



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Determinación del factor de vehículo liviano equivalente para el sistema vial urbano en la ciudad de Pelileo - Ecuador periodo 2022

JOHNNY PAÚL MORALES GUERRERO

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

RIOBAMBA-ECUADOR

ENERO - 2024

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Johnny Paúl Morales Guerrero, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Proyecto de Investigación de maestría.



Firmado electrónicamente por:
**JOHNNY PAUL MORALES
GUERRERO**

Johnny Paúl Morales Guerrero

CI: 1804697850

© 2024, Johnny Paúl Morales Guerrero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado: **Determinación del factor de vehículo liviano equivalente para el sistema vial urbano en la ciudad de Pelileo – Ecuador periodo 2022**, de responsabilidad del Señor Johnny Paúl Morales Guerrero, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtual el Tribunal autoriza su presentación.

Ing. Ruffo Neptalí Villa Uvidia, Mgtr.

PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
**RUFFO NEPTALI VILLA
UVIDIA**

Arq. María Augusta Acuña Mesías, Mgtr.

DIRECTORA



Firmado electrónicamente por:
**MARIA AUGUSTA ACUNA
MESIAS**

Dr. Juan Mario Vargas Guambo, Mgtr.

MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
**JUAN MARIO VARGAS
GUAMBO**

Ing. Alexandra Patricia Guerrero Godoy, Mgtr.

MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
**ALEXANDRA PATRICIA
GUERRERO GODOY**

Riobamba, enero de 2024

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por siempre escuchar mis plegarias en momentos difíciles, y sobre todo lo dedico a mi hijo Francesco, quien me demuestra lo que realmente significa fortaleza, fe y amor incondicional, por ser el pilar de mis esfuerzos y el que me alienta día a día a ser mejor padre y mejor persona.

JHONNY

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Mariela Verónica, el principal motor en mi vida y la que siempre me alienta a progresar en todos los sentidos. Gracias por ser mi compañera de vida, la que con seguridad puedo confiar mis buenos y malos momentos, y sobre todo la persona que quiero tener siempre a mi lado.

Agradezco a mis padres por siempre apoyarme en mi desarrollo académico, sin su ayuda y consejos mis estudios de posgrado no hubiesen sido realizados.

A mis amigos y compañeros maestrantes, que siempre estuvieron prestos a brindarme ayuda e incrementar mis conocimientos, fueron vitales en mi proceso de estudios de maestría.

A mi Tutora y Miembros de trabajo de titulación ya que sin su guía no se hubiese dado el presente trabajo, también agradezco a todas las personas que de una u otra forma apoyaron la realización del presente documento.

JHONNY

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Planteamiento del problema.....	1
<i>1.1.1.</i>	<i>Situación problemática.....</i>	<i>1</i>
<i>1.1.2.</i>	<i>Formulación del problema.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3.</i>	<i>Preguntas científicas</i>	<i>2</i>
1.2.	Justificación de la investigación.....	2
<i>1.2.1.</i>	<i>Justificación teórica.....</i>	<i>2</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>Justificación metodológica.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.3.</i>	<i>Justificación práctica.....</i>	<i>3</i>
1.3.	Objetivos	3
<i>1.3.1.</i>	<i>Objetivo general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2.</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
1.4.	Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Antecedentes.....	5
2.2.	Bases teóricas.....	6
<i>2.2.1.</i>	<i>Sistema vial</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.1.</i>	<i>Partes o composición de la vía.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.2.</i>	<i>Clasificación de las vías.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.3.</i>	<i>Nivel de servicio</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.4.</i>	<i>Capacidad vial.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2.</i>	<i>Intersección.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2.1.</i>	<i>Tipos de intersecciones.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2.2.</i>	<i>Condiciones o características.....</i>	<i>12</i>
<i>2.2.3.</i>	<i>Señalización vial.....</i>	<i>13</i>
<i>2.2.3.1.</i>	<i>Características de la señalización.....</i>	<i>14</i>

2.2.3.2.	Señalización horizontal	14
2.2.3.3.	Señalización vertical	18
2.2.4.	Tránsito	21
2.2.4.1.	<i>Factor de vehículo equivalente</i>	22
2.2.4.2.	<i>Método basado en Headway</i>	22
2.2.5.	Composición del tránsito	23
2.2.5.1.	<i>Usuario</i>	23
2.2.5.2.	<i>Vehículo</i>	24
2.2.6.	Procesamiento de datos	26
2.2.6.1.	<i>Procesamiento manual</i>	26
2.2.6.2.	<i>Procesamiento manual-automático</i>	27
2.2.6.3.	<i>Procesamiento automático</i>	27
2.2.6.4.	<i>Análisis estadístico</i>	27
2.2.7.	Teorema de CHEBYSHEV	28
2.3.	Identificación de variables	29
2.4.	Operacionalización de variables	30
2.5.	Matriz de consistencia	32

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	33
3.1.	Enfoque de investigación	33
3.1.1.	<i>Enfoque cuantitativo</i>	33
3.2.	Nivel de investigación	33
3.2.1.	<i>Descriptiva</i>	33
3.3.	Diseño de investigación	33
3.3.1.	<i>Transversal</i>	33
3.4.	Tipo de investigación	34
3.4.1.	<i>Bibliografía y documental</i>	34
3.4.2.	<i>De campo</i>	34
3.5.	Población y muestra	34
3.5.1.	<i>Población</i>	34
3.5.2.	<i>Muestra</i>	36
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos	37
3.6.1.	Métodos	37
3.6.1.1.	<i>Método analítico</i>	37
3.6.1.2.	<i>Método deductivo</i>	37

3.6.2.	<i>Técnicas</i>	37
3.6.2.1.	<i>La observación</i>	37
3.6.3.	<i>Instrumentos</i>	38

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1.	Av. Antonio Clavijo y Quis Quis	41
4.2.	Av. Confraternidad y Pitahayas	43
4.3.	Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón	45
4.4.	Infraestructura vial	47
4.5.	Análisis Headway Av. Antonio Clavijo y Quis Quis	50
4.6.	Análisis Headway Av. Confraternidad y Pitahayas	58
4.7.	Análisis Headway Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón	66
4.8.	Análisis Headway de Pelileo	74
4.8.1.	<i>Headway vehículos livianos</i>	74
4.8.2.	<i>Headway buses</i>	77
4.8.3.	<i>Headway camiones</i>	78
4.8.4.	<i>Headway motocicletas</i>	80
4.8.5.	<i>Headway bicicletas</i>	83
4.9.	Vehículo Liviano Equivalente VLE	84

CAPÍTULO V..... 87

5.	PROPUESTA	87
5.1.	Desarrollo	87
5.2.	Políticas integradas y sostenibles de movilidad	89
5.3.	Esquema para la implementación de políticas de movilidad	91
5.4.	Políticas	92
5.5.	Cronograma de aplicación de las políticas	95
5.6.	Comprobación de hipótesis	96

CONCLUSIONES..... 97

RECOMENDACIONES..... 98

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clasificación por su diseño.....	7
Tabla 2-2: Clasificación por su funcionalidad	7
Tabla 3-2: Clasificación por su dominio.....	7
Tabla 4-2: Por su Uso.....	8
Tabla 5-2: Por su jurisdicción y competencia.....	8
Tabla 6-2: Por su jurisdicción y competencia.....	8
Tabla 7-2: Por su TPDA.....	9
Tabla 8-2: Intersecciones semaforizadas	12
Tabla 9-2: Intersecciones no semaforizadas	13
Tabla 10-2: Intersecciones rotatorias	13
Tabla 11-2: Señalización horizontal según su forma	15
Tabla 12-2: Tipos de líneas longitudinales	15
Tabla 13-2: Tipos de líneas transversales	16
Tabla 14-2: Señales regulatorias	18
Tabla 15-2: Señales preventivas	19
Tabla 16-2: Señales de información.....	20
Tabla 17-2: Señales de información de servicio	21
Tabla 18-2: Vehículos no motorizados	25
Tabla 19-2: Categoría L.....	25
Tabla 20-2: Categoría M.....	26
Tabla 21-2: Categoría N.....	26
Tabla 22-2: Categoría O.....	26
Tabla 23-2: Consideraciones para el análisis estadístico	28
Tabla 24-2: Variable independiente.....	30
Tabla 25-2: Variable dependiente.....	31
Tabla 26-2: Matriz de consistencia	32
Tabla 1-3: Intersecciones con mayor afluencia vehicular.....	35
Tabla 2-3: Criterios para la selección de las intersecciones muestra	36
Tabla 3-3: Intersecciones del estudio.....	36
Tabla 4-3: Características de la cámara Nikon D3500.....	39
Tabla 1-4: Aforo vehicular intersección N°1	42
Tabla 2-4: Aforo vehicular intersección N°2.....	44
Tabla 3-4: Aforo vehicular intersección N°3.....	46
Tabla 4-4: Infraestructura vial intersección N°1	47

Tabla 5-4: Infraestructura vial intersección N°2.....	48
Tabla 6-4: Infraestructura vial intersección N°3.....	49
Tabla 7-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°1.....	50
Tabla 8-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°1.....	57
Tabla 9-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°1.....	58
Tabla 10-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°2.....	58
Tabla 11-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°2.....	66
Tabla 12-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°2.....	66
Tabla 13-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°3.....	67
Tabla 14-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°3.....	73
Tabla 15-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°3.....	74
Tabla 16-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos del cantón Pelileo.....	76
Tabla 17-4: Análisis estadístico Headway de buses del cantón Pelileo.....	77
Tabla 18-4: Análisis estadístico Headway de camiones del cantón Pelileo.....	80
Tabla 19-4: Análisis estadístico Headway de motocicletas del cantón Pelileo.....	82
Tabla 20-4: Análisis estadístico Headway de bicicletas del cantón Pelileo.....	83
Tabla 21-4: Tiempo Headway por cada tipo de vehículo.....	84
Tabla 22-4: Factor VLE para las vías del cantón Pelileo.....	85
Tabla 1-5: Influencia de los factores de vehículo equivalente.....	88
Tabla 2-5: Políticas integradas y sostenibles de movilidad.....	89
Tabla 3-5: Cronograma de aplicación de las políticas.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Partes de una vía.	6
Figura 2-2: Intersección en “T”	11
Figura 3-2: Intersección de cuatro ramales.....	11
Figura 4-2: Intersecciones Rotatorias	12
Figura 5-2: El peatón	23
Figura 6-2: El ciclista.....	23
Figura 7-2: El conductor	24
Figura 8-2: Pasajero	24
Figura 9-2: Representación Gráfica Teorema Chebyshev	28
Figura 1-4: Mapa de las intersecciones puestas en estudio.....	40
Figura 2-4: Sentidos viales de la intersección N°1	41
Figura 3-4: Localización de la intersección N°1	41
Figura 4-4: Sentidos viales de la intersección N°2	43
Figura 5-4: Localización de la intersección N°2	43
Figura 6-4: Sentidos viales de la intersección N°3	45
Figura 7-4: Localización de la intersección N°3	45
Figura 1-5: Intersecciones del estudio	93
Figura 2-5: Avenida Antonio Clavijo y Quis Quis	93
Figura 3-5: Avenida confraternidad y Pitahayas	94
Figura 4-5: Avenida Confraternidad y avenida Padre Jorge Chacón.....	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4:	Aforo vehicular intersección N°1	42
Gráfico 2-4:	Aforo vehicular intersección N°2	44
Gráfico 3-4:	Aforo vehicular intersección N°3	46
Gráfico 4-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°1	55
Gráfico 5-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos sin valores atípicos	56
Gráfico 6-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev	57
Gráfico 7-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°2	64
Gráfico 8-4:	Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos	65
Gráfico 9-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos con el Teorema de Chebyshev	65
Gráfico 10-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°3	71
Gráfico 11-4:	Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos	72
Gráfico 12-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev	73
Gráfico 13-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos cantón Pelileo	74
Gráfico 14-4:	Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos	75
Gráfico 15-4:	Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev	76
Gráfico 16-4:	Distribución normal Headway camiones del cantón Pelileo	78
Gráfico 17-4:	Distribución normal Headway de camiones sin valores atípicos	79
Gráfico 18-4:	Distribución normal Headway de camiones con Teorema de Chebyshev	79
Gráfico 19-4:	Distribución normal Headway de motocicletas del cantón Pelileo	80
Gráfico 20-4:	Distribución normal Headway de motocicletas sin valores atípicos	81
Gráfico 21-4:	Distribución normal Headway de motocicletas con Teorema de Chebyshev ...	82
Gráfico 22-4:	Distribución normal Headway de bicicletas del cantón Pelileo	83
Gráfico 1-5:	Desarrollo de políticas	91
Gráfico 2-5:	Implantación de políticas por niveles	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FICHA DE OBSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL

ANEXO B: FICHA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

ANEXO C: FICHA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

ANEXO D: FORMULARIO DE AFORO VEHICULAR

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el Factor de Vehículo Liviano Equivalente para el sistema vial urbano en la ciudad de Pelileo. Para conocer la situación actual y recopilar datos relevantes fue necesario la aplicación del método analítico y deductivo; se consideró la técnica de la observación y se utilizaron instrumentos de investigación tales como: fichas de observación respecto a infraestructura vial y señalización, aforos vehiculares por tipo de vehículo y equipos tecnológicos (cámara Nikon D 3500); con la obtención de videos se pudo determinar de forma clara y precisa el fotograma exacto del paso del parachoque frontal y posterior de los vehículos que se desplazan por los sitios seleccionados para los aforos; posterior a ello, estos datos fueron analizados estadísticamente y con el programa Adobe Premiere para medir y determinar los tiempos exactos de tránsito. Con el análisis se determina que las intersecciones que cumplen con los parámetros técnicos y reglamentarios son: Av. Antonio Clavijo y Quis Quis, Av. Confraternidad y Pitahayas, Av. Confraternidad y Av. Pedro Jorge Chacón, posterior a ello se determina el tiempo Headway y se aplica la ecuación de factor VLE para cada tipo de vehículo, obteniendo los siguientes resultados: Factor de Vehículo Liviano Equivalente de 1.00 para vehículos livianos, 1.91 para buses, 1.09 para camiones, 0,53 para motocicletas y 0,24 para bicicletas. Finalmente, se concluye que es importante contar con este factor para cálculos de ingeniería en transporte y se recomienda hacer uso de los valores determinados para estudios futuros en la ciudad de Pelileo.

Palabras clave: <FACTOR DE VEHÍCULO>, <EQUIVALENTE>, <SISTEMA VIAL>, <HEADWAY>, <PELILEO>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
DN: cn=LUIS
ALBERTO CAMINOS
VARGAS, c=EC,
l=RIOBAMBA
Motivo: Soy el autor de
este documento
Ubicación:
Fecha: 2023.11.20
10:37:05-00



0144-DBRA-UPT-IPEC-2023

20-11-2023

SUMMARY

The main objective of this research project was to determine the passenger car equivalent factor for the urban road system in the city of Pelileo. In order to know the current situation and collect relevant data, it was necessary to apply the analytical and deductive method; the observation technique was considered and research instruments were used such as: observation sheets regarding road infrastructure and signaling, vehicle gauging by type of vehicle and technological equipment (Nikon D 3500 camera); with the collection of videos it was possible to determine clearly and precisely the exact frame of the passage of the front and rear bumper of the vehicles moving through the sites selected for the gauging; after that, these data were analyzed statistically and with the Adobe Premiere program to measure and determine the exact transit times. With the analysis it is determined that the intersections that comply with the technical and regulatory parameters are: Av. Antonio Clavijo and Quis Quis, Av. Confraternidad and Pitahayas, Av. Confraternidad and Av. Pedro Jorge Chacón, after which the Headway time is determined and the passenger car equivalent factor equation is applied for each type of vehicle, obtaining the following results: Passenger car equivalent factor of 1.00 for light vehicles, 1.91 for buses, 1.09 for trucks, 0.53 for motorcycles and 0.24 for bicycles. Finally, it is concluded that it is important to have this factor for transportation engineering calculations and it is recommended to make use of the values determined for future studies in the city of Pelileo.

Keywords: <TRANSPORTATION ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <VEHICLE FACTOR>, <EQUIVALENT>, <ROAD SYSTEM>, <PELILEO (CANTON)>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica del Cantón Pelileo privilegia el comercio de la mayoría de las zonas de la Provincia, además de acuerdo a la red vial existente es un paso obligado de los viajeros hacia los puntos de atracción turísticos (Baños y Puyo) y de comercio con la Región Amazónica. Tiene un movimiento importante de flujo vehicular con todo tipo de automotores, propios del mismo cantón y vehículos de paso por la ciudad.

El uso mayoritario del vehículo privado, la falta de educación vial, las malas costumbres al momento de conducir, semáforos mal calibrados o sin funcionar; sumando todo esto, genera una serie de efectos negativos tales como: pérdida de tiempo para los automovilistas y pasajeros, problemas viales, accidentes, los vehículos pierden innecesariamente combustible y contaminación.

Con el desarrollo del presente estudio se obtendrá el coeficiente de Vehículo Liviano Equivalente para el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo, estableciendo una línea base de información que inicie el camino para estudios complementarios para las ciudades de la provincia de Tungurahua y de todo el país, aportando a la determinación de parámetros que describan el comportamiento del tránsito.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Situación problemática

A nivel mundial se puede constatar que todos los flujos vehiculares poseen tráfico mixto, es decir, está integrado por una variedad de vehículos que se desplazan por las redes viales, entre los más comunes se encuentran: vehículos pesados, livianos, motocicletas y bicicletas, conformando un tráfico heterogéneo, esto trae como consecuencia que los trabajos y estudios de ingeniería de tránsito sean un tanto más complejos y no se utilice información que se asemeje a la realidad, razón por la cual es necesario el establecimiento de factores que conviertan este tráfico en un flujo homogéneo; de este problema surge el factor de Vehículo Liviano Equivalente y los coeficientes para la determinación del mismo.

En Ecuador, por lo general se usan los coeficientes establecidos en el Highway Capacity Manual (HCM), norma estadounidense usada a nivel mundial, sin embargo, las condiciones de tráfico, características mecánicas de los automóviles y flujos vehiculares son propias para cada lugar, ya que dependen del clima, topografía, infraestructura vial, tecnologías de construcción, cultura y nivel socio- económico de la zona y características del conductor. El incorrecto uso de las normas y parámetros afecta gravemente los resultados de estudios y diseños de tránsito. A la fecha se está realizando una consultoría para actualización del Plan de Movilidad con Componente Sostenible, donde se podrá usar los factores de VLE para su aplicación en el estudio.

Los distintos tipos vehículos que circulan por la ciudad de Pelileo presentan condiciones operativas diferentes, es decir circulan a distintas velocidades, tienen aceleraciones, desaceleraciones y transitan por carriles diferentes y sus movimientos individuales varían, lo que representa un problema al momento de diseñar o rediseñar vías urbanas, debido a la presencia de varios tipos de vehículos, y al no contar con factores adecuados para el lugar, reduce notablemente la capacidad de un carril, tiempos de viaje y las tasas de flujo de saturación.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente en la gestión del sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo?

1.1.3. Preguntas científicas

- ¿Cómo se condicionan los resultados de estudios de capacidad vial por el Factor de Vehículo Liviano Equivalente en el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo?
- ¿De qué manera afecta la utilización de normativa de otras realidades en el Factor de Vehículo Liviano Equivalente en el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo?
- ¿Cómo influye los cálculos de nivel de servicio de una intersección con el Factor de Vehículo Liviano Equivalente en para el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo?

1.2. Justificación de la investigación

1.2.1. Justificación teórica

Para el análisis y estudios de tráfico, el cantón Pelileo utiliza guías y manuales establecidos a nivel internacional ya que no existe un antecedente a nivel nacional. La ciudad de Pelileo busca adaptar el factor de vehículo equivalente en base a la realidad, es decir recalibrar los valores que

se encuentran previamente estandarizados y lograr una homogeneización del tránsito, para ello es importante considerar aspectos como: características del lugar, densidad de tráfico, condiciones de infraestructura vial y clima. Es necesario ajustar este factor para obtener información propia, de este modo, guiar futuros estudios de tránsito a nivel de la localidad y en otras ciudades del país en diversas condiciones de operatividad.

1.2.2. Justificación metodológica

En cuanto a la metodología de la investigación, será necesario la revisión de fuentes bibliográficas a nivel nacional e internacional, de esta manera direccionar el desarrollo del estudio, para la determinación del factor de vehículo liviano equivalente se utiliza una metodología en la que se considera el tiempo Headway, el análisis estadístico mediante cuartiles y finalmente se aplica el Teorema Chebyshev. Para el levantamiento de información se determinó una muestra de 3 intersecciones que cumplen con los requisitos de selección, para lo cual se diseñaron fichas de observación, fichas de aforo vehicular y se complementó con los videos registrados mediante equipos tecnológicos.

1.2.3. Justificación práctica

Los beneficiarios directos de la investigación una vez obtenido el factor de vehículo liviano equivalente, serán los planificadores y diseñadores de tránsito de la ciudad que podrán determinar con gran exactitud los flujos vehiculares para el diseño o rediseño de vías dentro de la urbe de la ciudad de Pelileo. Los beneficiarios indirectos será toda la población que se movilice por el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo, ya que se tendrá mejores opciones de ordenamiento vial evitando así la congestión, demoras y contaminación. Además, la investigación servirá como antecedente para futuras investigaciones.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el Factor de Vehículo Liviano Equivalente para el sistema vial urbano en la ciudad de Pelileo – Ecuador periodo 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las vías que serán analizadas para el muestreo mediante la evaluación del tráfico.

- Analizar información de campo para los diferentes tipos de vehículos.
- Proponer políticas de movilidad relacionadas al coeficiente de vehículo liviano equivalente en el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo.

1.4. Hipótesis

Determinar el Factor de Vehículo Liviano Equivalente del sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo mejorará la planificación del transporte en la ciudad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El trabajo de investigación desarrollado por Lilianna Sánchez, denominado “Determinación de los factores de equivalencia vehicular en las principales carreteras rurales de dos carriles que acceden a la ciudad de Santa Clara”, mediante una revisión bibliográfica se analizan los principales factores de equivalencia con mayor frecuencia de uso, posterior a ello se emplea una metodología con el fin de obtener los factores equivalentes, basados en la clasificación vehicular establecida previamente por el Centro Provincial de Ingeniería de Tránsito, se han utilizado aforos vehiculares y cálculo de la muestra por categoría. Además, se aplican fórmulas estadísticas como la media de factores y desviación estándar para la determinación del intervalo y velocidad de cada categoría. Finalmente realiza una comparación de los factores equivalentes utilizando los resultados obtenidos y la Nc: 53-118-1984 donde se evidencian valores cercanos para dos determinadas categorías (Sánchez, 2018).

El trabajo de investigación denominado “Determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente (VLE) para calles urbanas en la ciudad de Cuenca-Ecuador” realizado por Mayra Palacios, para el desarrollo del proyecto se emplea una metodología enfocada en los avances de tiempo y espacio. Se determinan los coeficientes de VLE para los tipos de vehículos que circulan por el tramo de estudio, para ello se utiliza el método Headway diseñado en Estados Unidos y aplicado en varios países del mundo, el cual relaciona los promedios de los tiempos de los vehículos y el tiempo entre dos vehículos livianos, obteniendo los siguientes valores: VLE para buses 1.38, VLE para camiones livianos 1.05, VLE camiones medianos 1.26, VLE para motocicletas 0.85. Todos estos valores fueron comparados con los coeficientes establecidos en el HCM (Highway Capacity Manual) para conocer el porcentaje de afectación a la velocidad (Palacios, 2019).

El trabajo de investigación desarrollado por Fabián León y Henry Siguenza, definido “Determinación del Factor Vehículo Liviano Equivalente (VLE) en vías rurales de la ciudad de Cuenca-Ecuador”, determinan el VLE aplicando la misma metodología de la investigación anterior, es decir Headway a través de grabación de videos en periodos de 120 a 150 minutos que facilitan la obtención de los intervalos de tiempo ente los parachoques de los vehículos, teniendo un en la clasificación propuesta por la Norma Ecuatoriana Vial 12. Se obtuvo como resultado el

factor VLE para camiones livianos equivalente 2.24, dicho valor muestra una afectación del 124%, valor superior que un vehículo liviano (León & Siguenza, 2020).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema vial

Permite el desplazamiento de personas o bienes por medio de una infraestructura vial que proporciona una organización y expansión de ciudades, comprende las vías arteriales de enlace primario, vías arteriales de enlace básico, vías de enlace secundario, vías locales vehiculares y vías locales peatonales, las cuales se encuentran destinadas al tránsito y contienen límites de velocidad de acuerdo a la funcionalidad de cada una (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1988).

2.2.1.1. Partes o composición de la vía



Figura 1-2: Partes de una vía.

Fuente: (Correa, 2019)

Según (Correa, 2019) las partes de una vía comprende los siguientes elementos:

- **Plataforma:** es el espacio principal de la vía que se encuentra sobre la superestructura destinado para el desplazamiento de vehículos, siempre se encuentra pavimentada, contiene la calzada, carriles y bermas.
- **Calzada:** considerando su tamaño puede contener dos o más carriles para la circulación vehicular.
- **Carril:** hace referencia a una franja longitudinal de una sola fila de vehículos, forma parte de la calzada, una vía puede contener más de un carril dependiendo el tamaño y sentido de circulación. Según la normativa vigente el ancho de carril en una vía urbana debe tener las medidas de 3m a 3,50m.

- **Berma:** es una franja lateral adyacente a la calzada, está destinada a la asistencia de vehículos que en algún momento pueden tener problemas y traslado de vehículos en casos de emergencia, también es utilizada para señalización o colocación de barreras.

2.2.1.2. Clasificación de las vías

Tabla 1-2: Clasificación por su diseño

Por su diseño	Autopistas	Vías de alta capacidad, su TPDA es 8000 vehículos, se debe establecer restricciones de accesos, intersecciones controladas y dos carriles de circulación como base.
	Autovías	Contiene calzadas separadas para cada sentido, tienen limitado el acceso a propiedades limitantes.
	Vías Rápidas	Dispone una calzada y dos carriles de circulación, limitado acceso a propiedades limitante.
	Carreteras	No cumplen con las características geométricas para establecerse como las mencionadas anteriormente, es por ello que se la define como carretera.
	Caminos vecinales	Son comunes en la zona urbana, destinadas al desplazamiento y cruce de áreas de producción y lugares con actividades de turismo.

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 2-2: Clasificación por su funcionalidad

Por su funcionalidad	Vías Nacionales	Comprende todas las vías que se encuentran dentro del territorio Nacional-Ecuador.
	Vías Locales	Son vías de conexión con zonas poblada y vías secundarias.
	Vías de servidumbre	Se encuentran dentro del espacio de una propiedad privada y se la diseña con el objetivo de ingresar a la misma.

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 3-2: Clasificación por su dominio

Por su Dominio	Caminos Públicos	Son destinadas al uso de todas las personas, propiedad del estado, no tienen restricciones de circulación.
	Caminos Privados	Son creados por personas particulares en sus propiedades, puede ser utilizado por otras personas con previa autorización.

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 4-2: Por su Uso

Por su uso	Carreteras	Destinadas al uso de vehículos de tracción animal, humana o automotores.
	Ferrovía	También denominada línea férrea, Es la infraestructura destinada al uso de transporte orientado por rieles.
	Ciclovías	Zona de infraestructura generalmente pública destinada exclusivamente a bicicletas, su diseño es acorde a criterios establecidos en la normativa vigente.
	Senderos	Son diseñados para el traslado de personas, vehículos de tracción animal, comúnmente se los visualiza en zonas rurales.
	Vías exclusivas	Se las utiliza únicamente para el desplazamiento de transporte público.

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 5-2: Por su jurisdicción y competencia

Por su jurisdicción y competencia	Red vial Nacional	Son todas las carreteras y caminos pertenecientes al territorio ecuatoriano.
	Red vial Estatal	Son las vías que integran la troncal nacional, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas lo ha definido como vías primarias.
	Red vial Regional	Conectan dos capitales de provincia que se encuentran en una región.
	Red vial Provincial	Son las vías integradas en la circunscripción provincial, conectan cabeceras parroquiales rurales con diferentes asentamientos con la red vial estatal.
	Red vial Cantonal urbana	Puede estar presente en la zona urbana o rural de un cantón, mediante una planificación municipal a futuro de integran zonas de expansión.

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 6-2: Por su jurisdicción y competencia

Por su jurisdicción y competencia	Red vial Nacional	Son todas las carreteras y caminos pertenecientes al territorio ecuatoriano.
	Red vial Estatal	Son las vías que integran la troncal nacional, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas lo ha definido como vías primarias.
	Red vial Regional	Conectan dos capitales de provincia que se encuentran en una región.
	Red vial Provincial	Son las vías integradas en la circunscripción provincial, conectan cabeceras parroquiales rurales con diferentes asentamientos con la red vial estatal.

	Red vial Cantonal urbana	Puede estar presente en la zona urbana o rural de un cantón, mediante una planificación municipal a futuro de integran zonas de expansión.
--	--------------------------	--

Fuente: (Asamblea General, 2018)

Tabla 7-2: Por su TPDA

Por su TPDA	Carretera clase I	Tránsito Promedio Diario Anual	3000 - 8000 vehículos.
	Carretera clase II	Tránsito Promedio Diario Anual	de 1000 - 3000 vehículos.
	Carretera clase III	Tránsito Promedio Diario Anual	de 300 - 1000
	Carretera clase IV	Tránsito Promedio Diario Anual	de 100 - 300
	Carretera clase V	Tránsito Promedio Diario Anual	menor a 100 vehículos

Fuente: (Asamblea General, 2018)

2.2.1.3. Nivel de servicio

Según la (Universidad Nacional de Cuyo, 2017) el nivel de servicio es considerado como una medida cualitativa que se asigna a las actividades de tránsito de acuerdo a la calidad que ofrece una vía y la satisfacción de los usuarios, cada una de ellas están en función de las características de servicio, relacionados principalmente con la operación, confiabilidad, seguridad, tiempos de espera y costos. El HCM Highway Capacity Manual), lo ha categorizado en 6 niveles considerando el porcentaje de velocidad, estableciéndose de la siguiente manera:

- **Nivel de servicio A:** cuando una vía mantiene condiciones de flujo libre, los conductores pueden desplazarse a una velocidad deseada y se admite que las condiciones geométricas son las adecuadas.
- **Nivel de servicio B:** cuando existe una zona de flujo estable, los conductores tienen una menor libertad para maniobrar o ir a una velocidad deseada, se refleja poca interferencia con otros vehículos.
- **Nivel de servicio C:** cuando la zona es próxima a la categoría B, se evidencian restricciones tolerables en cuanto a las condiciones geométricas y pendiente, el conductor ya no puede circular a la velocidad deseada puesto que existen más interferencias.
- **Nivel de servicio D:** cuando la zona de flujo es próxima a inestable, existen interferencias con mayor frecuencia, los conductores se desplazan a una velocidad de acuerdo al tráfico existente.

- **Nivel de servicio E:** cuando la zona de flujo es inestable, se deberá circular a una velocidad baja, la comodidad es menor.
- **Nivel de servicio F:** cuando la circulación es forzada, existe congestión vehicular, el número de vehículos supera la capacidad de la vía por lo cual el flujo se vuelve lento, existen paradas de manera continua.

2.2.1.4. Capacidad vial

Se refiere a la mayor cantidad de vehículos que pueden circular en un determinado punto o tramo de vía con características predominantes en ambos sentidos, generalmente se expresa en número de vehículos por hora, aunque en ocasiones se lo realiza en periodos de tiempo de 15 minutos, también se puede expresar en número de personas que se desplazan por la vía. La capacidad toma en consideración condiciones relevantes tales como: infraestructura, dispositivos de control y condiciones de tránsito (Instituto Nacional de Vías, 2020).

2.2.2. Intersección

Es el espacio en el cual se entrelazan dos o más vías para intercambiar un camino, es considerada como una parte esencial de la red vial urbana ya que se producen flujos vehiculares del sistema vial continuos, permitiendo minimizar situaciones de conflicto y una circulación más segura al incrementar su capacidad. Su función principal es generar una conexión con otra calle, éstas pueden ser a nivel o a desnivel (Mata, 2019).

2.2.2.1. Tipos de intersecciones

Intersecciones convencionales

- **Intersección en “T”:** también conocida con una intersección de tres ramales, generalmente es utilizado para carreteras secundarias donde no existe un flujo vehicular alto, es considerada como calle principal la parte superior de la T.

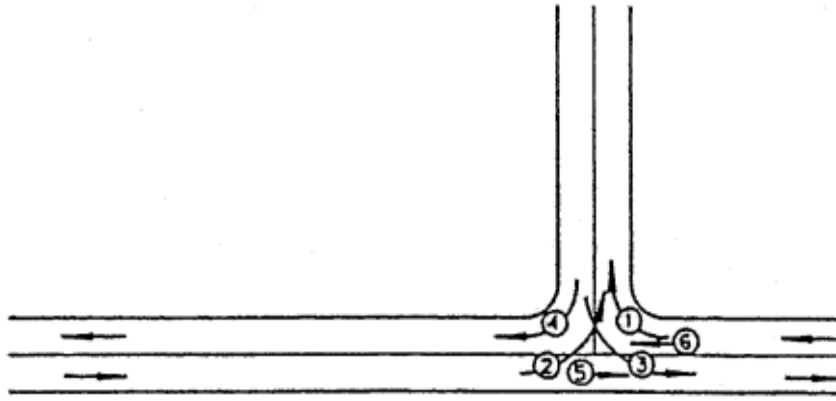


Figura 2-2: Intersección en “T”

Fuente: (Mata, 2019).

- **Intersección de cuatro ramales:** es utilizada para carreteras con menor flujo vehicular. Intersecciones Semaforizadas, para su diseño es importante considerar que su ángulo de diseño no debe ser mayor a los 30°.

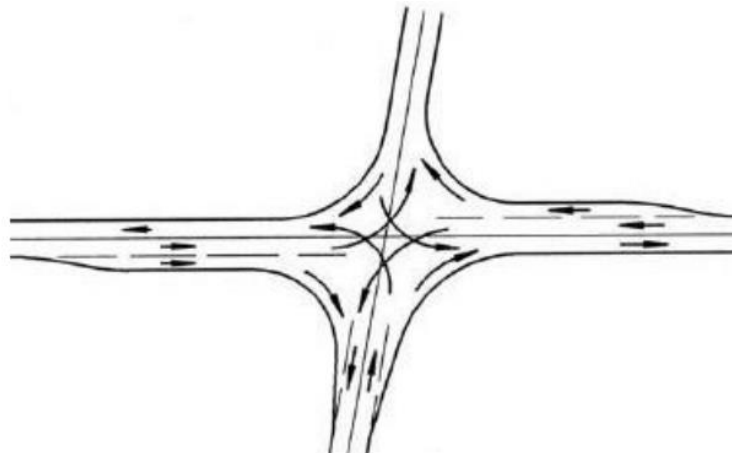


Figura 3-2: Intersección de cuatro ramales

Fuente: (Mata, 2019).

- **Intersecciones semaforizadas**

Este tipo de intersecciones suelen estar reguladas de manera permanente o mayoritariamente mediante sistemas de luces como son los semáforos que funcionan de acuerdo a la afluencia vehicular a través de intervalos de tiempo, todo esto con la finalidad de ordenar el tráfico, evitar accidentes y garantizar una circulación segura de peatones. Los movimientos pueden ser priorizados tomando en cuenta el flujo vehicular de cada sentido (Mata, 2019).

- **Intersecciones rotatorias**

También conocido como glorieta, es la unión de ramales que van alrededor de un círculo en el centro de un anillo de circulación rotatorio, permite solucionar conflictos generados en algunas intersecciones, la preferencia en este tipo será siempre por el lado derecho, es decir cede el paso el vehículo que está circulando dentro de la rotonda, una de las ventajas de esta intersección es que regula la velocidad a la que se desplazan los vehículos. (Mata, 2019).

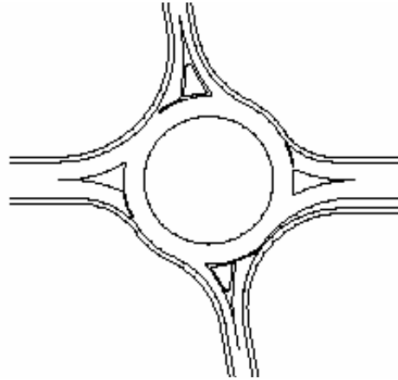


Figura 4-2: Intersecciones Rotatorias
Fuente: (Mata, 2019)

2.2.2.2. Condiciones o características

Tabla 8-2: Intersecciones semaforizadas

Parámetro	Descripción
Condiciones geométricas	Van en función de la infraestructura existente, se debe considerar longitudes, pendientes, anchos de carril, espacios destinados para paradas y estacionamientos.
Condiciones de tráfico	Con el semáforo se define el derecho de paso a los vehículos y peatones de modo secuencial, se ha convertido en una de las alternativas de uso frecuente ante el crecimiento constante del parque automotor para reducir los conflictos.
Condiciones semafóricas	Comprende un ciclo de fases en el que se debe tomar en cuenta para su configuración los tiempos en verde, rojo y ámbar, es importante definir espacios para el cambio de cada color.

Fuente: (Garacía, 2018).

Tabla 9-2: Intersecciones no semaforizadas

Parámetro	Descripción
Movimientos	Puede realizar giros hacia la derecha, izquierda y hacia adelante, las cuales están definidas de acuerdo a la prioridad de la vía.
Condiciones de tránsito	En este tipo de intersecciones no se distribuye el flujo vehicular a distintos niveles, los conductores solo se sujetan a la visibilidad de señales para regular su desplazamiento, razón por la cual en ocasiones se evidencian conflictos.
Señalización	Para evitar accidentes de tránsito en intersecciones sin dispositivos de control mediante sistema de luces, es necesario la colocación de señales como: pare y delimitación de carriles.

Fuente: (Vargas, 2017).

Tabla 10-2: Intersecciones rotatorias

Parámetro	Descripción
Movimientos	Se realiza un movimiento circular uniforme, los conductores deben tener presente que se debe ceder el paso a los vehículos que se encuentren dentro del redondel y elegir de manera adecuada el carril de salida para evitar accidentes y cortes de paso a otros vehículos.
Condiciones de tránsito	Mantiene un patrón circular de tránsito, permite reducir puntos de conflicto y tiempos de cruce.
Capacidad	Depende de la capacidad o espacio que tiene cada uno de los carriles, también será de acuerdo a la distribución vehicular en los ramales de ingreso y salida, es decir la intensidad.

Fuente: (Yanaguaya, 2016).

2.2.3. Señalización vial

Es el conjunto de símbolos, leyendas o demarcaciones en la vía que permiten orientar a los conductores y peatones sobre las condiciones en las que se desplazan, generando seguridad e información de fácil entendimiento, se mantienen en óptimas condiciones de visibilidad para garantizar un flujo de tráfico adecuado. Además, constituyen un factor esencial para la seguridad vial Pueden ser de dos tipos: señales verticales y horizontales (Gobierno de México, 2022).

2.2.3.1. Características de la señalización

- **Diseño Adecuado**

Todas las señales deben ser uniformes, deberán cumplir con el tamaño, forma y color establecido en la normativa vigente, deben ser lo más claras posibles para facilitar el entendimiento de los peatones y conductores, el material debe ser resistente para que se mantenga en las mejores condiciones, se debe utilizar material reflectivo para permitir su visualización en horas de la noche.

- **Emplazamiento**

Se debe mantener la debida distancia de visibilidad para un adecuado entendimiento de la señalética, para de este modo contar con un tiempo de reacción y se pueda maniobrar el vehículo en caso de ser necesario, los tramos de vía deben ser estudiados constantemente para generar advertencias o prohibiciones que puedan presentarse.

- **Mantenimiento**

Es necesario realizar un mantenimiento de cada una de las señales después de un tiempo de haberlas instalado, en ocasiones las condiciones de naturaleza o vegetación generan obstrucciones, es por ello que dificultan la legibilidad. Estas actividades estarán a cargo de las entidades competentes de acuerdo al tipo de vía (Escobar & Martinez, 2022).

2.2.3.2. Señalización horizontal

Son las demarcaciones en el pavimento u objetos colocados en la superficie de rodadura, se utilizan para regular la circulación vehicular, indican acciones, normativas y movimientos a efectuar, a través de líneas, flechas, leyendas, entre otras. Las señales deben ser visible, legible, creíble y generar respecto (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Tabla 11-2: Señalización horizontal según su forma

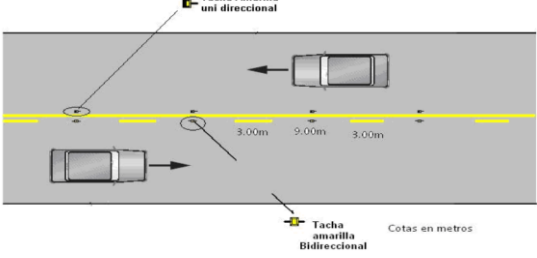
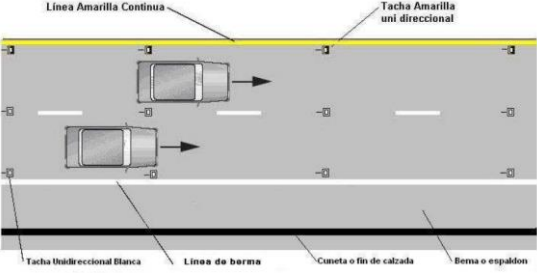
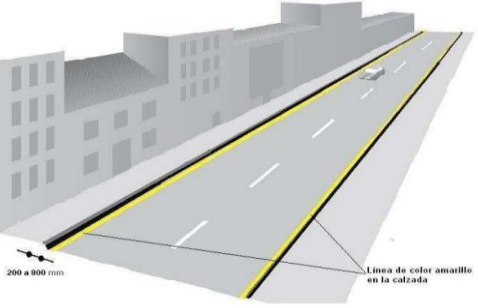
Líneas Longitudinales: Son las que delimitan los carriles o calzada y zonas de prohibición de adelantar, estacionar y carriles de uso exclusivo. Medida: 10mm-15mm.	
Característica	Descripción
Líneas Amarillas	Son utilizadas para: Separar tráfico en dirección opuesta, restricciones, borde izquierdo.
Líneas Blancas	Son utilizadas para: separar el tráfico en la misma dirección
Líneas Transversales: Señales en cruces, detención y espacios destinados a cruces peatonales y bicicletas.	
Líneas Blancas	Definen: Paso cebra, línea de pare, líneas de detención.
Símbolos y Leyendas: Informa al usuario acerca de un riesgo.	
Flechas	Direccionan el tránsito e indican giros
Ceda el paso	Indica que un vehículo debe detenