza el paso a desnivel en voladizo Okachimachi Station, Tokio

**Figura 6**

*Paso a desnivel con voladizo – Okachimachi Station, Tokio*



*Nota.* Google Earth (2023)

### 2.3.1.2 Software PTV Vissim

De acuerdo con PTV Group (2022), menciona el PTV VISSIM es una herramienta de simulación a nivel microscópico diseñada específicamente para analizar el tráfico en entornos urbanos y las operaciones relacionadas con el transporte público. Este software se destaca como líder en la simulación detallada del tráfico, ya que es capaz de representar a todos los participantes en la vía, incluyendo vehículos particulares, transporte de mercancías y todas las modalidades de transporte público, ya sea que se refiera al sistema ferroviario o al transporte tradicional. El éxito de VISSIM radica en su capacidad para modelar de manera precisa el comportamiento de estos agentes de tráfico, gracias a modelos científicamente desarrollados y validados. En consecuencia, VISSIM se convierte en una herramienta valiosa para evaluar diversas alternativas relacionadas con la planificación y el diseño de sistemas de tránsito y transporte. VISSIM se compone de tres componentes esenciales. El primero se encarga de representar la infraestructura vial, englobando elementos como las carreteras, los carriles, las señales de tráfico y las paradas del transporte público. El segundo componente se adapta a las particularidades de los vehículos y las condiciones específicas del flujo de tráfico. En cuanto al tercer componente, este abarca el control del tráfico y los dispositivos necesarios para gestionar intersecciones con semáforos. Además de estos tres componentes principales, VISSIM incorpora un bloque adicional encargado de generar los resultados de cada simulación que se realiza.

En la figura 7 se observa la simulación del software PTV VISSIM, este programa se usa para modelar y simular el flujo de vehículos, peatones y otros modos de transporte en carreteras, intersecciones, etc.

#### **Figura 7**

*Simulación de programa PTV Vissim*



*Nota.* PTV Group (2022)

De acuerdo con Wunderlich, Vasudevan y Wang (2019), comentan que la simulación a nivel microscópico consiste en la representación detallada del desplazamiento de vehículos individuales en intervalos de tiempo muy cortos, con el propósito de evaluar cómo funcionan sistemas de carreteras, calles, tráfico vehicular y la interacción con peatones. El análisis mediante la micro simulación se ha vuelto cada vez más relevante y evidente, impulsado tanto por el constante avance en la capacidad de software especializado en la simulación a pequeña escala, tanto por su uso extendido en la planificación y la ingeniería del transporte.

### ***2.3.2 Congestión vehicular***

Quispe y Ramirez (2022) concluyeron que técnicamente la congestión vehicular es la interferencia de los vehículos en el flujo normal de desplazamiento de otros vehículos en una vía. Esto ocurre en el instante que alcanza un grado de aglomeramiento que provoca que muchos automóviles circulen con una rapidez inferior a la rapidez de circulación óptima de la vía.

En la figura 8 se observa la congestión vehicular existente en Lima metropolitana en los horarios de mayor congestión vehicular.

### **Figura 8**

*Congestión vehicular en Lima-Perú*



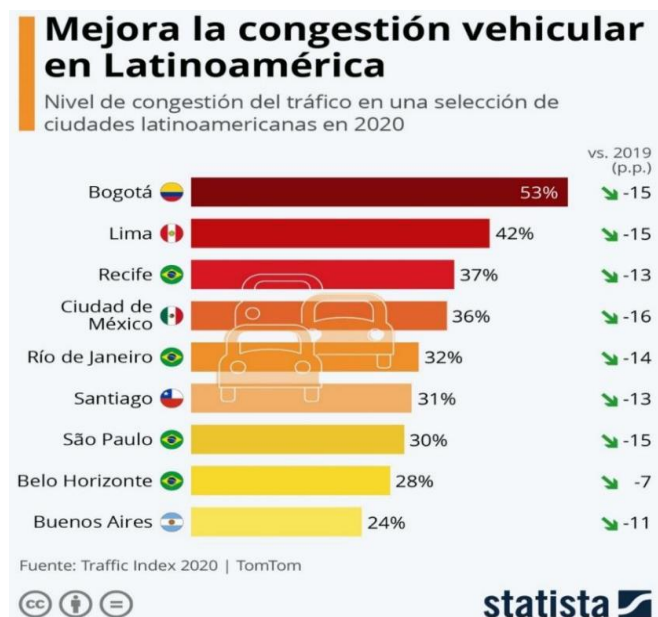
*Nota.* La República (2022)

De acuerdo con Medina y Ramírez (2022), a nivel nacional, Lima se destaca como la región con el mayor problema de congestión vehicular. En el año 2018, la Universidad del Pacífico realizó una encuesta que reveló que el 21.1% de los encuestados pasa entre dos y tres horas al día atrapados en el tráfico. Esto indica que la mayoría de los residentes de Lima deben dedicar una cantidad significativa de tiempo para llegar a sus lugares de trabajo, centros de estudio y otras actividades cotidianas. Para obtener una perspectiva más precisa, el índice de congestión vehicular en la ciudad de Lima disminuyó en un 15%, según datos del tráfico. Es importante señalar que esta disminución se produjo durante el período de la pandemia de COVID-19, lo que influyó en los patrones de desplazamiento y en la reducción de la congestión vehicular en ese momento.

En la figura 9 se observa la mejora de la congestión vehicular en Latinoamérica en el año 2020, siendo Buenos Aires la zona con menor congestión vehicular.

### Figura 9

*Mejora de la congestión vehicular en Latinoamérica*



*Nota.* Pasquali (2021)

#### 2.3.2.1 Volumen de tráfico

De acuerdo a UNAM (2019), menciona que volumen de tráfico se refiere cantidad de vehículos en una vía, calle o autopista, conocido como volumen de tráfico vehicular o simplemente tráfico, es el resultado de la circulación de automóviles. Antes de planificar cualquier aspecto geométrico de una carretera o calle, es esencial comprender las particularidades del tránsito que utilizará esa ruta. Examinar los componentes del flujo

vehicular proporciona una comprensión de las particularidades y el comportamiento del tráfico, aspectos fundamentales para la planificación, diseño y operación de carreteras, calles y otras estructuras relacionadas en el sistema de transporte. Al aplicar los principios de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe el movimiento de los vehículos en diversas vías, lo que simplifica la evaluación de su eficiencia. Uno de los resultados más valiosos que se obtienen mediante el análisis del flujo vehicular es la creación de modelos, tanto a nivel microscópico como macroscópico, que establecen relaciones entre diferentes variables, como el volumen de tráfico, la velocidad, la densidad y los espacios entre vehículos. Estos modelos han sido cruciales para el desarrollo de conceptos como la Capacidad y los Niveles de Servicio, que se aplican a diversas categorías de elementos en la infraestructura vial.

En la figura 10 se observa el volumen de tráfico que existe en Lima Metropolitana en los horarios de hora punta.

### **Figura 10**

*Volumen de tráfico en Lima-Perú*



*Nota.* El Peruano (2022)

#### **2.3.2.2 Tiempo de traslado**

De acuerdo a Gamboa (2020), el tiempo de desplazamiento alude al lapso requerido para moverse desde un punto de partida hacia un destino particular, empleando una variedad de medios de transporte, tales como el desplazamiento a pie, la conducción de un vehículo, el uso del transporte público o cualquier otro modo de transporte disponible. Este tiempo de traslado puede variar significativamente según la distancia entre los puntos, las condiciones de tráfico, la velocidad del medio de transporte y otros factores que puedan afectar la duración del viaje.







### 2.3.2.3 Nivel de servicio

De acuerdo a Gonzales y Machaca (2021), menciona que nivel de servicio se podría expresar de la siguiente manera: El nivel de servicio puede ser interpretado como una medida de la calidad que proporciona el funcionamiento de la infraestructura vial a los usuarios. De acuerdo con las pautas del HCM 2010, se definen seis niveles de servicio, abreviados como "LOS" por sus siglas en inglés (Level of Service), los cuales se califican subjetivamente utilizando letras que van desde la A hasta la F. En el nivel de servicio A, se experimenta un flujo de tráfico completamente fluido, mientras que en el nivel F se alcanza un flujo vehicular congestionado, lo que indica que la vía está operando en su capacidad máxima.

En la figura 11 observamos la clasificación de los niveles de servicio que existen. Se utilizarán los niveles de servicio para evaluar la clasificación del grado de congestión vehicular existente en la zona de estudio.

**Figura 11**

*Niveles de servicio*

A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de los vehículos es la que elige libremente el conductor</li> <li>• Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo sin sufrir demoras</li> <li>• Condiciones de circulación libre y fluida</li> </ul>	
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos</li> <li>• Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas</li> <li>• Circulación estable a alta velocidad</li> </ul>	
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos</li> <li>• Aumento de demoras de adelantamiento</li> <li>• Formación de colas poco consistentes</li> <li>• Nivel de circulación estable</li> </ul>	
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes</li> <li>• Formación de colas en puntos localizados</li> <li>• Dificultad para efectuar adelantamientos</li> <li>• Condiciones inestables de circulación</li> </ul>	
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de operación bajas y volúmenes próximos a la capacidad máxima</li> <li>• Formación de largas colas de vehículos</li> <li>• Imposible efectuar adelantamientos</li> <li>• Define la capacidad de una carretera</li> </ul>	
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de largas colas y velocidades de operación muy bajas</li> <li>• La intensidad sobrepasa la capacidad de la vía</li> <li>• Circulación intermitente mediante interrupciones y rupturas de flujo</li> <li>• La circulación se realiza de forma forzada</li> </ul>	

*Nota.* MTC (2020)

### 2.3.3 Herramientas informáticas

✓ Sistema de Información Geográfica

- ✓ ArcGIS Pro
- ✓ Google Maps
- ✓ Waze
- ✓ Excel
- ✓ PTV Vissim

## **2.4 Definición de Términos Básicos**

### ***2.4.1 Infraestructura vial***

Cualquier camino rural o urbano, arteria, calle o ferrocarril, así como sus obras auxiliares, que sean de dominio público y estén disponibles para su uso.

### ***2.4.2 Sistematización de información***

La sistematización permite organizar los datos recopilados previamente para que su análisis se pueda realizar fácilmente por parte de las personas interesadas.

### ***2.4.3 Sistema de Información Geoespacial***

Los Sistemas de Información Geoespacial (SIG) es un sistema de información que permiten almacenar, gestionar, analizar, representar gráficamente y visualizar diversas categorías de datos referenciados espacialmente. Es el registro digital con combinaciones de valores de atributos que lo distinguen de otros datos geoespaciales. Debe estar georreferenciado y contener un atributo relacionado con el tiempo a efectos de comparación.

### ***2.4.4 Paso a desnivel***

Es una infraestructura vial diseñada para separar de forma segura y eficiente el flujo de vehículos en diferentes niveles. Consiste en una estructura elevada que permite que una carretera o vía de tránsito pase por encima o por debajo de otra, evitando así la intersección de tráfico en el mismo nivel.

### ***2.4.5 Volumen de tráfico***

Es referente a la cantidad de autos, buses o camiones que circulan por una vía de tránsito en un período de tiempo específico. Representa la medida cuantitativa del flujo de vehículos que transitan por una carretera, calle o cualquier otra ruta de transporte.

### ***2.4.6 Capacidad de la vía***

Se refiere a la cantidad más alta de autos, buses o camiones que pueden transitar por ella de manera segura y eficiente durante un período de tiempo determinado, esto representa la capacidad que tiene la vía para manejar el flujo de tráfico sin que se produzcan congestiones o deterioro en la velocidad de desplazamiento.



## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1 Hipótesis general.

Proponiendo la obra de infraestructura vial en Lima Centro se reduce la congestión vehicular sistematizando la información geoespacial a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).

### 3.2 Hipótesis específicas.

- Determinando la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México, se propone un paso a desnivel.
- Proponiendo un paso a desnivel aplicando un software de simulación se reduce el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México.
- Proponiendo un paso desnivel aplicando el software de simulación de flujo vehicular se puede calcular la mejora del nivel de servicio en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual.

### 3.3 Variables

#### 3.3.1 *Obra de infraestructura vial*

Las obras de infraestructura vial se refieren a las actividades de construcción, ampliación, mantenimiento o mejora realizadas en las vías de tránsito, como carreteras, calles, puentes, túneles y otras estructuras relacionadas. Estas obras tienen como objetivo principal mejorar la calidad, la capacidad y la seguridad de las vías de transporte, así como proporcionar una mejor conectividad y facilitar el flujo eficiente de vehículos y peatones.

#### 3.3.2 *Congestión vehicular*

Es el momento en el cual existe una acumulación excesiva de vehículos en una vía de tránsito, da como resultado la reducción de la velocidad y un aumento en los tiempos de viaje. Es una condición en la que el flujo de tráfico se ve obstaculizado debido a la incapacidad de la infraestructura vial existente para manejar el volumen de vehículos que intentan circular por ella.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presenta la metodología que se aplicó para realizar la investigación requerida con el propósito de concluir la tesis y obtener el grado académico correspondiente.

### **4.1 Tipo, método y Diseño de la Investigación**

#### ***4.1.1 Tipo de estudio***

La investigación es descriptiva, correlacional y explicativa, dado que se genera el inconveniente de la congestión vehicular y se relaciona la variable independiente y dependiente, se determinó que el número de vehículos aumenta con el incremento anual de la población, por lo que se implementó una solución progresiva empleando una metodología de sistemas de información geográfica.

#### ***4.1.2 Método de investigación***

Este proyecto de estudio es cuantitativo dado que recopila información respecto a la congestión vehicular, para de esta forma poder analizar y brindar la propuesta de obra de infraestructura vial que permita mejorar la congestión vehicular, tiene alcance correlacional ya que examina la relación entre las obras de infraestructura vial y la congestión vehicular en horas punta.

#### ***4.1.3 Diseño de la investigación***

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), definen que el estudio longitudinal es un diseño de investigación que implica la recolección de datos de la misma muestra o grupo de individuos a lo largo de un período de tiempo prolongado. Este diseño tiene como objetivo principal observar y analizar cómo cambian o evolucionan ciertos fenómenos, variables o características en una población a medida que transcurre el tiempo.

El presente proyecto de investigación es longitudinal porque se realizó un conteo de vehículos en la zona en las horas punta a fin de proponer una obra de infraestructura vial para mejorar la congestión vehicular.

##### ***4.1.3.1 Nivel de la investigación***

Según Hernández et al., (2014) la investigación aplicada, se refiere a la investigación que tiene como objetivo la aplicación práctica de los conocimientos y la generación de soluciones a problemas concretos en la vida real. Se caracteriza por su enfoque en la resolución de problemas prácticos, la toma de decisiones informadas y la creación de aplicaciones útiles y relevantes para la sociedad o las organizaciones.

Por ello, esta investigación es aplicada, debido que recolectó información respecto a la congestión vehicular en la zona, justamente en el distrito de La Victoria en la Av. Aviación entre la Av. 28 de Julio y Av. México, para de esta forma poder analizar y proponer una obra de infraestructura vial mediante la sistematización de información geoespacial a través del SIG, esto con el fin de disminuir esta congestión vehicular, tiene alcance correlacional ya que examina la relación entre la obra de infraestructura vial y la congestión vehicular en hora punta.

#### **4.2 Población y Muestra**

De acuerdo con Borja (2016), define a partir de un criterio estadístico, que se llama población al grupo de recursos que van a ser fundamento de estudio.

La población en la presente investigación está conformada por el parque automotor de Lima Metro.

Según Borja (2016), en una investigación cuantitativa, la muestra que se examina es un subconjunto de la población de la cual se obtendrán los datos. El investigador debe asegurarse de que los resultados obtenidos de la muestra sean aplicables o extrapolables a toda la población. Es crucial que la muestra esté representada de manera estadística. Para seleccionar la muestra, el investigador debe seguir los siguientes procedimientos: identificar a quienes serán objeto de estudio dentro de la muestra y determinar el tamaño de la misma. El primer paso en la selección de una muestra implica definir una unidad de análisis que sea relevante para el objeto de estudio de la investigación.

La muestra de estudio en el presente proyecto de investigación está conformada por la Av. Aviación en el tramo desde Av. 28 de Julio hasta Av. México en el distrito de La Victoria.

#### **4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

En este proyecto de investigación, se aplicaron dos métodos para obtener los datos: la utilización de datos secundarios y la observación directa.

Según la definición proporcionada por Hernández et al., (2014), los datos secundarios se refieren a la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o digitales. En el inicio de la investigación, se buscó información relevante para el tema del proyecto, como libros teóricos, revistas científicas, artículos, registros de congestión vehicular en el distrito, tesis de investigación tanto nacionales como internacionales, así como

solicitudes de planos catastrales. Estos datos se sistematizan a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Hernández et al., (2014) definen la observación como el registro preciso y confiable de eventos y momentos observables utilizando un conjunto de categorías y subcategorías. Se especifican los comportamientos que serán observados y la forma en que serán medidos o cuantificados, lo que hace que sea una observación estructurada. En este método, se modifica la variable independiente, que en esta investigación son las obras de infraestructura vial, a través de datos de tráfico de la región. El objetivo fue analizar y proponer una mejora en la congestión vehicular en las carreteras, y esta propuesta se implementará utilizando el software ArcGIS y PTV Vissim.

Siguiendo la definición de Hernández et al., (2014), un instrumento de medición recopila datos observables que representan con precisión los conceptos o parámetros que el investigador tiene en mente. Además, el instrumento de medición debe cumplir con tres aspectos principales: confiabilidad, validez y objetividad. La confiabilidad se refiere a la medida en que un instrumento genera resultados consistentes de manera sistemática. La validez se relaciona con el grado en que un instrumento puede medir la variable que se planea evaluar. Por último, la objetividad indica en qué medida el instrumento puede verse afectado por sesgos y tendencias comunes entre los investigadores que lo emplean, evalúan y analizan.

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son información de tráfico de la zona para la evaluación de congestión vehicular, tablas, Excel y el software ArcGIS para realizar los mapas con la obra de infraestructura vial a proponer, con ellos se obtuvieron mejores respuestas a futuro ante la congestión vehicular.

#### **4.4 Descripción de Procedimientos de Análisis de Datos**

Con la data que se obtiene de la zona de análisis por información de tráfico, tesis, fotografías y videos, se analizó el tráfico de la zona con los respectivos instrumentos, esto se da con la finalidad de proponer obras de infraestructura vial y que de esta manera demuestre la mejora de la congestión vehicular, así se tendría una mejor organización y transitabilidad vehicular.

La información se obtuvo de libros, tesis nacionales e internacionales y parpes nacionales e internacionales.

Para el proceso del desarrollo de la investigación contamos con distintos proyectos guías de propuestas de obras de infraestructura vial en distintos escenarios, estos nos ayudarán a tener un mejor enfoque respecto a lo que realizaremos.

Primero se realizará la recolección y sistematización de información geoespacial a través del SIG respecto al tráfico de la zona, de esta manera se obtienen la congestión vehicular en horarios pico, al obtener estos datos se procede a realizar los mapas con las propuestas de obras de infraestructura vial que se requerirán para mejorar la congestión vehicular en la zona.

Con ayuda de la escala de los registros de congestión vehicular compatibles, para realizar los mapas temáticos se usó el programa ArcGIS y para realizar la propuesta del paso a desnivel, se realizó mediante el software PTV Vissim.

Finalmente, se debe realizar los mapas temáticos que representen un apoyo en la disminución de congestión vehicular en la zona.

# CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

## 5.1 Información de la zona de estudio

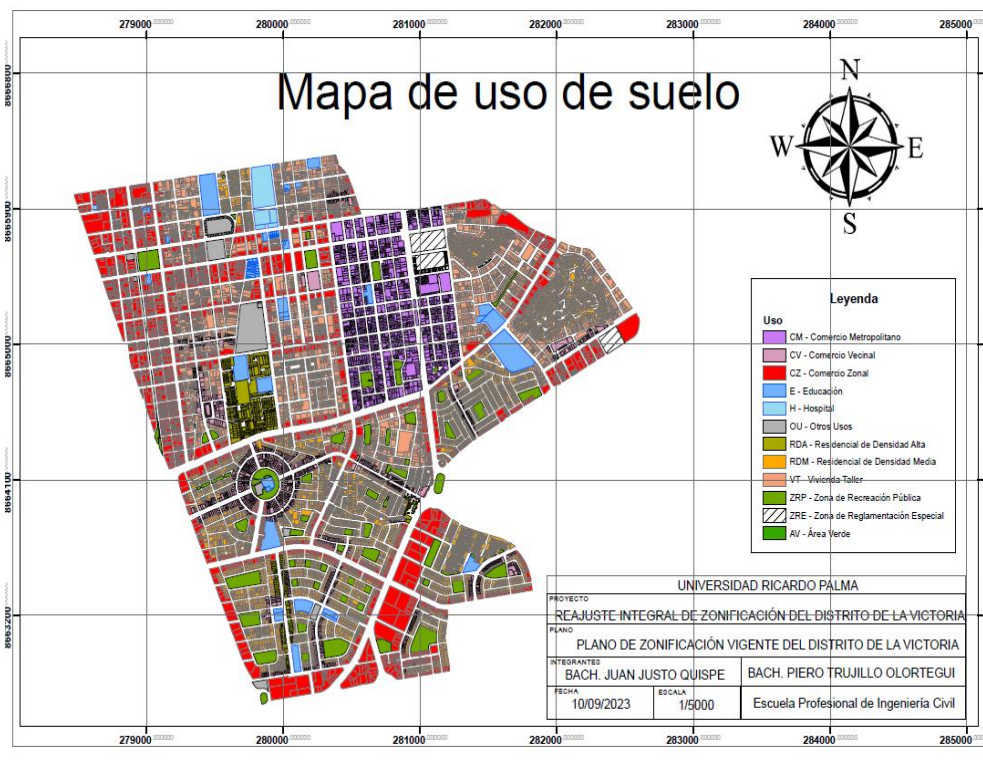
### 5.1.1 Información general del distrito de La Victoria

En la presente investigación, los datos de zonificación y subdivisión del uso del suelo del distrito de La Victoria fueron obtenidos del mapa en AutoCAD que se obtuvo por el área de catastro de la Municipalidad Distrital de La Victoria y actualizados utilizando imágenes satelitales de Google Earth Pro y visitas de campo.

En la figura 12 se actualizó el mapa de catastro con el uso del programa ArcGIS para realizar el mapa de uso de suelo como se puede visualizar.

**Figura 12**

*Mapa de uso de suelo del distrito de La Victoria*



*Nota.* Elaboración propia mediante Software ArcGIS Pro

### 5.1.2 Delimitación de zona de estudio

De acuerdo con Google Maps, el área de estudio está delimitada por la congestión vehicular más severa del distrito de La Victoria, donde las principales avenidas involucradas son Av. Aviación con límites en la Av. 28 de Julio y Av. México. La zona donde se realizó el estudio es predominantemente comercial, con comercios designados, ambulantes y viviendas de densidad media, además de áreas recreativas.

En la figura 13 se visualiza el tramo de estudio mostrando la gran congestión vehicular que se genera en hora punta.

#### Figura 13

*Congestión vehicular típica en el tramo de estudio*



*Nota.* Elaboración propia mediante software Google Maps

En la figura 14 se visualiza la congestión vehicular que se genera al llegar al semáforo de Estación Gamarra en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 14**

*Congestión vehicular Av. Aviación – Hora 18:30-19:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 15 se visualiza la congestión vehicular que se genera en la Av. Aviación con Av. San Cristóbal en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 15**

*Congestión vehicular Av. Aviación con Av. San Cristobal*



*Nota.* Elaboración Propia



En la figura 16 se visualiza la gran congestión vehicular que se genera en el tramo de estudio debido a los comerciantes ambulantes y a la gran cantidad de personas que se aglomeran por ingresar a la estación Gamarra de la línea 1 en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 16**

*Congestión vehicular Estación Gamarra - Hora 18:30-19:30pm*

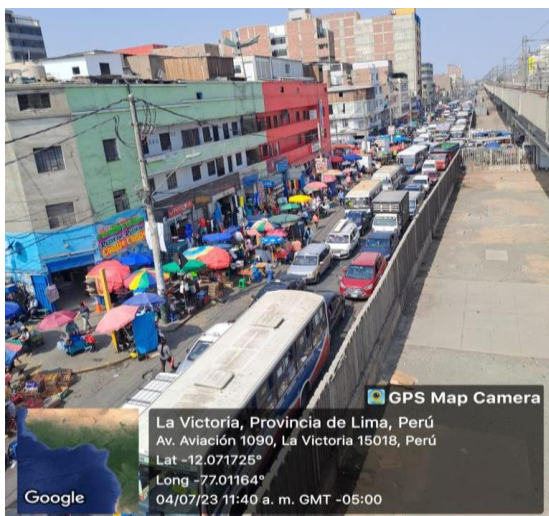


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 17 se visualiza la congestión vehicular en el tramo de la Av. Aviación con dirección a la Av. México en el horario de 12:30 a 13:30pm

**Figura 17**

*Congestión vehicular Av. Aviación – Hora de 12:30-13:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 18 se observa la congestión vehicular al llegar al semáforo de la Av. México en el horario de 9:30 a 10:30am, formándose una gran fila de autos particulares en su mayoría.

### **Figura 18**

*Congestión vehicular Av. México – Hora 9:30-10:30am*

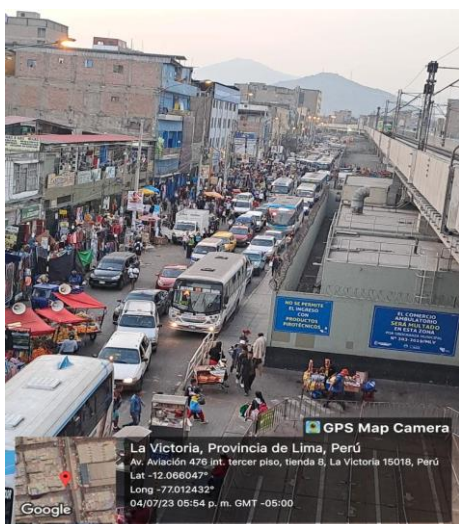


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 19 se muestra la gran congestión vehicular que se genera en el sentido de Sur a Norte, en el tramo de la Av. Aviación con dirección a Av. 28 de Julio en el horario de 18:30-19:30pm.

### **Figura 19**

*Congestión vehicular Estación Gamarra – Hora 18:30-19:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

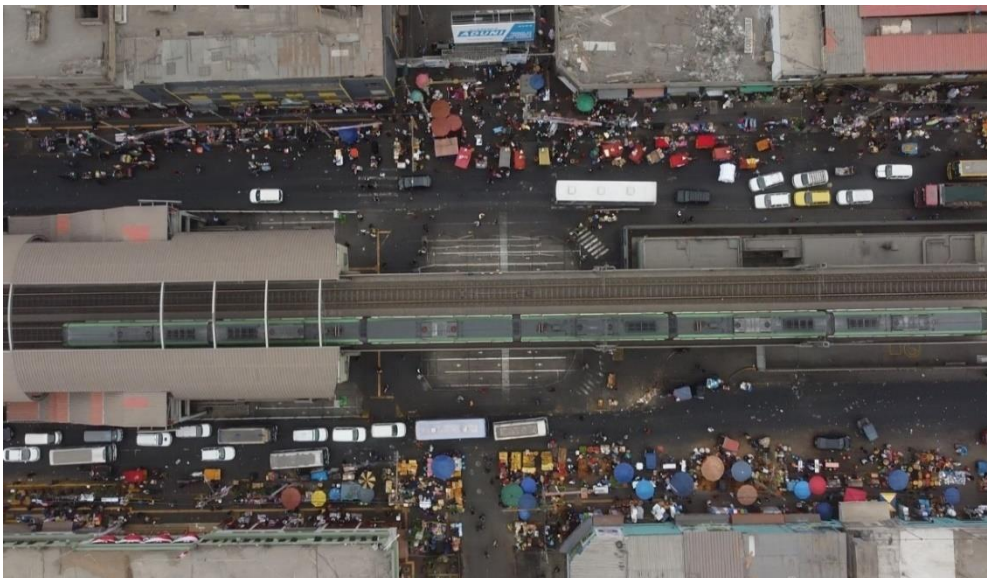
### **5.1.3 Vuelo de drone**

Se realizó los respectivos vuelos de drone en los horarios de hora punta, un vuelo fue por la mañana en el horario de 9:30-10am y el otro horario fue por la noche de 18:30-19:30pm. Estos vuelos de drone nos permitieron capturar imágenes aéreas y grabar videos desde una perspectiva aérea, esto permitió obtener una vista panorámica del área de estudio y de la congestión vehicular en tiempo real. Esto ayudó a identificar patrones de tráfico y evaluar el grado de congestión en diferentes momentos del día. El vuelo de drone también nos ayudó a evaluar la calidad de la infraestructura vial, identificar puntos de congestión recurrentes y realizar un seguimiento de cualquier necesidad de mantenimiento o mejora en el tramo de estudio. Por último, el vuelo de drone nos fue más rentable y eficiente que otros métodos de monitoreo, como la instalación de cámaras fijas o la observación manual del tráfico. Los drones permiten cubrir grandes áreas en poco tiempo y sin la necesidad de infraestructura costosa.

En la figura 20 se visualiza la congestión vehicular que se genera en ambos sentidos en la estación Gamarra en el horario de 9:30 a 10:30am, se logra ver que el comercio ambulatorio abarca casi 1 vía y media en ambos sentidos del tramo de estudio.

#### **Figura 20**

*Vuelo de drone, Estación Gamarra - Hora 9:30-10:30am*



*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 21 se visualiza que en el horario de 12:30 a 13:30pm hay una mayor congestión vehicular en el sentido de Norte a Sur en el tramo de Av. 28 de Julio hasta Av. México cerca del semáforo de Estación Gamarra.

### **Figura 21**

*Vuelo de drone, Av. Aviación – Hora 12:30-13:30pm*

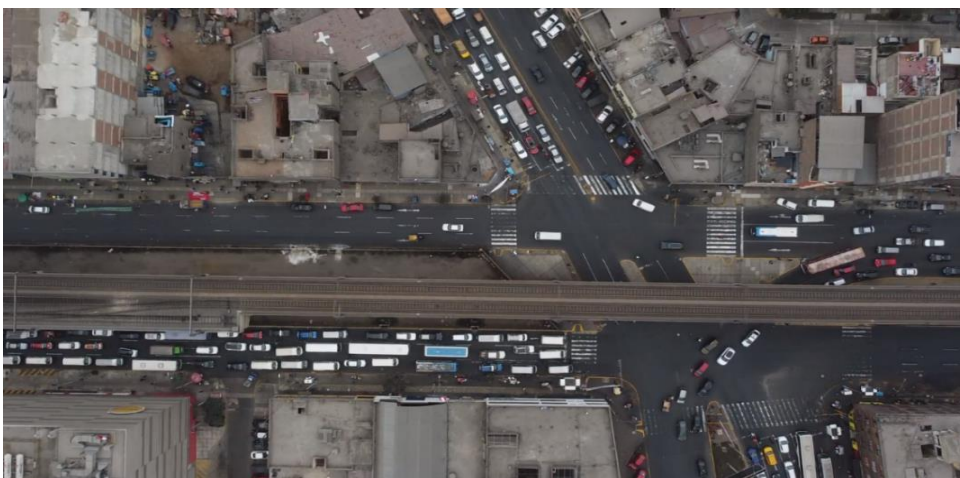


*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 22 se visualiza la congestión vehicular que se genera en el semáforo de la Av. Aviación con Av. México, pudiendo notar que la causa principal de la congestión vehicular es por el semáforo en rojo que dura 146 segundos y el semáforo en verde dura tan solo 51 segundos.

### **Figura 22**

*Vuelo de drone, Av. Aviación con Av. México – Hora 12:30-13:30pm*



*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 23 se muestra la gran fila de autos de congestión vehicular que se genera en el tramo de la Av. Aviación con Av. México en el sentido de Norte a Sur, en el horario de 9:30-10:30am

**Figura 23**

*Congestión vehicular cruce con Av. México – Hora 9:30-10:30am*



*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 24 se visualiza la gran cantidad de personas en la estación Gamarra en el horario de 18:30 a 19:30pm, se observa que incluso interrumpen el tránsito en una vía.

**Figura 24**

*Vuelo de drone, Estación Gamarra – Hora 18:30 a 19:30pm*



*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 25 se visualiza la congestión vehicular en el tramo de Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 18:30-19:30pm, ya con las vías un poco más libres debido a que el comercio ambulatorio se fue retirando.

### **Figura 25**

*Vuelo de drone, Av. Aviación – Hora 18:30-19:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

#### ***5.1.4 Congestión vehicular***

Se llevaron a cabo investigaciones en las carreteras más transitadas de la red vial, aquellas con un Índice Medio Diario (IMD) más elevado.

Se realizó un estudio de campo del flujo de tráfico en la Avenida Aviación, abarcando desde la Avenida 28 de Julio hasta la Avenida México en horas punta donde se genere mayor congestión vehicular, con el propósito de obtener una comprensión más precisa sobre la cantidad y la tipología de vehículos que circulan en esa área.

En la figura 26 se observa el sentido de las vías de la zona de estudio de la Av. Aviación desde 28 de Julio hasta Av. México. Se puede observar que hay una mayor congestión vehicular en la zona de estudio, esto debido a la cantidad y tiempo de los semáforos, también de los comerciantes ambulantes.

**Figura 26**

*Congestión vehicular típica en la zona de estudio*



*Nota.* Elaboración Propia

## **5.2. Recopilación de datos en la zona de estudio**

### **5.2.1 Conteo vehicular**




















Se efectuó el registro de tráfico en el cruce de las Avenidas Aviación y México desde las 07:00 horas hasta las 22:00 horas durante un período de cuatro días, con el fin de calcular el Índice Medio Diario (IMD). Este cálculo se basó en el formulario de clasificación de vehículos proporcionado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Después de completar el formulario de clasificación de vehículos, los valores se ingresaron en una hoja de cálculo de Excel para calcular el Índice Medio Diario (IMD). Además, se generaron gráficos de barras para visualizar el tipo de vehículos que predominaban en cada día.

En la figura 27 se observa el conteo vehicular in-situ que se realizó en la Av. México con Av. Aviación en los distintos horarios, iniciando en el horario de 9:30-10:30am, seguido del horario de 12:30 a 13:30pm y, por último, en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 27**

*Conteo vehicular de Av. Aviación con Av. México*

TIPOS DE VEHÍCULOS		AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN					
		MAÑANA 9:30-10:30am		TARDE 12:30-13:30pm		NOCHE 6:30-7:30pm	
		NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE
Auto 		305	135	243	203	405	165
Station Wagon 		50	22	43	26	32	7
Pick up 		6	0	8	2	5	3
Panel 		5	6	2	3	12	
Rural combi 		103	28	40	29	95	50
Micro 		30	17	46	21	17	29
Bus 2E 		28	18	18	21	19	17
Bus >=3E 							
Camión 2E 		36	9	5	9	1	3
Camión 3E 		2		1			
Camión 4E 				1		1	
Semi Trayler T2S1/T2S2 							
Semi Trayler T2S3 							
Semi Trayler T3S1/3S2 							
Semi Trayler T3S3 							
Trayler 2T2 							
Trayler 2T3 							
Trayler 3T2 							
Trayler >=3T3 							
Mototaxi		5	2	13	11	1	4
TOTAL		570	237	420	325	588	278

*Nota.* Elaboración Propia

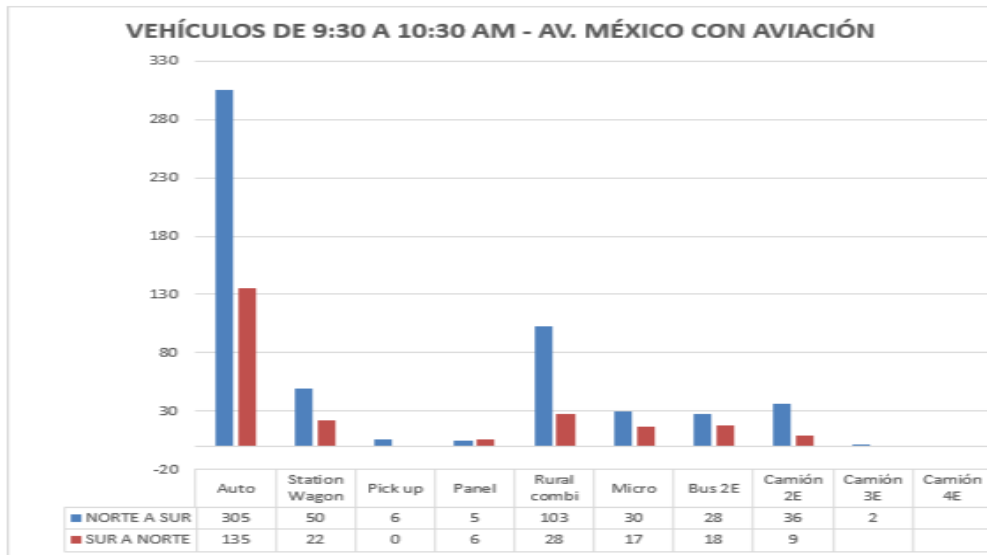
Con estos datos de la Av. México con Av. Aviación se pudo elaborar los umbrales en los cuales se puede visualizar la cantidad de vehículos que pasan por la zona de estudio en las horas punta en sentido de Norte a Sur y de Sur a Norte.



En la figura 28 se observa el gráfico de barras de acuerdo con la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación con Av. México en el horario de 9:30 a 10:30am.

**Figura 28**

*Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 9:30am-10:30 am*

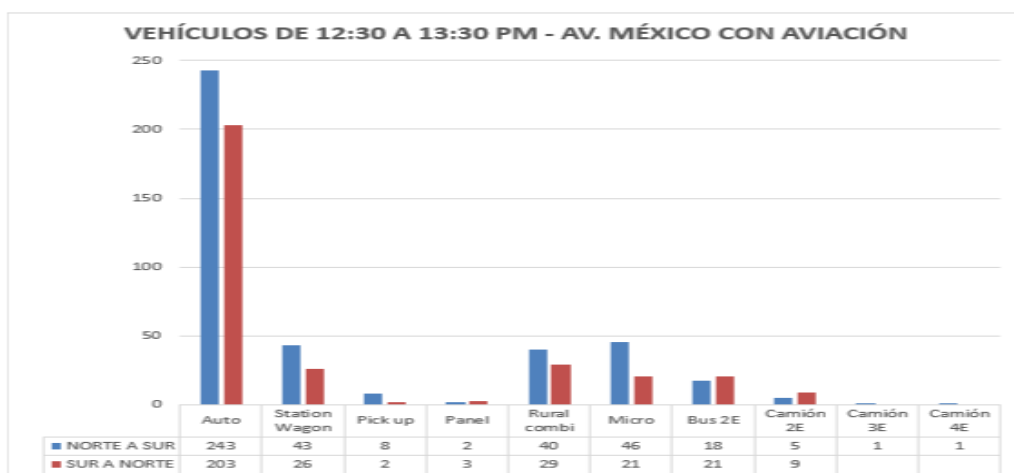


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 29 se observa el gráfico de barras de acuerdo con la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación con Av. México en el horario de 12:30 a 13:30pm.

**Figura 29**

*Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 12:30-13:30 pm*

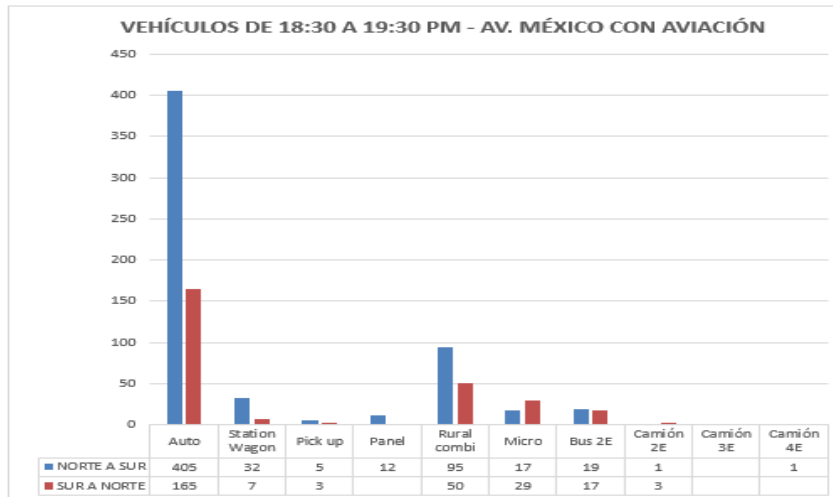


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 30 se observa el gráfico de barras de acuerdo con la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación con Av. México en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 30**

*Cantidad de vehículos en tramo de estudio – Hora 18:30pm a 19:30 am*

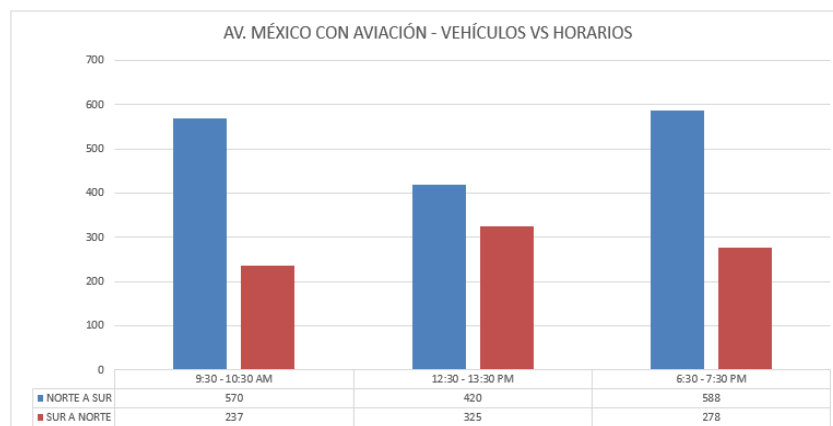


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 31 se realiza una comparación entre la cantidad de vehículos que transitan en la Av. Aviación con Av. México en cada sentido en los 3 horarios que se manifestó mayor congestión vehicular (hora punta).

**Figura 31**

*Comparación de cantidad de vehículos en horas punta*
























*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 32 se observa el conteo vehicular in-situ que se realizó en la estación Gamarra (Av. Aviación) en los distintos horarios, iniciando en el horario de 9:30-10:30am, seguido del horario de 12:30 a 13:30pm y, por último, en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 32**

*Conteo vehicular Estación Gamarra con Av. Aviación*

		ESTACIÓN GAMARRA (AV. AVIACIÓN)					
TIPOS DE VEHÍCULOS		MANANA		TARDE		NOCHE	
		9:30-10:30am		12:30-13:30pm		6:30-7:30pm	
		NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE
Auto		450	270	490	412	260	184
Station Wagon		86	44	86	52	42	2
Pick up		18	0	16	4	6	2
Panel		8	12	4	6		1
Rural combi		48	44	80	58	56	10
Micro		60	34	92	42	62	38
Bus 2E		44	36	36	42	14	19
Bus >=3E							
Camión 2E		6	18	10	18	6	2
Camión 3E		2		2			
Camión 4E		2		2			
Semi 1trayler							
T2S1/T2S2							
Semi Trayler T2S3							
Semi 1trayler							
T3S1/3S2							
Semi Trayler T3S3							
Trayler 2T2							
Trayler 2T3							
Trayler 3T2							
Trayler >=3T3							
Mototaxi		16	2	13	11	5	7
TOTAL		740	460	831	645	451	265

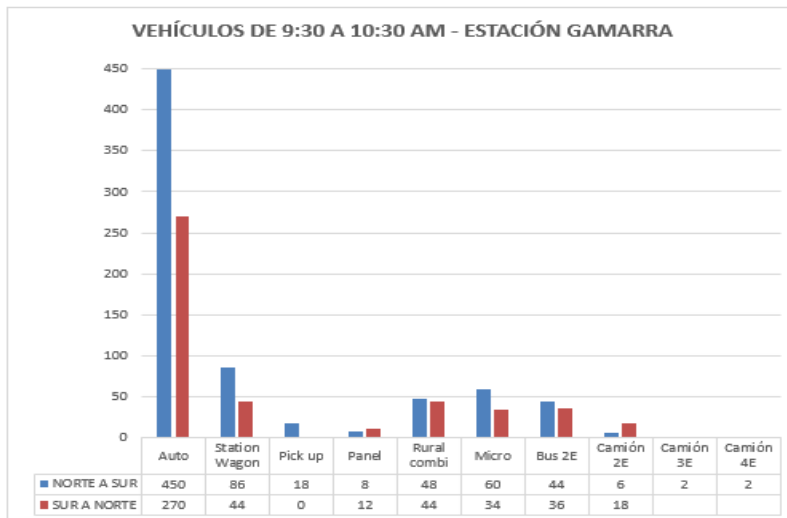
*Nota.* Elaboración Propia

Con estos datos de la Estación Gamarra con Av. Aviación se pudo elaborar los umbrales en los cuales se puede visualizar la cantidad de vehículos que pasan por la zona de estudio en las horas punta en sentido de Norte a Sur y de Sur a Norte.

En la figura 33 se observa el gráfico de barras de acuerdo a la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación en específico en la estación Gamarra en el horario de 9:30 a 10:30am.

**Figura 33**

*Cantidad de vehículos que circulan de 9:30-10:30am*

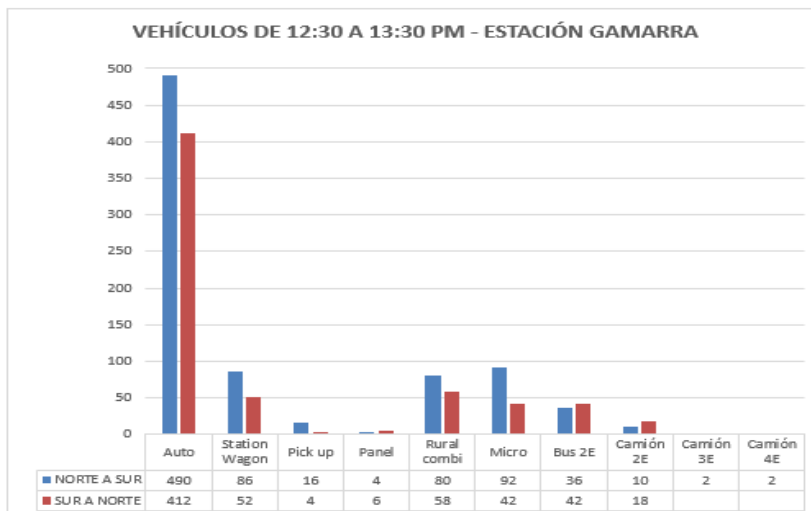


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 34 se observa el gráfico de barras de acuerdo con la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación en Estación Gamarra en el horario de 12:30 a 13:30pm.

**Figura 34**

*Cantidad de vehículos que circulan de 12:30 pm a 13:30pm*

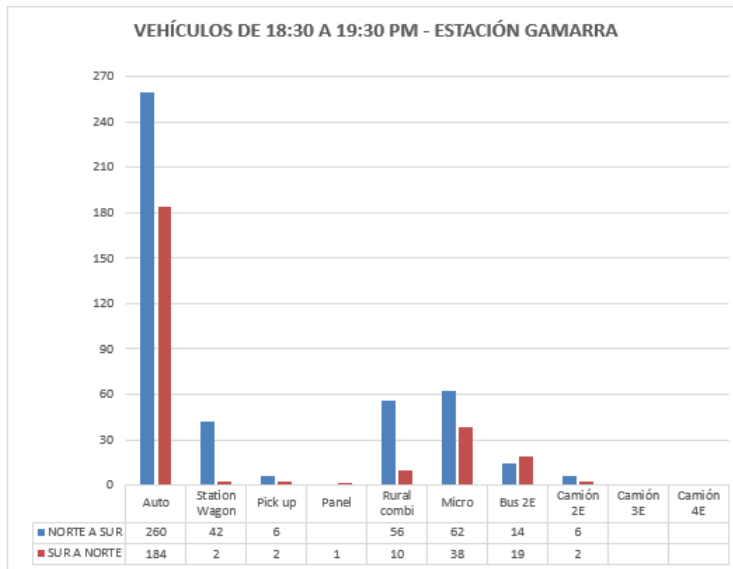


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 35 se observa el gráfico de barras de acuerdo a la cantidad de vehículos que circulan por la Av. Aviación en Estación Gamarra en el horario de 18:30 a 19:30pm.

**Figura 35**

*Cantidad de vehículos que circulan de 18:30 a 19:30pm*

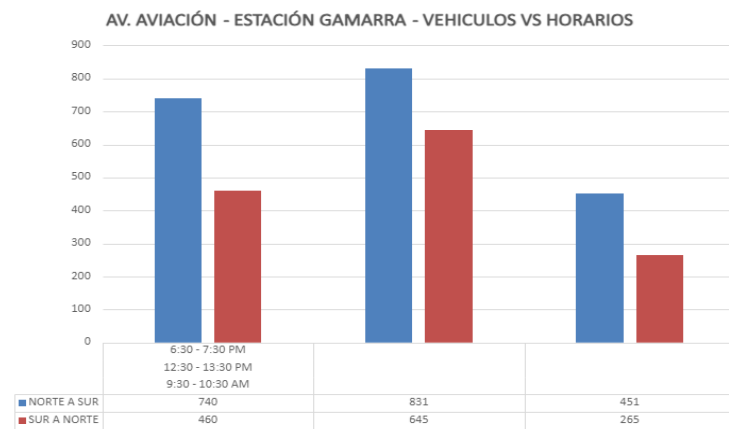


*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 36 se realiza una comparación entre la cantidad de vehículos que transitan en la Av. Aviación- Estación Gamarra en cada sentido en los 3 horarios que se manifestó mayor congestión vehicular (hora punta).

**Figura 36**

*Comparación de cantidad de vehículos en Estación Gamarra*



*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 37**

*Hoja de cálculo de estudio de clasificación vehicular*

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		AV. MÉXICO CON AV. AVILACIÓN										ESTACION									
SENTIDO		Norte a Sur										E-01									
UBICACIÓN		Distrito La Victoria										DIA Y FECHA									
09:30-10:30 am	305	50	6	5	103	30	28	36	2											5	570
12:30-13:30 pm	243	43	8	2	40	46	18		5	1	1									13	420
18:30-19:30 pm	405	32	5	12	95	17	19		1	1										1	588

TRAMO DE LA CARRETERA		AV. MÉXICO CON AV. AVILACIÓN										ESTACION									
SENTIDO		Sur a Norte										E-01									
UBICACIÓN		Distrito La Victoria										DIA Y FECHA									
09:30-10:30 am	135	22	0	6	28	17	18			9										2	237
12:30-13:30 pm	203	26	2	3	29	21	21			9										11	325
18:30-19:30 pm	165	7	3		50	29	17		3											4	278

*Nota.* Elaboración Propia

**5.2.2 Tiempo de traslado actual**

En la figura 38 se observa el tiempo de traslado y la velocidad promedio actual en hora punta desde 28 de Julio hasta Av. México siendo este el tiempo de 19 minutos y 55 minutos en sentido Norte a Sur.

**Figura 38**

*Tiempo de traslado actual desde Av. 28 de Julio hasta Av. México*



*Nota.* Speedometer

### 5.3 Cálculos en la zona de estudio

Formulación de factor verde

$$fv = \frac{\text{fase verde}}{\text{Ciclo total semafórico}}$$

En la tabla 1 observamos el tiempo de cambio de los semáforos de la Av. México con Av. Aviación y Estación Gamarra en los diferentes horarios mañana tarde y noche. Para poder calcular el ciclo semafórico sumamos el tiempo en rojo, tiempo ámbar y tiempo en verde.

**Tabla 1**  
*Tiempo cambio de semaforización*

#	Lugar	Sentido	Tiempo en Rojo	Tiempo Ámbar	Tiempo en Verde	Ciclo Semafórico	Factor Verde
1	Av. México con Av. Aviación - Mañana	Norte a Sur	146	3	51	200	0,255
2	Av. México con Av. Aviación - Mañana	Sur a Norte	146	3	51	200	0,255
3	Estación Gamarra Mañana	Norte a Sur	40	3	75	118	0,636
4	Estación Gamarra Mañana	Sur a Norte	40	3	75	118	0,636
5	Av. México con Av. Aviación tarde	Norte a Sur	146	3	51	200	0,255
6	Av. México con Av. Aviación Tarde	Sur a Norte	146	3	51	200	0,255
7	Estación Gamarra tarde	Norte a Sur	40	3	75	118	0,636
8	Estación Gamarra Tarde	Sur a Norte	40	3	75	118	0,636
9	Av. México con Av. Aviación Noche	Norte a Sur	146	3	51	200	0,255
10	Av. México con Av. Aviación Noche	Sur a Norte	146	3	51	200	0,255
11	Estación Gamarra Noche	Norte a Sur	40	3	75	118	0,636
12	Estación Gamarra Noche	Sur a Norte	40	3	75	118	0,636

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de anchura de carril

$$fA = 1 + \frac{A - 360}{9}$$

En la tabla 2 podemos observar las características de la vía como el ancho y el factor de anchura del carril

**Tabla 2**

*Características de la vía y Factor de Anchura del carril*

#	Lugar	Sentido	Anchura del carril	Factor de anchura de carril
1	Av. México con av. aviación - Mañana	Norte a Sur	3,45	0,983
2	Av. México con av. Aviación - Mañana	Sur a Norte	3,45	0,983
3	Estación Gamarra - Mañana	Norte a Sur	3,45	0,983
4	Estación Gamarra - Mañana	Sur a Norte	3,45	0,983
5	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Norte a Sur	3,45	0,983
6	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Sur a Norte	3,45	0,983
7	Estación Gamarra - Tarde	Norte a Sur	3,45	0,983
8	Estación Gamarra - Tarde	Sur a Norte	3,45	0,983
9	Av. México con Av. Aviación - Noche	Norte a Sur	3,45	0,983
10	Av. México con Av. Aviación - Noche	Sur a Norte	3,45	0,983
11	Estación Gamarra - Noche	Norte a Sur	3,45	0,983
12	Estación Gamarra Noche	Sur a Norte	3,45	0,983

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de vehículos pesados

$$fHV = \frac{100}{100 + \%HV}$$



En la tabla 3 se calculó el factor de vehículos pesados para ello primero se tuvo que hallar el porcentaje de vehículos pesados que pasan en las horas punta.

**Tabla 3**

*Factor de vehículos pesados*

#	Lugar	Sentido	Porcentaje de vehículos pesados (%)	Factor de vehículos pesados
1	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Norte A Sur	6,67	0,938
2	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Sur A Norte	3,80	0,963
3	Estación Gamarra Mañana	Norte A Sur	1,35	0,987
4	Estación Gamarra Mañana	Sur A Norte	3,91	0,962
5	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Norte A Sur	1,67	0,984
6	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Sur A Norte	2,77	0,973
7	Estación Gamarra Tarde	Norte A Sur	1,68	0,983
8	Estación Gamarra Tarde	Sur A Norte	2,79	0,973
9	Av. México Con Av. Aviación Noche	Norte A Sur	0,34	0,997
10	Av. México Con Av. Aviación Noche	Sur A Norte	1,08	0,989
11	Estación Gamarra Noche	Norte A Sur	1,33	0,987
12	Estación Gamarra Noche	Sur A Norte	0,75	0,993

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de paradas de autobús

$$fbb = 1 - \frac{14.4xN^{\circ}autobuses}{3600xN^{\circ}carril}$$

En la tabla 4 se calculó el factor de paradas de autobús para ello primero se tuvo que obtener el número de buses y microbuses parados para recoger personas y también saber el número de carriles de la vía que pasan en las horas punta.

**Tabla 4**

*Factor de paradas de autobús*

#	Lugar	Sentido	N° buses y microbuses parados para recoger personas	N° carril de la vía	Factor de paradas de autobús
1	Av. México con av. aviación - Mañana	Norte a Sur	178	2	0,644
2	Av. México con av. Aviación - Mañana	Sur a Norte	48	2	0,904
3	Estación Gamarra - Mañana	Norte a Sur	122	2	0,756
4	Estación Gamarra - Mañana	Sur a Norte	86	2	0,828
5	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Norte a Sur	66	2	0,868
6	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Sur a Norte	32	2	0,936
7	Estación Gamarra - Tarde	Norte a Sur	136	2	0,728
8	Estación Gamarra - Tarde	Sur a Norte	84	2	0,832
9	Av. México con Av. Aviación - Noche	Norte a Sur	102	2	0,796
10	Av. México con Av. Aviación - Noche	Sur a Norte	42	2	0,916
11	Estación Gamarra - Noche	Norte a Sur	86	2	0,828
12	Estación Gamarra - Noche	Sur a Norte	36	2	0,928

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de inclinación

$$fi = 1 - \frac{Pendiente (\%)}{2}$$

Tabla 5 se calculó el factor de inclinación en base al porcentaje de la pendiente de la Av. México con Av. Aviación y Av. 28 de Julio con Av. Aviación en las horas punta.

**Tabla 5**

*Tabla de Factor de inclinación*

#	Lugar	Sentido	Pendiente %	Factor de Inclinación
1	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Norte A Sur	2,1	0,990
2	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Sur A Norte	2,5	0,988
3	Estación Gamarra Mañana	Norte A Sur	2,1	0,990
4	Estación Gamarra Mañana	Sur A Norte	2,5	0,988
5	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Norte A Sur	2,1	0,990
6	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Sur A Norte	2,5	0,988
7	Estación Gamarra Tarde	Norte A Sur	2,1	0,990
8	Estación Gamarra Tarde	Sur A Norte	2,5	0,988
9	Av. México Con Av. Aviación Noche	Norte A Sur	2,1	0,990
10	Av. México Con Av. Aviación Noche	Sur A Norte	2,5	0,988
11	Estación Gamarra Noche	Norte A Sur	2,1	0,990
12	Estación Gamarra Noche	Sur A Norte	2,5	0,988

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de estacionamiento

$$fe = 1 - \frac{0.1}{N^{\circ} \text{ carril}} - \frac{18xN^{\circ} \text{ estacionamientos}}{3600xN^{\circ} \text{ carril}}$$

En la tabla 6 se calculó el factor de estacionamiento, para ello primero se tuvo que obtener el número de vehículos estacionados y el número de carriles de la vía en las horas punta.

**Tabla 6**

*Factor de estacionamiento*

#	Lugar	Sentido	N° de vehículos estacionados	N° carril de la vía	Factor de estacionamientos
1	Av. México con Av. Aviación - Mañana	Norte a Sur	1	2	0,9475
2	Av. México con Av. Aviación - Mañana	Sur a Norte	2	2	0,945
3	Estación Gamarra - Mañana	Norte a Sur	0	2	0,95
4	Estación Gamarra - Mañana	Sur a Norte	0	2	0,95
5	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Norte a Sur	1	2	0,9475
6	Av. México con Av. Aviación - Tarde	Sur a Norte	0	2	0,95
7	Estación Gamarra Tarde	Norte a Sur	0	2	0,95
8	Estación Gamarra - Tarde	Sur a Norte	0	2	0,95
9	Av. México con Av. Aviación - Noche	Norte a Sur	1	2	0,9475
10	Av. México con Av. Aviación - Noche	Sur a Norte	1	2	0,9475
11	Estación Gamarra - Noche	Norte a Sur	0	2	0,95
12	Estación Gamarra - Noche	Sur a Norte	0	2	0,95

*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 39 se muestran los factores de giro a la izquierda que suelen realizar los vehículos.

### Figura 39

#### *Factor giro izquierda*

Tipo de carril	El Equivalentes ADE para vehículos de giro a la izquierda	f_LT
Giro a la izquierda con fase protegida o sin oposición		
Un canal exclusivo o compartido	01.05	0.95
Dos o más carriles exc. o compartidos	01.09	0.92
Calles de un solo sentido o Intersecciones en T		
Un carril exclusivo o compartido	1,18	0,85
Dos o más carriles exc. o compartidos	1,33	0,75

*Nota.* Manual de carreteras HCM (2010)

En la figura 40 se muestran los factores de giro a la derecha que suelen realizar los vehículos.

### Figura 40

#### *Factor giro derecha*

Tipo de carril	Ex Equivalentes ADE para vehículos de giro a la derecha	f_RT
Un carril exclusivo o compartido	1,18	0,85
Dos o más carriles exc. o compartidos	1,33	0,75

*Nota.* Manual de carreteras HCM (2010)

La figura 41 nos indica la capacidad vehicular que tiene la Av. México con Av. Aviación en los diferentes horarios de hora punta.

**Figura 41**

*Capacidad vehicular real actual*

CAPACIDAD VEHICULAR ACTUAL													
#	LUGAR	SENTIDO	NUMERO DE CARRILES	FACTOR VERDE (fv)	FACTOR DE ANCHURA DE CARRIL (fa)	FACTOR DE VEHICULOS PESADOS (fp)	FACTOR DE INCLINACION (fi)	FACTOR DE ESTACIONAMIENTO (fe)	FACTOR DE PARADA DE AUTOBUS (fbb)	FACTOR DE GIROS A LA DERECHA (fgd)	FACTOR DE GIRO A LA IZQUIERDA (fgi)	FACTOR DE TIPO DE ZONA (fz)	CAPACIDAD VEHICULAR REAL (v/h)
1	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.938	0.930	0.948	0.644	1.000	1.000	0.900	485.422
2	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.963	0.988	0.945	0.904	1.000	1.000	0.900	636.376
3	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	NORTE A SUR	2	0.636	0.983	0.987	0.930	0.950	0.756	1.000	1.000	0.900	1498.780
4	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	SUR A NORTE	2	0.636	0.983	0.962	0.988	0.950	0.828	1.000	1.000	0.900	1537.817
5	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.984	0.930	0.948	0.868	1.000	1.000	0.900	686.441
6	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.973	0.988	0.950	0.936	1.000	1.000	0.900	732.724
7	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	NORTE A SUR	2	0.636	0.983	0.983	0.930	0.950	0.728	1.000	1.000	0.900	1438.538
8	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	SUR A NORTE	2	0.636	0.983	0.973	0.988	0.950	0.832	1.000	1.000	0.900	1623.067
9	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.997	0.930	0.948	0.796	1.000	1.000	0.900	637.823
10	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.989	0.988	0.948	0.916	1.000	1.000	0.900	727.139
11	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	NORTE A SUR	2	0.636	0.983	0.987	0.930	0.950	0.828	1.000	1.000	0.900	1641.880
12	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	SUR A NORTE	2	0.636	0.983	0.993	0.988	0.950	0.928	1.000	1.000	0.900	1846.326

*Nota.* Elaboración Propia

**5.3.1 Cálculos de congestión vehicular actual**

Se calculó el factor de hora punta en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 9:30 am hasta 10:30 am donde la cantidad que se evidencio es de 807 vehículos en sentido Norte a Sur y Sur a Norte.

HORARIO CON MAYOR TRANSITABILIDAD VEHICULAR AV. MÉXICO CON AVIACIÓN		
Cantidad Total	807	Vehículos
Horario	9:30 am - 10:30 am	

En la tabla 7, se muestra la cantidad y el porcentaje de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 9:30 am hasta 10:30 am en sentido Norte a Sur.

**Tabla 7**

*Conteo y porcentaje de vehículos Norte a Sur – Hora 9:30-10:30 am*

Norte A Sur		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	5	0.88
Auto	366	64.21
Combi	103	18.07
Microbús	30	5.26
Bus	28	4.91
Camión de Carga	38	6.67
<b>TOTAL</b>	<b>570</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 8 se muestra el porcentaje de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 9:30 am hasta 10:30 am en sentido Sur a Norte.

**Tabla 8**

*Conteo y porcentaje de vehículos Sur a Norte - Hora 9:30-10:30 am*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	2	0.84
Auto	163	68.78
Combi	28	11.81
Microbús	17	7.17
Bus	18	7.59
Camión de Carga	9	3.80
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 9 se muestra la cantidad de vehículos que transitan de Norte a Sur y de Sur a Norte en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 9:30 am hasta 9:45 am.

**Tabla 9**

*Tipos de vehículo que transitan en ambos sentidos de 9:30-9:45 am.*

9:30 - 9:45 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	1	3
Auto	98	45	143
Combi	26	10	36
Microbús	3	5	8
Bus	6	5	11
Camión de Carga	9	2	11
<b>TOTAL</b>	<b>144</b>	<b>68</b>	<b>212</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 10 se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación de Norte a Sur y de Sur a Norte en los horarios de 9:45 am hasta 10:00 am como se puede observar

**Tabla 10**

*Tipos de vehículo que transitan en ambos sentidos de 9:45-10 am*

9:45 - 10:00 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	0	1
Auto	92	38	130
Combi	26	6	32
Microbús	10	4	14
Bus	7	3	10
Camión de Carga	12	2	14
<b>TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>53</b>	<b>201</b>

*Nota.* Elaboración Propia



En la tabla 11, se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 10:00 am hasta 10:15 am como se puede observar.

**Tabla 11**

*Cantidad total de vehículos, hora de 10-10:15 am*

10:00 - 10:15 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	0	1
Auto	86	40	126
Combi	24	6	30
Microbus	9	5	14
Bus	8	5	13
Camión de Carga	8	2	10
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>58</b>	<b>194</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 12 se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 10:15 am hasta 10:30 am como se puede observar.

**Tabla 12**

*Cantidad total de vehículos de 10:15-10:30 am*

10:15 - 10:30 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	1	2
Auto	90	40	130
Combi	27	6	33
Microbus	8	3	11
Bus	7	5	12
Camión de Carga	9	3	12
<b>TOTAL</b>	<b>142</b>	<b>58</b>	<b>200</b>

*Nota.* Elaboración Propia

NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
570	237	807
Factor de HORA PUNTA		

$$FHP = \frac{IHP}{4. I_{15}}$$

IHP	807
I 15	212
FHP	0.952

Se calculo factor de hora punta en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 12:30 pm hasta 13:30 pm donde la cantidad que se evidencio es de 745 vehículos en sentido Norte a Sur y Sur a Norte.

Horario con mayor transitabilidad vehicular Av. México con Av. Aviación		
Cantidad Total	745	Vehículos
Horario	12:30 - 13:30 pm	

En la tabla 13 se muestra el porcentaje de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 12:30 hasta 13:30 pm en sentido Norte a Sur como se puede observar.

**Tabla 13**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 12:30-13:30 pm*

NORTE A SUR		
Tipo de vehículos	12:30 pm - 13:30 Pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	13	3.10
Auto	296	70.48
Combi	40	9.52
Microbus	46	10.95
Bus	18	4.29
Camión de Carga	7	1.67
TOTAL	420	100.00

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 14 se muestra el conteo y porcentaje de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 12:30 hasta 13:30 pm en sentido Sur a Norte como se puede observar en la tabla.

**Tabla 14**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte - Hora 12:30-13:30 pm*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	12:30 pm - 13:30 Pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	11	3.38
Auto	234	72.00
Combi	29	8.92
Microbús	21	6.46
Bus	21	6.46
Camión de Carga	9	2.77
<b>TOTAL</b>	<b>325</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 15 se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 12:45 pm hasta 13:00 pm.

**Tabla 15**

*Cantidad total de vehículos ambos sentidos de 12:45-13:00 pm*

12:45 - 13:00 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	3	7
Auto	75	62	137
Combi	8	5	13
Microbus	10	4	14
Bus	4	6	10
Camión de Carga	3	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>82</b>	<b>186</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 16 se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 13:00 pm hasta 13:15 pm.

**Tabla 16**

*Cantidad de vehículos en ambos sentidos - Hora 13:00-13:15 pm*

13:00 - 13:15 Pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	2	4
Auto	74	54	128
Combi	12	6	18
Microbus	12	6	18
Bus	3	5	8
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>75</b>	<b>179</b>

Nota. Elaboración Propia

En la tabla 17 se muestra la cantidad de vehículos que transitan en la Av. México con Av. Aviación en los horarios de 13:15 pm hasta 13:30 pm.

**Tabla 17**

*Cantidad de vehículos en ambos sentidos – Hora 13:15-13:30 pm*

1:15 - 1:30 Pm			
TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	3	2	5
Auto	69	76	145
Combi	10	10	20
Microbus	12	5	17
Bus	5	4	9
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>199</b>

Nota. Elaboración Propia

---

Factor de HORA PUNTA

---

$$FHP = \frac{IHP}{4.I_{15}}$$

IHP	745
I 15	199
FHP	0.936

---

Horario Con Mayor Transitabilidad  
Vehicular Av. Mexico Con Aviación

---

Cantidad	866	Vehículos
Total		
Horario	18:30 - 19:30	
	pm	

---

En la tabla 18 se muestran los datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur en el horario de 18:30-19:30 pm obteniéndose un total de 588 vehículos de los cuales 454 eran autos particulares.

**Tabla 18**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 18:30-19:30 pm*

---

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	18:30 - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	1	0.17
Auto	454	77.21
Combi	95	16.16
Microbus	17	2.89
Bus	19	3.23
Camión de Carga	2	0.34
<b>TOTAL</b>	<b>588</b>	<b>100.00</b>

---

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 19 se muestran los datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Sur a Norte en el horario de 18:30-19:30 pm obteniéndose un total de 278 vehículos de los cuales 175 eran autos particulares

**Tabla 19**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 18:30-19:30 pm*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	18:30 - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	4	1.44
Auto	175	62.95
Combi	50	17.99
Microbús	29	10.43
Bus	17	6.12
Camión de Carga	3	1.08
<b>TOTAL</b>	<b>278</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 20 se muestran los datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur y Sur a Norte en el horario de 18:30-18:45 pm obteniéndose un total de 202 vehículos de los cuales 143 eran autos particulares.

**Tabla 20**

*Conteo y porcentaje de vehículos ambos sentidos de 18:30-18:45 pm*

18:30 - 18:45 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	105	38	143
Combi	24	12	36
Microbus	4	8	12
Bus	5	5	10
Camión de Carga	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>138</b>	<b>64</b>	<b>202</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 21 se muestran los datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur y Sur a Norte en el horario de 18:45-19:00 pm obteniéndose un total de 221 vehículos de los cuales 158 eran autos particulares.

**Tabla 21**

*Conteo de vehículos de ambos sentidos de 18:45-19:00 pm*

18:45 - 19:00 pm			
TIPO DE VEHICULOS	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	1	2
Auto	115	43	158
Combi	26	14	40
Microbus	2	9	11
Bus	4	4	8
Camión de Carga	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>72</b>	<b>221</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 22 se muestran los datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur y Sur a Norte en el horario de 19:00-19:15 pm obteniéndose un total de 205 vehículos de los cuales 152 eran autos particulares.

**Tabla 22**

*Conteo de vehículos de ambos sentidos de 19:00-19:15 pm*

19:00 - 19:15 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	110	42	152
Combi	20	12	32
Microbus	4	4	8
Bus	5	4	9
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>140</b>	<b>65</b>	<b>205</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 23 se muestran datos obtenidos del conteo vehicular de la Av. México con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur y Sur a Norte en el horario de 19:15-19:30 pm obteniéndose un total de 238 vehículos de los cuales 176 eran autos particulares.

**Tabla 23**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 19:15-19:30 pm*

19:15 - 19:30 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	124	52	176
Combi	25	12	37
Microbus	7	8	15
Bus	5	4	9
Camión de Carga	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>161</b>	<b>77</b>	<b>238</b>

*Nota.* Elaboración Propia

NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
588	278	866

Factor de HORA PUNTA

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

IHP	866
I 15	238
FHP	0.910



Se realizó el conteo de vehículos en la Estación Gamarra con Av. Aviación en los horarios de 9:30 am hasta 10:30 am donde la cantidad que se evidencio es de 1200 vehículos en sentido Norte a Sur y Sur a Norte.

Horario Con Mayor Transitabilidad		
Vehicular Est. Gamarra		
Cantidad	1200	Vehículos
Total		
Horario	9:30 am - 10:30 am	

En la tabla 24 se muestran datos obtenidos del conteo vehicular de la Estación Gamarra con Av. Aviación en el sentido de Norte a Sur en el horario de 09:30-10:30 am obteniéndose un total de 740 vehículos de los cuales 562 eran autos particulares.

**Tabla 24**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 9:30-10:30 am*

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	16	2.16
Auto	562	75.95
Combi	48	6.49
Microbús	60	8.11
Bus	44	5.95
Camión de Carga	10	1.35
<b>TOTAL</b>	<b>740</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 25 se muestran datos obtenidos de vehículos en el horario de 9:30 -10:30 am en el sentido de Norte a Sur donde se evidencio el total de 460 vehículos de los cuales el 70.87 % del total de vehículos eran autos.

**Tabla 25**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 9:30-10:30 am*

Sur a Norte		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	2	0.43
Auto	326	70.87
Combi	44	9.57
Microbús	34	7.39
Bus	36	7.83
Camión de Carga	18	3.91
<b>TOTAL</b>	<b>460</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 26 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 9:30 -9:45 am en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 262 vehículos.

**Tabla 26**

*Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 9:30-9:45 am*

9:30 - 9:45 am			
Tipo de vehículos	Norte a Sur	Sur a Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	3	1	4
Auto	107	78	185
Combi	12	11	23
Microbús	15	8	23
Bus	11	8	19
Camión de Carga	3	5	8
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>	<b>111</b>	<b>262</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 27 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 9:45 -10:00 am en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 329 vehículos.

**Tabla 27**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 9:45-10:00 am*

9:45 - 10:00 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	0	4
Auto	165	81	246
Combi	12	11	23
Microbus	15	8	23
Bus	11	12	23
Camión de Carga	4	6	10
<b>TOTAL</b>	<b>211</b>	<b>118</b>	<b>329</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 28 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 10:00 - 10:15 am en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 313 vehículos.

**Tabla 28**

*Conteo de vehículos de Norte a Sur y Sur a Norte de 10:00-10:15 am*

10:00 - 10:15 am			
Tipo de vehículos	Norte a Sur	Sur a Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	3	0	3
Auto	155	82	237
Combi	12	11	23
Microbus	15	9	24
Bus	11	8	19
Camión de Carga	2	5	7
<b>TOTAL</b>	<b>198</b>	<b>115</b>	<b>313</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 29 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 10:15 - 10:30 am en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 296 vehículos.

**Tabla 29**

*Conteo de vehículos de Norte a Sur y Sur a Norte de 10:15-10:30 am*

10:15 - 10:30 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	6	1	7
Auto	135	85	220
Combi	12	11	23
Microbus	15	9	24
Bus	11	8	19
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>116</b>	<b>296</b>

*Nota.* Elaboración Propia

NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
740	460	1200

Se realizó el conteo de vehículos en la Estación Gamarra con Av. Aviación en los horarios de 12:30 pm hasta 13:30 pm donde la cantidad que se evidencio es de 1476 vehículos en sentido Norte a Sur y Sur a Norte.

HORARIO CON MAYOR TRANSITABILIDAD VEHICULAR EST. GAMARRA		
Cantidad Total	1476	Vehículos
Horario	12:30 pm - 13:30 pm	

En la tabla 30 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 12:30 -13:30 pm en el sentido de Norte a Sur donde se evidencio el total de 831 vehículos.

**Tabla 30**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 12:30-13:30 pm*

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	12:30 pm - 13:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	13	1.56
Auto	596	71.72
Combi	80	9.63
Microbus	92	11.07
Bus	36	4.33
Camión de Carga	14	1.68
<b>TOTAL</b>	<b>831</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 31 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 12:30 -13:30 pm en el sentido de Sur a Norte donde se evidencio el total de 645 vehículos.

**Tabla 31**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 12:30-13:30 pm*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	12:30 pm - 13:30 Pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	11	1.71
Auto	474	73.49
Combi	58	8.99
Microbus	42	6.51
Bus	42	6.51
camión de Carga	18	2.79
<b>TOTAL</b>	<b>645</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 32 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 12:30 -12:45 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 354 vehículos.

**Tabla 32**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 12:30-12:45 pm*

12:30 - 12:45 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	2	6
Auto	139	120	259
Combi	20	14	34
Microbus	18	10	28
Bus	10	10	20
Camión de Carga	5	2	7
<b>TOTAL</b>	<b>196</b>	<b>158</b>	<b>354</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 33 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 12:45 -13:00pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 360 vehículos.

**Tabla 33**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 12:45-13:00 pm*

12:45 - 13:00 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	3	7
Auto	148	113	261
Combi	20	14	34
Microbus	22	12	34
Bus	8	10	18
Camión de Carga	2	4	6
<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>156</b>	<b>360</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 34 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 13:00 -13:15pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 360 vehículos.

**Tabla 34**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 13:00-13:15 pm*

13:00 - 13:15 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	3	3	6
Auto	155	113	268
Combi	20	14	34
Microbus	24	10	34
Bus	12	10	22
Camión de Carga	2	6	8
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>	<b>156</b>	<b>372</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 35 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 13:15 -13:30 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 390 vehículos.

**Tabla 35**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos de 13:15-13:30 pm*

13:15 - 13:30 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	3	5
Auto	154	128	282
Combi	20	16	36
Microbus	28	10	38
Bus	6	12	18
Camión de Carga	5	6	11
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>	<b>175</b>	<b>390</b>

*Nota.* Elaboración Propia

NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
831	645	1476

---

Factor de HORA PUNTA

---

$$FHP = \frac{IHP}{4.I_{15}}$$

IHP	1476
I 15	390
FHP	0.946

Se realizó el conteo de vehículos en la Estación Gamarra con Av. Aviación en los horarios de 18:30 pm hasta 19:30 pm donde la cantidad que se evidencio es de 716 vehículos en sentido Norte a Sur y Sur a Norte.

---

HORARIO CON MAYOR TRANSITABILIDAD  
VEHICULAR EST. GAMARRA

---

Cantidad Total	716	Vehículos
Horario	18:30 pm - 19:30 pm	

En la tabla 36 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 18:30 -19:30 pm en el sentido de Norte a Sur donde se evidencio el total de 451 vehículos.

**Tabla 36**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Norte a Sur de 18:30-19:30 pm*

---

NORTE A SUR

---

Tipo de Vehículos	18:30 - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	5	1.11
Auto	308	68.29
Combi	56	12.42
Microbus	62	13.75
Bus	14	3.10
Camión de Carga	6	1.33
TOTAL	451	100.00

*Nota.* Elaboración Propia



En la tabla 37 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 18:30 -19:30 pm en el sentido de Sur a Norte donde se evidencio el total de 265 vehículos

**Tabla 37**

*Conteo y porcentaje de vehículos de Sur a Norte de 18:30-19:30 pm*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	18:30 - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	7	2.64
Auto	189	71.32
Combi	10	3.77
Microbus	38	14.34
Bus	19	7.17
Camión de Carga	2	0.75
<b>TOTAL</b>	<b>265</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 38 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 18:30 -18:45 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 146 vehículos.

**Tabla 38**

*Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 18:30-18:45 pm*

18:30 - 18:45 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	2	2
Auto	68	34	102
Combi	10	2	12
Microbus	14	8	22
Bus	3	4	7
Camión de Carga	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>50</b>	<b>146</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 39 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 18:45 -19:00 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue de 190 vehículos.

**Tabla 39**

*Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 18:45-19:00 pm*

18:45 - 19:00 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	3	5
Auto	86	45	131
Combi	16	3	19
Microbus	14	9	23
Bus	4	5	9
Camión de Carga	2	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>	<b>66</b>	<b>190</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 40 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 19:00 -19:15 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue 172 vehículos.

**Tabla 40**

*Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 19:00-19:15 pm*

19:00 - 19:15 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	1	2
Auto	74	46	120
Combi	12	2	14
Microbus	16	9	25
Bus	4	5	9
Camión de Carga	2	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>63</b>	<b>172</b>

*Nota.* Elaboración Propia.

En la tabla 41 se realizó el conteo de vehículos en el horario de 19:15 -19:30 pm en ambos sentidos de la vía donde se evidencio que el total de vehículos que transitaron por la zona de estudio fue 208 vehículos.

**Tabla 41**

*Conteo y porcentaje de vehículos en ambos sentidos de 19:15-19:30 pm*

19:15-19:30

Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	1	3
Auto	80	64	144
Combi	18	3	21
Microbus	18	12	30
Bus	3	5	8
Camión de Carga	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>	<b>86</b>	<b>208</b>

NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
451	265	716

*Nota.* Elaboración Propia

Factor de HORA PUNTA

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

IHP	716
I 15	208
FHP	0.861

En la tabla 42 se realizó el cálculo del factor de intensidad vehicular que existe entre la Av. México con Av. Aviación en los diferentes horarios de hora punta de la misma manera se hizo el cálculo de la Av. Aviación con Estación Gamarra en los horarios donde existen mayor congestión vehicular.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

**Tabla 42**

*Factor intensidad vehicular actual*

Intensidad vehicular actual					
#	Lugar	Sentido	Ihp	Fhp	I
1	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Norte A Sur	570	0.951650943	598.9591078
2	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Sur A Norte	237	0.951650943	249.0408922
3	Estación Gamarra Mañana	Norte A Sur	740	0.911854103	811.5333333
4	Estación Gamarra Mañana	Sur A Norte	460	0.911854103	504.4666667
5	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Norte A Sur	420	0.935929648	448.7516779
6	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Sur A Norte	325	0.935929648	347.2483221
7	Estación Gamarra Tarde	Norte A Sur	831	0.946153846	878.2926829
8	Estación Gamarra Tarde	Sur A Norte	645	0.946153846	681.7073171
9	Av. México Con Av. Aviación Noche	Norte A Sur	588	0.909663866	646.3926097
10	Av. México Con Av. Aviación Noche	Sur A Norte	278	0.909663866	305.6073903
11	Estación Gamarra Noche	Norte A Sur	451	0.860576923	524.0670391
12	Estación Gamarra Noche	Sur A Norte	265	0.860576923	307.9329609

*Nota.* Elaboración Propia

Nivel de servicio actual

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{c})} + 173 * (\frac{I}{c})^2 * \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 * (I/c^2)}$$

Donde:

$f_v$ : Factor verde del grupo de carriles

$C$ : Ciclo semafórico (S)

$I$ : Intensidad total del grupo de carriles

$c$ : Capacidad real del grupo de carriles

En la figura 42 observamos el cuadro de HCM 2010 donde está la clasificación del nivel de servicio según la demora media

#### Figura 42

*Nivel de servicio según el HCM*

Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

*Nota.* Manual de carreteras HCM (2010)

En la tabla 43 observamos el coeficiente de relación que se empleara para hallar el nivel de servicio

**Tabla 43**

*Coeficiente de relación*

	Coeficiente De Relación
Av. México Con Av. Aviación Mañana	1.23
Av. México Con Av. Aviación Mañana	0.36
Estación Gamarra Mañana	0.54
Estación Gamarra Mañana	0.32
Av. México Con Av. Aviación Tarde	0.65
Av. México Con Av. Aviación Tarde	0.47
Estación Gamarra Tarde	0.61
Estación Gamarra Tarde	0.42
Av. México Con Av. Aviación Noche	1.01
Av. México Con Av. Aviación Noche	0.42
Estación Gamarra Noche	0.32
Estación Gamarra Noche	0.17

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 43***Nivel de servicio actual en tramo de estudio*

#	LUGAR	SENTIDO	FASE VERDE	INTENSIDAD	CAPACIDAD REAL	CICLO SEMAFORICO	d (tiempo de demora) (S/VEH)	NIVEL DE SERVICIO
1	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	0.255	598.959	485.422	200.000	142.891	F
2	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	0.255	249.041	696.976	200.000	60.746	F
3	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	NORTE A SUR	0.636	811.533	1498.780	118.000	32.654	D
4	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	SUR A NORTE	0.636	504.467	1597.817	118.000	19.289	C
5	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	0.255	448.752	686.441	200.000	77.800	F
6	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	0.255	347.248	732.724	200.000	68.800	F
7	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	NORTE A SUR	0.636	878.293	1438.538	118.000	35.402	D
8	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	SUR A NORTE	0.636	681.707	1623.067	118.000	25.932	D
9	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	0.255	646.393	637.823	200.000	85.312	F
10	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	0.255	305.607	727.139	200.000	65.203	F
11	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	NORTE A SUR	0.636	524.067	1641.860	118.000	19.510	C
12	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	SUR A NORTE	0.636	307.933	1846.926	118.000	10.672	B

*Nota. Elaboración Propia***5.3.2 Cálculos de congestión vehicular con paso a desnivel**

En la tabla 44 se observa la cantidad de vehículos que van a circular por el paso a desnivel entre los horarios de 9:30 - 10:30am en sentido Norte a Sur.

**Tabla 44***Vehículos que irán por el paso a desnivel de Norte a Sur de 9:30-10:30am*

NORTE A SUR	
AV. MEXICO CON AVIACION	
Tipo de Vehículos	9:30 am - 10:30 am
Auto	200
Station Wagon	25
Pick up	3
Panel	1
<b>TOTAL</b>	<b>229</b>

*Nota. Elaboración Propia*

En la tabla 45 se observa la cantidad de vehículos que van a circular por el paso a desnivel entre los horarios de 09:30 - 10:30am en sentido Norte a Sur.

**Tabla 45**

*Vehículos que irán por el paso a desnivel de 9:30-10:30am*

SUR A NORTE	
AV. MEXICO CON AVIACION	
Tipo de Vehículos	9:30 am - 10:30 am
Auto	95
Station Wagon	11
Pick up	0
Panel	3
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 46 se observa la cantidad de vehículos que van a circular por el paso a desnivel entre los horarios de 12:30-13:30 pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 46**

*Vehículos que irán por el paso a desnivel de 12:30-13:30 pm*

AV. MEXICO CON AVIACION	
Tipo de Vehículos	12:30 pm - 1:30 pm
Auto	190
Station Wagon	28
Pick up	4
Panel	1
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>

*Nota.* Elaboración Propia



En la tabla 47 se observa la cantidad de vehículos que van a circular por el paso a desnivel entre los horarios de 12:30 - 13:30pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 47**

*Vehículos que irán por el paso a desnivel de Sur a Norte 12:30-13:30 pm*

AV. MEXICO CON AVIACION	
Tipo de Vehículos	12:30 pm - 13:30 pm
Auto	101
Station Wagon	16
Pick up	2
Panel	2
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 48 se observa la cantidad de vehículos que van a circular por el paso a desnivel entre los horarios de 18:30- 19:30 pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 48**

*Vehículos que irán por el paso a desnivel – Norte a Sur de 18:30-19:30pm*

AV. MÉXICO CON AVIACION	
Tipo de Vehículos	18:30 pm - 19:30 pm
Auto	290
Station Wagon	18
Pick up	2
Panel	6
<b>TOTAL</b>	<b>316</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 49 se observa la cantidad de vehículos que van a circula por el paso a desnivel entre los horarios de 18:30 - 19:30pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 49**

*Vehículos que irán por el paso a desnivel – Sur a Norte 18:30-19:30pm*

AV. MÉXICO CON AVIACIÓN	
Tipo de Vehículos	6:30 pm - 7:30 pm
Auto	100
Station Wagon	5
Pick up	1
Panel	
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En base a la información del conteo vehicular actual y de los cálculos obtenidos se realizó la propuesta de paso a desnivel y se obtuvo la siguiente información.

Horario Con Mayor Transitabilidad Vehicular  
Av. México Con Aviación

Cantidad	469	
Total		Vehículos
Horario	9:30 am - 10:30 am	

En la tabla 50 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 09:30 - 10:30 am en sentido Norte a Sur.

**Tabla 50**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel - 09:30-10:30am*

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	5	1.47
Auto	137	40.18
Combi	103	30.21
Microbus	30	8.80
Bus	28	8.21
Camión de Carga	38	11.14
<b>TOTAL</b>	<b>341</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 51 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 09:30 - 10:30 am en sentido Sur a Norte.

**Tabla 51**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 09:30-10:30am*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	9:30 - 10:30 am	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	2	1.56
Auto	54	42.19
Combi	28	21.88
Microbus	17	13.28
Bus	18	14.06
Camión de Carga	9	7.03
<b>TOTAL</b>	<b>128</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 52 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 09:30 - 09:45 am en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 52**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 09:30-09:45 am*

9:30 - 9:45 am			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	1	3
Auto	34	14	48
Combi	26	10	36
Microbus	3	5	8
Bus	6	5	11
Camión de Carga	9	2	11
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>37</b>	<b>117</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 53 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 09:45 - 10:00 am en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 53**

*Conteo de vehículos ambos sentidos en paso a desnivel 09:45-10:00*

9:45 - 10:00 am			
Tipo de vehículos	NORTE	SUR A	TOTAL
	A SUR	NORTE	
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	0	1
Auto	34	14	48
Combi	26	6	32
Microbus	10	4	14
Bus	7	3	10
Camión de Carga	12	2	14
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>29</b>	<b>119</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 54 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 10:15 - 10:15 am en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte

**Tabla 54**

*Conteo vehicular ambos sentidos en paso a desnivel 10:00-10:15am*

10:00 - 10:15 am			
Tipo de vehículos	NORTE	SUR A	TOTAL
	A SUR	NORTE	
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	0	1
Auto	34	14	48
Combi	24	6	30
Microbus	9	5	14
Bus	8	5	13
Camión de Carga	8	2	10
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>32</b>	<b>116</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 55 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 10:15 - 10:30 am en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte

**Tabla 55**

*Conteo vehicular ambos sentidos en paso a desnivel 10:15-10:30am*

10:15 - 10:30 am			
Tipo de vehículos	NORTE	SUR A	TOTAL
	A SUR	NORTE	
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	1	2
Auto	34	14	48
Combi	27	6	33
Microbus	8	3	11
Bus	7	5	12
Camión de Carga	9	3	12
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>32</b>	<b>118</b>

*Nota. Elaboración Propia*

NORTE	SUR A	TOTAL
A SUR	NORTE	
340	130	470

Factor de HORA PUNTA

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

IHP	469
I 15	119
FHP	0.985

Horario con mayor transitabilidad vehicular Av. México con aviación con la propuesta del paso a desnivel

Cantidad Total	401	Vehículos
Horario	12:30 am - 13:30 Pm	

En la tabla 56 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 12:30 - 13:30 pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 56**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 12:30-13:30 pm*

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	12:30 - 13:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	13	6.60
Auto	73	37.06
Combi	40	20.30
Microbus	46	23.35
Bus	18	9.14
Camión de Carga	7	3.55
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 57 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 12:30 - 12:30 pm en sentido Sur a Norte.

**Tabla 57**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 12:30-13:30*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	12:30 - 13:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	11	5.39
Auto	113	55.39
Combi	29	14.22
Microbus	21	10.29
Bus	21	10.29
camión de Carga	9	4.41
<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 58 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 12:30 - 12:45 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 58**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 12:30-12:45pm*

12:30 - 12:45 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	4	8
Auto	18	28	46
Combi	10	8	18
Microbus	12	6	18
Bus	6	6	12
camión de Carga	2	3	5
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>55</b>	<b>107</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 59 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 12:45 - 13:00 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 59**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 12:45-13:00pm*

12:45 - 13:00 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A SUR	SUR A NORTE	TOTAL
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	4	3	7
Auto	18	28	46
Combi	8	5	13
Microbus	10	4	14
Bus	4	6	10
Camión de Carga	3	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>95</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 60 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 13:00 - 13:15 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 60**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 13:00-13:15pm*

13:00 - 13:15 pm			
Tipo de vehículos	NORTE A	SUR A	TOTAL
	SUR	NORTE	
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	2	2	4
Auto	18	28	46
Combi	12	6	18
Microbus	12	6	18
Bus	3	5	8
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>97</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 61 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 13:15 - 13:30 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 61**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 13:15-13:30pm*

13:15 - 13:30 Pm			
Tipo de vehículos	NORTE A	SUR A	TOTAL
	SUR	NORTE	
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	3	2	5
Auto	18	28	46
Combi	10	10	20
Microbus	12	5	17
Bus	5	4	9
Camión de Carga	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>51</b>	<b>100</b>

*Nota.* Elaboración Propia



---

Horario con mayor transitabilidad vehicular av. México con aviación

---

Cantidad Total                      444                      Vehículos

Horario                                      18:30 pm - 19:30 pm

---

En la tabla 62 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 18:30 - 19:30 pm en sentido Norte a Sur.

**Tabla 62**

*Conteo de vehículos de Norte a Sur en paso a desnivel 18:30-19:30 pm*

NORTE A SUR		
Tipo de Vehículos	18:30 - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	1	0.37
Auto	138	50.74
Combi	95	34.93
Microbus	17	6.25
Bus	19	6.99
camión de Carga	2	0.74
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 63 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 18:30 - 19:30 pm en sentido Sur a Norte

**Tabla 63**

*Conteo y porcentaje de vehículos en paso a desnivel 18:30-19:30pm*

SUR A NORTE		
Tipo de Vehículos	18:30 Pm - 19:30 pm	%
Motocicleta	0	0.00
Mototaxi	4	2.33
Auto	69	40.12
Combi	50	29.07
Microbus	29	16.86
Bus	17	9.88
camión de Carga	3	1.74
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 64 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 18:30 – 18:45 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 64**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 18:30-18:45pm*

18:30 - 18:45 Pm			
Tipo De Vehículos	Norte A Sur	Sur A Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	35	17	52
Combi	24	12	36
Microbus	4	8	12
Bus	5	5	10
Camión De Carga	0	0	0
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>43</b>	<b>111</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 65 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 18:45 – 19:00 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 65**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 18:45-19:00 pm*

18:45 - 19:00 Pm			
Tipo de vehículos	Norte a Sur	Sur a Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	1	1	2
Auto	35	17	52
Combi	26	14	40
Microbus	2	9	11
Bus	4	4	8
Camión De Carga	1	1	2
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>46</b>	<b>115</b>

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 66 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 19:00 – 19:15 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 66**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 19:00-19:15pm*

19:00 – 19:15 Pm			
Tipo de vehículos	Norte a Sur	Sur a Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	35	17	52
Combi	20	12	32
Microbus	4	4	8
Bus	5	4	9
Camión De Carga	1	2	3
Total	65	40	105

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 67 se observa la nueva cantidad de vehículos que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en el horario de 19:15 – 19:30 pm en sentido Norte a Sur y de Sur a Norte.

**Tabla 67**

*Conteo de vehículos en ambos sentidos en paso a desnivel 19:15-19:30pm*

19:15 – 19:30 pm			
Tipo de vehículos	Norte a Sur	Sur a Norte	Total
Motocicleta	0	0	0
Mototaxi	0	1	1
Auto	35	17	52
Combi	25	12	37
Microbus	7	8	15
Bus	5	4	9
Camión De Carga	0	0	0
Total	72	42	114

*Nota.* Elaboración Propia

Norte a Sur	Sur a Norte	Total
274	171	445

---

Factor de HORA PUNTA

---

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

IHP	444
I 15	115
FHP	0.965

En la tabla 68 se realizó el cálculo del factor de intensidad vehicular que van a transitar por la Av. Aviación con la propuesta de paso a desnivel en los diferentes horarios de hora punta de la misma manera se hizo el cálculo de la Av. Aviación con Estación Gamarra en los horarios donde existen mayor congestión vehicular.

$$I = \frac{IHP}{FHP}$$

**Tabla 68**

*Intensidad vehicular con la propuesta de paso de desnivel*

#	Lugar	Sentido	Ihp	Fhp	I
1	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Norte A Sur	340	0.985294118	345.0746269
2	Av. México Con Av. Aviación Mañana	Sur A Norte	130	0.985294118	131.9402985
5	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Norte A Sur	196	0.936915888	209.1970075
6	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Sur A Norte	203	0.936915888	216.6683292
9	Av. México Con Av. Aviación Noche	Norte A Sur	274	0.965217391	283.8738739
10	Av. México Con Av. Aviación Noche	Sur A Norte	171	0.965217391	177.1621622

*Nota.* Elaboración propia

## Nivel de Servicio con Paso a Desnivel

$$d = 0.38 * C * \frac{(1 - f_v)^2}{(1 - f_v * \frac{I}{c})} + 173 * (\frac{I}{c})^2 * \sqrt{((I/c) - 1)^2 + 16 * (I/c^2)}$$

Donde:

$f_v$ : Factor verde del grupo de carriles

$C$ : Ciclo semafórico (S)

$I$ : Intensidad total del grupo de carriles

$c$ : Capacidad real del grupo de carriles

En la figura 44 observamos el cuadro de HCM 2010 donde está la clasificación del nivel de servicio según la demora media

### Figura 44

*Nivel de servicio según el HCM*

Nivel de servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 5$
B	$5 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 60$
F	$d < 60$

*Nota.* Manual de carreteras HCM (2010)

En la tabla 69 se observa el coeficiente de relación que se empleó para hallar el nuevo nivel de servicio

**Tabla 69**

*Coeficiente de relación para calcular el nivel de servicio*

	Coeficiente De Relación
Av. México Con Av. Aviación Mañana	1.23
Av. México Con Av. Aviación Mañana	0.36
Estación Gamarra Mañana	0.54
Estación Gamarra Mañana	0.32
Av. México Con Av. Aviación Tarde	0.65
Av. México Con Av. Aviación Tarde	0.47
Estación Gamarra Tarde	0.61
Estación Gamarra Tarde	0.42
Av. México Con Av. Aviación Noche	1.01
Av. México Con Av. Aviación Noche	0.42
Estación Gamarra Noche	0.32
Estación Gamarra Noche	0.17

*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 45 se observa la nueva capacidad de vehicular con el paso a desnivel con 2 carriles en el tramo de la Av. Aviación desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México.

**Figura 45**

*Capacidad vehicular con el paso a desnivel con 2 carriles*

TABLA CON PASO A DESNIVEL													
#	LUGAR	SENTIDO	NÚMERO DE CARRILES	FACTOR VERDE (fv)	FACTOR DE ANCHURA DE CARRIL (fA)	FACTOR DE VEHICULOS PESADOS (fP)	FACTOR DE INCLINACION (fi)	FACTOR DE ESTACIONAMIENTO O (fE)	FACTOR DE PARADA DE AUTOBUS (fbb)	FACTOR DE GIROS A LA DERECHA (fgd)	FACTOR DE GIRO A LA IZQUIERDA (fgi)	FACTOR DE TIPO DE ZONA (far)	CAPACIDAD VEHICULAR REAL (v/h)
1	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.938	0.990	0.948	0.644	1.000	1.000	0.900	485.422
2	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.963	0.988	0.945	0.904	1.000	1.000	0.900	696.976
5	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.984	0.990	0.948	0.868	1.000	1.000	0.900	686.441
6	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.973	0.988	0.950	0.936	1.000	1.000	0.900	732.724
9	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	2	0.255	0.983	0.997	0.990	0.948	0.796	1.000	1.000	0.900	637.823
10	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	2	0.255	0.983	0.989	0.988	0.948	0.916	1.000	1.000	0.900	727.139

*Nota. Elaboración Propia*

En la figura 46 se observa la capacidad de vehicular que se tendrá el paso a desnivel con 1 carril en el tramo de la Av. Aviación desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México.

**Figura 46**

*Capacidad vehicular con el paso a desnivel con 1 carril*

PROPUESTA DE PASO A DESNIVEL													
#	LUGAR	SENTIDO	NUMERO DE CARRILES	FACTOR VERDE (fv)	FACTOR DE ANCHURA DE CARRIL (fa)	FACTOR DE VEHICULOS PESADOS (fp)	FACTOR DE INCLINACION (fi)	FACTOR DE ESTACIONAMIENTO (fe)	FACTOR DE PARADA DE AUTOBUS (fbb)	FACTOR DE GIROS A LA DERECHA (fgd)	FACTOR DE GIRO A LA IZQUIERDA (fgi)	FACTOR DE TIPO DE ZONA (far)	CAPACIDAD VEHICULAR REAL (v/h)
1	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500
2	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500
5	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500
6	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500
9	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500
10	AV. MEXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	1	1.000	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	1681.500

*Nota.* Elaboración Propia



**Tabla 70***Nivel de servicio con la propuesta del paso a desnivel*

#	Lugar	Sentido	Fase Verde	Intensidad	Capacidad Real	Ciclo Semafórico	D (Tiempo De Demora) (S/Veh)	Nivel De Servicio
1	Av. México Con Av. Aviación	Norte A Sur	0.255	345.075	485.422	200.000	80.122	F
	Mañana							
2	Av. México Con Av. Aviación	Sur A Norte	0.255	131.940	696.976	200.000	49.364	E
	Mañana							
3	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Norte A Sur	0.255	209.197	686.441	200.000	56.989	E
4	Av. México Con Av. Aviación Tarde	Sur A Norte	0.255	216.668	732.724	200.000	56.345	E
5	Av. México Con Av. Aviación	Norte A Sur	0.255	283.874	637.823	200.000	66.941	F
	Noche							
6	Av. México Con Av. Aviación	Sur A Norte	0.255	177.162	727.139	200.000	52.780	E
	Noche							

*Nota. Elaboración Propia*

## 5.4 Presentación de resultados

Después de examinar el nivel de servicio de la Av. Aviación desde 28 de Julio hasta Av. México, se pudo notar que la avenida México tiene un nivel actual de "F" en la mañana, y un nivel "F" entre las 7:00 pm y las 8:00 pm en dirección de sur a norte. Esto se debe al alto volumen de tráfico en la zona, lo que provoca retrasos en la llegada de los vehículos. Para abordar esta situación, se han identificado una posible solución que es la propuesta de un paso a desnivel que podría mejorar la fluidez del tráfico, especialmente durante las horas punta de 9:30 am a 10:30 am y de 6:30 pm a 7:30 pm.

### 5.4.1 Determinación de congestión vehicular actual




















Para determinar la congestión vehicular se realizaron 3 tipos de estudios, el primero fue el conteo vehicular, la segunda fue el vuelo de drone y la tercera fue el cálculo del nivel de servicio. Estos 3 métodos nos ayudaron a demostrar la congestión vehicular existente en la zona de estudio de manera visual y matemática. Para el conteo vehicular se consideró los horarios de hora punta en el sentido de Norte a Sur y Sur a norte.

#### a) Conteo vehicular

En la figura 47 se realizó el conteo vehicular para determinar las zonas con mayor congestión vehicular dentro de nuestro tramo de estudio.

### Figura 47

Conteo vehicular actual en Av. Aviación con Av. México

		AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN					
		MAÑANA		TARDE		NOCHE	
		9:30-10:30am		12:30-13:30pm		6:30-7:30pm	
TIPOS DE VEHÍCULOS		NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE
Auto		305	135	243	203	405	165
Station Wagon		50	22	43	26	32	7
Pick up		6	0	8	2	5	3
Panel		5	6	2	3	12	
Rural combi		103	28	40	29	95	50
Micro		30	17	46	21	17	29
Bus 2E		28	18	18	21	19	17
Bus >=3E							
Camión 2E		36	9	5	9	1	3
Camión 3E		2		1			
Camión 4E				1		1	
Semi Trayler T2S1/T2S2							
Semi Trayler T2S3							
Semi Trayler T3S1/3S2							
Semi Trayler T3S3							
Trayler 2T2							
Trayler 2T3							
Trayler 3T2 <=3T2							
>=3T3							
Mototaxi		5	2	13	11	1	4
TOTAL		570	237	420	325	588	278

Nota. Elaboración Propia

b) Vuelo de dron

En la figura 48 y 49 se visualiza el vuelo de dron para determinar las zonas con mayor congestión vehicular dentro de nuestro tramo de estudio.

**Figura 48**

*Congestión vehicular actual en Av. Aviación con Av. México*



*Nota. Elaboración Propia*

**Figura 49**

*Congestión vehicular actual en Av. Aviación – Estación Gamarra*



*Nota. Elaboración Propia*

c) Nivel de servicio

En la figura 50 se observa el nivel de servicio en que se encuentra actualmente la zona de estudio esto debido a muchos factores uno de ellos es la congestión vehicular existente. Entre los factores se encuentra el comercio ambulante que toma 1 carril de la vía y los semáforos con gran tiempo de espera.

**Figura 50**

*Nivel de servicio actual en Av.28 de Julio hasta Av. México*

#	LUGAR	SENTIDO	FASE VERDE	INTENSIDAD	CAPACIDAD REAL	CICLO SEMAFORICO	d (tiempo de demora) (S/VEH)	NIVEL DE SERVICIO
1	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	0.255	598.959	485.422	200.000	142.891	F
2	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	0.255	249.041	696.976	200.000	60.746	F
3	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	NORTE A SUR	0.636	811.533	1498.780	118.000	32.654	D
4	ESTACIÓN GAMARRA MAÑANA	SUR A NORTE	0.636	504.467	1597.817	118.000	19.289	C
5	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	0.255	448.752	686.441	200.000	77.800	F
6	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	0.255	347.248	732.724	200.000	68.800	F
7	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	NORTE A SUR	0.636	878.293	1438.538	118.000	35.402	D
8	ESTACIÓN GAMARRA TARDE	SUR A NORTE	0.636	681.707	1623.067	118.000	25.932	D
9	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	0.255	646.393	637.823	200.000	85.312	F
10	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	0.255	305.607	727.139	200.000	65.203	F
11	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	NORTE A SUR	0.636	524.067	1641.860	118.000	19.510	C
12	ESTACIÓN GAMARRA NOCHE	SUR A NORTE	0.636	307.933	1846.926	118.000	10.672	B

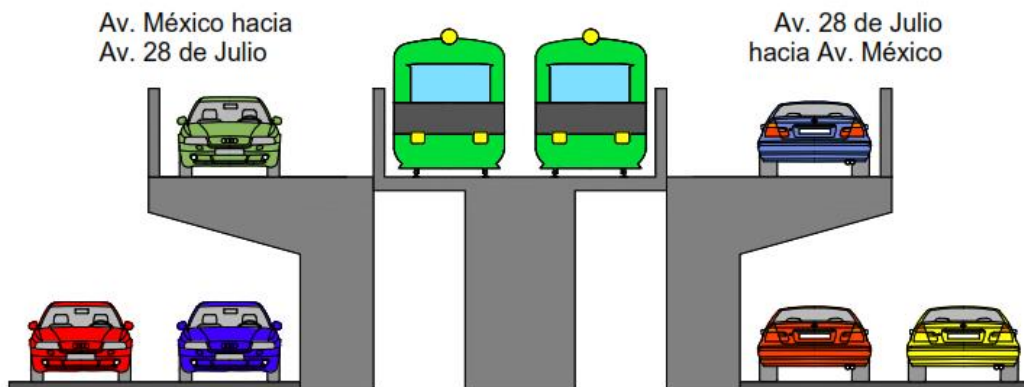
*Nota. Elaboración Propia*

### 5.4.2 Propuesta de diseño de paso a desnivel

Conociendo las dimensiones variables de las vías en la Av. Aviación, se visualizó que no se cuenta con mucho espacio para realizar el paso a desnivel, esto se debe a que en un tramo de 3 carriles disminuía a 2 carriles, por ello se optó por realizar la estructura en voladizo como se ve en la figura 51.

**Figura 51**

*Propuesta de diseño de paso a desnivel - voladizo*



*Nota.* Elaboración propia

Mediante el software PTV VISSIM se realizó 2 simulaciones, la primera fue sin paso a desnivel (actual) y la segunda simulación se realizó con la propuesta de paso a desnivel a fin de mejorar la congestión vehicular.

### 5.4.3 Modelo y simulación actual mediante el software PTV Vissim

En la figura 52 se observa los tipos de vehículos que se usarán para la simulación del tramo de estudio sin el paso a desnivel con su respectiva velocidad de cada uno de ellos en sentido Sur a Norte.

**Figura 52**

*Vehículos y velocidad en vías de Sur a Norte – Sin paso a desnivel*

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Automóvil	12: 12 km/h	0.687
2	200: HGV	12: 12 km/h	0.038
3	300: Bus	12: 12 km/h	0.075
4	630: Mototaxi	12: 12 km/h	0.008
5	640: Combi	12: 12 km/h	0.118
6	650: Micro	12: 12 km/h	0.071

*Nota.* Elaboración propia

En la figura 53 se observa los tipos de vehículos que se usaran para la simulación del tramo de estudio sin el paso a desnivel con su respectiva velocidad de cada uno de ellos en sentido Norte a Sur.

**Figura 53**

*Vehículos y velocidad en vías de Norte a Sur – Sin paso a desnivel*

Count: 6	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Automóvil	12: 12 km/h	0.642
2	200: HGV	12: 12 km/h	0.067
3	300: Bus	12: 12 km/h	0.049
4	630: Mototaxi	12: 12 km/h	0.008
5	640: Combi	12: 12 km/h	0.180
6	650: Micro	12: 12 km/h	0.052

*Nota.* Elaboración propia

En la figura 54, 55, 56 y 57 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 9:30 hasta 10:30 am sin paso a desnivel.

a) Mañana – 9:30 a 10:30am

**Figura 54**

*Simulación de tramo de estudio sin paso a desnivel*



*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 55**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30am*



*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 56**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30 am*



*Nota.* Elaboración Propia

### **Figura 57**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario de 9:30-10:30 am*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 58 y 59 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 12:30 hasta 13:30 pm sin paso a desnivel.

b) Tarde – 12:30 a 13:30pm

### **Figura 58**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario 12:30 a 13:30pm*

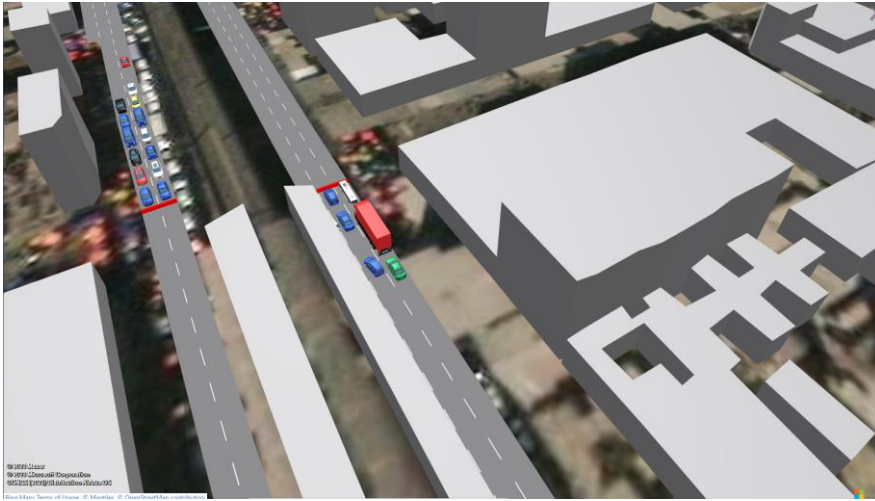


*Nota.* Elaboración Propia



### **Figura 59**

*Simulación sin paso a desnivel Horario de la mañana de 12:30 a 1:30 pm*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 60 y 61 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 18:30 hasta 19:30 pm sin paso a desnivel.

c) Noche – 18:30 a 19:30pm

### **Figura 60**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30 pm*



*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 61**

*Simulación sin paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

### **5.4.3 Modelo y simulación con paso a desnivel mediante software PTV Vissim**

En la figura 62 se observa el tipo de vehículo que usaran el paso a desnivel en la simulación del software con su respectiva velocidad de 30 km/h.

**Figura 62**

*Tipos de vehículos y velocidad en paso a desnivel*

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Automóvil	30: 30 km/h	1.000

*Nota.* Elaboración propia

En la figura 63 y 64 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 09:30 hasta 10:30 am con paso a desnivel.

a) Mañana – 9:30 a 10:30am

### **Figura 63**

*Simulación con paso a desnivel – Horario de 9:30 a 10:30am*



*Nota.* Elaboración Propia

### **Figura 64**

*Simulación con paso a desnivel - Horario de 9:30 a 10:30 am*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 65 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 12:30 hasta 13:30 pm con paso a desnivel.

b) Tarde – 12:30 a 13:30pm

### **Figura 65**

*Simulación con paso a desnivel - Horario de 12:30 a 13:30pm*



*Nota.* Elaboración Propia

En la figura 66 y 67 se observa la simulación de la Av. 28 de Julio hasta Av. México en el horario de 18:30 hasta 19:30 pm con paso a desnivel.

c) Noche – 18:30 a 19:30pm

### **Figura 66**

*Simulación con paso a desnivel - Horario de 18:30-19:30 pm*



*Nota.* Elaboración Propia

## Figura 67

*Simulación con paso a desnivel - Horario de 18:30 a 19:30 pm*



*Nota.* Elaboración Propia

### 5.4.4 Cálculo del tiempo de traslado con el paso a desnivel

En la figura 68 se realizó el cálculo del tiempo de traslado en base a la simulación del paso a desnivel mediante el software PTV Vissim, se obtuvo el nuevo tiempo de traslado que tendrán los vehículos utilizando la propuesta del paso a desnivel en la zona de estudio

## Figura 68

*Tiempo de traslado con propuesta de paso a desnivel*

D: Distancia del Paso a Desnivel

V: Velocidad de vehículos

T: Tiempo de traslado desde 28 de Julio Hasta Av. México

$$D := 1273.182 \text{ m}$$

$$D = 1.273 \text{ km}$$

$$V := 30 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$T := \frac{D}{V} = 2.55 \text{ min}$$

*Nota.* Elaboración Propia

### 5.4.5 Cálculo de la mejora del nivel de servicio

En la figura 69 se observa el nuevo nivel de servicio con la propuesta de paso a desnivel.

**Figura 69**

*Nuevo nivel de servicio con la propuesta del paso a desnivel*

#	LUGAR	SENTIDO	FASE VERDE	INTENSIDAD	CAPACIDAD REAL	CICLO SEMAFORICO	d (tiempo de demora) (S/VEH)	NIVEL DE SERVICIO
1	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	NORTE A SUR	0.255	345.075	485.422	200.000	80.122	F
2	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN MAÑANA	SUR A NORTE	0.255	131.940	696.976	200.000	49.364	E
3	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	NORTE A SUR	0.255	209.197	686.441	200.000	56.989	E
4	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN TARDE	SUR A NORTE	0.255	216.668	732.724	200.000	56.345	E
5	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	NORTE A SUR	0.255	283.874	637.823	200.000	66.941	F
6	AV. MÉXICO CON AV. AVIACIÓN NOCHE	SUR A NORTE	0.255	177.162	727.139	200.000	52.780	E

*Nota.* Elaboración Propia

## 5.5 Análisis de resultados

Hipótesis específica 1

H1-1: Determinando la congestión vehicular se propone un paso a desnivel

H0-1: Determinando la congestión vehicular no se propone un paso a desnivel

- En la zona de estudio se visualizó que la congestión vehicular era bastante intensa debido a la cantidad y tiempo de los semáforos, los comerciantes ambulantes y autos que transitaban, por ello con la propuesta de paso a desnivel, se logró desviar gran cantidad de autos y esto hizo que disminuya la congestión vehicular.
- Según los estudios de tráfico, con el paso a desnivel, se desvía hasta un 50% de los vehículos particulares de la zona y esto permitió disminuir el volumen de tráfico.
- Por lo tanto, se valida la hipótesis H1-1 y se rechaza la hipótesis nula H0-1

Hipótesis específica 2

H2-1: El paso a desnivel reduce el tiempo de traslado.

H0-2: El paso a desnivel no reduce el tiempo de traslado.

- De la simulación con paso a desnivel, pudimos observar que el tiempo de traslado en hora punta es mucho menor que el caso de la simulación actual.
- En la zona se obtuvo un tiempo real de 19 minutos con 55 segundos en cruzar desde Av. 28 de Julio hasta Av. México en hora punta y mediante la simulación del paso a desnivel en software PTV Vissim, se obtuvo un tiempo de traslado de 2.55 minutos en hora punta.

• Por lo tanto, se valida la hipótesis H2-1 y se rechaza la hipótesis nula H0-2  
Hipótesis específica 3

H3-1: El paso a desnivel mejora el nivel de servicio.

H-3: El paso a desnivel no mejora el nivel de servicio.

- De la simulación y los cálculos del nivel de servicio actual con el nivel de servicio con paso a desnivel, se puede corroborar que efectivamente hay una mejora en el nivel de servicio, ya que este se ve reflejado en la mejora del tiempo de demora (s/veh).
- Según los estudios de tráfico, en esta zona por ser comercial, se tiene un tiempo de demora aún mayor, pero con la propuesta de paso a desnivel, el tiempo se reduce considerablemente.
- Por lo tanto, se valida la hipótesis H3-1 y se rechaza la hipótesis nula H0-3

## DISCUSIONES

Se puede argumentar que el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite una planificación más eficiente de la infraestructura vial al proporcionar datos precisos sobre la geografía y la distribución del tráfico, lo que podría contribuir a reducir la congestión.

La congestión vehicular en una ubicación específica es un problema que afecta negativamente la movilidad de las personas y la economía de la región. La propuesta de un paso a desnivel podría ser una solución efectiva para eliminar los cuellos de botella y mejorar el flujo de tráfico en esa área en particular.

El uso del software PTV Vissim permite simular el flujo de tráfico y evaluar cómo afectaría la introducción de un paso a desnivel al tiempo de traslado. Los resultados de la simulación pueden respaldar la afirmación de que esta infraestructura mejorará la eficiencia del transporte en la zona.

Un nivel de servicio mejorado en una vía concurrida tiene un impacto positivo en la calidad de vida de los residentes y en la economía local. La aplicación del software PTV Vissim permite evaluar cómo la construcción de un paso a desnivel puede elevar el nivel de servicio al reducir la congestión y los tiempos de espera.

En resumen, estas hipótesis sugieren que la inversión en infraestructura vial y el uso de tecnología como SIG y software de simulación de tráfico pueden tener un impacto positivo en la congestión vehicular, el tiempo de traslado y el nivel de servicio en una zona específica de Lima Centro. Las discusiones respaldan la idea de que estas propuestas podrían contribuir significativamente a mejorar la movilidad urbana y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.



## CONCLUSIONES

1. Para determinar la congestión vehicular actual, se aplicaron 3 tipos de estudios, la primera fue el conteo vehicular, la segunda fue el vuelo de dron y la tercera fue el cálculo del nivel de servicio. Esta información se obtuvo en los horarios donde se presentaba mayor congestión vehicular que fueron de 9:30 a 10:30am, 12:30 a 13:30pm y 18:30 a 19:30pm. Mediante el conteo vehicular y vuelo de dron se pudo demostrar de manera visual que existe una gran congestión vehicular en el tramo de estudio y mediante el cálculo del nivel de servicio se pudo conocer que el tramo de estudio se encuentra en un nivel tipo F, lo cual indica que la vía está experimentando una congestión vehicular muy severa y que la calidad del servicio es muy baja en ese momento. En este nivel de servicio los usuarios experimentan retrasos significativos, velocidades de viajes muy lentas, largas colas de tráfico, tiempos de viaje impredecibles y una experiencia general de conducción frustrante.

2. Después de proponer un paso a desnivel aplicando el software PTV Vissim en el tramo de la Av. Aviación desde Av. 28 de Julio hasta Av. México, de acuerdo con la simulación, se ha observado una disminución significativa en el tiempo de traslado. Esto sugiere que la implementación del paso a desnivel ha tenido un impacto positivo en la fluidez del tráfico y ha reducido el tiempo que los vehículos tardan en recorrer esta vía, debido a que inicialmente el tiempo de traslado fue de 19 minutos con 55 segundos y con el paso a desnivel pasó a ser un tiempo de traslado de 2 minutos con 55 segundos. En conclusión, la propuesta del paso a desnivel mejora la eficiencia del transporte en términos de tiempo de traslado.

3. De acuerdo a la figura 43 en la Av. México con la Av. Aviación actual se tiene un tiempo de demora de 65,203 s/veh que indica un nivel de servicio Tipo F y comparando con la tabla 70 con la propuesta del paso a desnivel se tuvo una mejoría en el tiempo de demora que pasó a ser 52.780 s/veh con un nivel de servicio Tipo E. La propuesta del paso a desnivel ha llevado a una mejora notable en el nivel de servicio en el tramo de la Av. Aviación desde Av. 28 de Julio hasta Av. México, esto significa que la calidad y la eficiencia del transporte en esta área mejoraría significativamente, lo que se traduce en una experiencia de viaje más fluida y menos congestionada.

4. Se evaluó entre otras propuestas para disminuir la congestión vehicular, las cuales fueron descartadas por diversos factores adicionales, en el caso de by pass, no se podría realizar debido a la gran transitabilidad peatonal, esto imposibilita esa propuesta y otra

opción era generar desvíos, pero en esta zona es imposible debido a que, al ser zona comercial, todas las calles se encuentran cerradas con rejas.

## RECOMENDACIONES

1. La propuesta del paso a desnivel no solo reduce los tiempos de viaje, sino que también mejora la calidad y la eficiencia del transporte. Esto beneficiará a los usuarios al proporcionar una experiencia de viaje más fluida y menos congestionada. Se recomienda enfocar los esfuerzos en llevar a cabo este proyecto para mejorar la calidad de vida de los usuarios de la vía.
2. La simulación ha demostrado que la implementación del paso a desnivel en el tramo de la Av. Aviación desde Av. 28 de Julio hasta Av. México ha tenido un impacto positivo en la fluidez del tráfico y ha reducido significativamente el tiempo de traslado. Por lo tanto, se recomienda considerar seriamente la construcción de este paso a desnivel como una solución viable para aliviar la congestión vehicular en la zona.
3. Después de la implementación del paso a desnivel, se recomienda realizar un seguimiento y evaluación continuos para asegurarse de que la solución esté funcionando según lo previsto y para abordar cualquier problema que pueda surgir. A medida que las condiciones cambien con el tiempo, es esencial adaptar las soluciones de transporte para mantener la eficiencia y la fluidez del tráfico en la zona.
4. Dado que algunas propuestas, como el by pass, se descartaron debido a la transitabilidad peatonal y las restricciones en las calles comerciales, es importante considerar los aspectos urbanos y comerciales de la zona al planificar soluciones de transporte. Se sugiere continuar evaluando alternativas que puedan adaptarse a estas restricciones y trabajar en estrecha colaboración con las partes interesadas locales, como comerciantes y peatones, para encontrar soluciones adecuadas. Es posible aumentar aún más la calidad del servicio mediante la optimización del ciclo semafórico, lo que podría implicar la reducción o el aumento de los intervalos de tiempo. No obstante, se recomienda llevar a cabo un estudio más exhaustivo de la zona para determinar de manera adecuada los cambios necesarios en la señalización semafórica que puedan beneficiar a la región.
5. Dado que los estudios y la propuesta del paso a desnivel han arrojado resultados significativos en la mejora de la congestión vehicular y la calidad del servicio de transporte en la zona de estudio, se recomienda que estos hallazgos se difundan en conferencias académicas o se publiquen en revistas científicas especializadas. Esto permitirá que otros investigadores, profesionales y expertos en el campo puedan acceder a esta valiosa información y utilizarla como referencia en investigaciones futuras.

Además, la difusión académica de los resultados contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la gestión del tráfico y la planificación del transporte.

6. Sería importante que, dentro de la propuesta de paso a desnivel, consideren la implementación del servicio de grúa gratuito para evitar congestión vehicular en caso algún vehículo sufra algún desperfecto o falla técnica.

7. Dentro de la zona, pudimos notar que otro factor para que la congestión vehicular aumente, es por los comerciantes ambulantes que ocupan prácticamente 1 carril en el tramo de estudio. Por ello, la recomendación sería que se tenga un mayor control de los comerciantes ambulantes y que no invadan las vías.

8. Es posible aumentar aún más la calidad del servicio mediante la optimización del ciclo semafórico, lo que podría implicar la reducción o el aumento de los intervalos de tiempo. No obstante, se recomienda llevar a cabo un estudio más exhaustivo de la zona para determinar de manera adecuada los cambios necesarios en la señalización semafórica que puedan beneficiar a la región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashhad Verdezoto, Tarek Ziad; Cabrera Montes, Fausto Felix; Roa Medina, Beatriz Olga. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *La Revista Gaceta Técnica*, 17.
- Borja, M. (2016). *Metología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Campomanes Campomanes, Alfredo Jorge; López Olivera, Jose Moisés. (2019). *Reducción de la congestión vehicular a través de la implementación de la Ola Verde en la Av. Caminos del Inca en el tramo comprendido entre Jr. Batallón Callao Norte y Jr. Cádiz en el distrito de Surco*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Gamboa, S. (06 de 05 de 2020). *La evolución del transporte público limeño*. Obtenido de Punto Seguido - UPC: <https://puntoseguido.upc.edu.pe/la-evolucion-del-transporte-publico-limeno/>
- Gonzales, J. & Machaca, J. (2021). *Niveles de servicio de la infraestructura vial para optimizar la transitabilidad vehicular en avenidas urbanas*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Herrera Herrera, Nelson Iván; Luján Mora, Sergio; Gómez Torres, Estevan Ricardo. (2018). Integración de herramientas para la toma de decisiones en la congestión vehicular. *Revista DYNA*, 8. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.67745>
- Manual de Carreteras MC 02-18. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. MTC.
- Medina, L. & Ramírez, R. (2022). *Cambio de geometría y módulo de dirección*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Oropeza Diaz, Diego Alejandro; Vilca De la Cruz, Diego Jesús. (2021). *Metodología en una Plataforma de Sistema de Inforamción Geográfica para reducir la congestión vehicular de una red vial*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

- Ortiz, Birshy & Tocto, Edixon. (2019). *Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes - 2018*. Chiclayo, Perú: Universidad César Vallejo.
- Otero, Heredia, Fonseca, Cabrera, Gómez y Lopez. (2019). *Evaluación de la seguridad vial en carriles preferenciales para buses por medio del análisis de conflictos de tráfico en campo y microsimulación*. Antioquia: Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.
- PTV Group, V. (Julio de 2023). *PTV Group part of Umovity*. Obtenido de <https://www.ptvgroup.com/es/soluciones/productos/ptv-vissim-nuevo/>
- Quispe, Jehemias & Ramirez, Kedy. (2022). *Evaluación de la infraestructura vial para reducir la congestión vehicular en la avenida Javier Prado Este - Lima 2020*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Reghellin, A. (2018). *La congestión vehicular en Lima Metropolitana entre los años 2012 y 2016 afecta a las empresas aseguradoras de vida y a sus trabajadores*. Lima, Perú: Universidad de Lima.
- Ríos Cardich, E. (2018). *Modelación de tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con INFRAWORKS Y SYNCHRO 8*. Universidad de Piura.
- Suárez, J. (2020). *Propuesta de diseño geométrico del paso a desnivel de la intersección avenida comuneros por avenida circunvalar en la ciudad de Bogotá D.C*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Tom, T. (2018). *Lima Traffic*. Obtenido de <https://www.tomtom.com/traffic-index/lima-traffic/>
- UNAM. (2019). *Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados. Teoría de flujo vehicular*. México: UNAM.
- Villar, Antonio; Oblitas, Juan. (2020). *Transitabilidad vehicular en la intersección de las Avenidas Prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la provincia de Chicayo, Departamento de Lambayeque*. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres.

Wunderlich, W. ; Vasudevan, M. & Wang, P. (2019). *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software 2019 Update to the 2004 Version*. Obtenido de Washington: U.S. Department of Transportation.:

<https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop18036/fhwahop18036.pdf>

## ANEXOS

### Anexo A. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V.I	Dimensiones
¿De qué manera una propuesta de infraestructura vial en Lima Centro influye en la reducción de la congestión vehicular?	Proponer una obra de infraestructura vial en Lima Centro con la finalidad de reducir la congestión vehicular sistematizando la información geoespacial a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).	Proponiendo una obra de infraestructura vial en Lima Centro se reduce la congestión vehicular sistematizando la información geoespacial a través del Sistema de Información Geográfica (SIG).	Obra de infraestructura vial	• Paso a desnivel
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	V.D	Dimensiones
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo determinar la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México a fin de proponer un paso a desnivel?</li> <li>• ¿En qué medida la propuesta de un paso a desnivel aplicando un software de simulación de flujo vehicular permite reducir el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde la Av. 28 de Julio hasta Av. México?</li> <li>• ¿En qué medida la propuesta de un paso a desnivel permite mejorar el nivel de servicio en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México a fin de proponer un paso a desnivel.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer un paso a desnivel aplicando un software de simulación de flujo vehicular para reducir el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México.</li> <li>• Calcular la mejora del nivel de servicio de la propuesta de un paso a desnivel en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinando la congestión vehicular actual en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México, se propone un paso a desnivel.</li> <li>• Proponiendo un paso a desnivel aplicando un software de simulación se reduce el tiempo de traslado en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México.</li> <li>• Proponiendo un paso a desnivel aplicando el software de simulación de flujo vehicular se puede calcular la mejora del nivel de servicio en la Av. Aviación en el tramo desde Av.28 de Julio hasta Av. México comparado con el nivel de servicio actual.</li> </ul>	Congestión vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de tráfico</li> <li>• Tiempo de traslado</li> <li>• Nivel de servicio</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo B. Matriz de operacionalización

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones
Obra de infraestructura vial	Las obras de infraestructura vial se refieren a las actividades de construcción, ampliación, mantenimiento o mejora realizadas en las vías de tránsito, como carreteras, calles, puentes, túneles y otras estructuras relacionadas. Estas obras tienen como objetivo principal mejorar la calidad, la capacidad y la seguridad de las vías de transporte, así como proporcionar una mejor conectividad y facilitar el flujo eficiente de vehículos y peatones.	Las obras de infraestructura vial se refieren a las actividades de construcción, ampliación, mantenimiento o mejora realizadas en las vías de tránsito, como carreteras, calles, <b>paso a desnivel</b> y otras estructuras relacionadas. Estas obras tienen como objetivo principal mejorar la calidad, la capacidad y la seguridad de las vías de transporte, así como proporcionar una mejor conectividad y facilitar el flujo eficiente de vehículos y peatones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paso a desnivel</li> </ul>
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones
Congestión Vehicular	Es la situación en la que hay una acumulación excesiva de vehículos en una vía de tránsito, lo que resulta en una disminución significativa de la velocidad y un aumento en los tiempos de viaje. Es una condición en la que el flujo de tráfico se ve obstaculizado debido a la incapacidad de la infraestructura vial existente para manejar el volumen de vehículos que intentan circular por ella.	Es la situación en la que hay una acumulación excesiva de vehículos en una vía de tránsito, lo que resulta en una disminución significativa de la velocidad y un aumento en los tiempos de viaje. Es una condición en la que se genera <b>volumen de tráfico</b> , esto se debe a que se excede el <b>nivel de servicio</b> existente para manejar el volumen de vehículos que intentan circular por ella, esto genera que el <b>tiempo de traslado</b> aumente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de tráfico</li> <li>• Tiempo de traslado</li> <li>• Nivel de servicio</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia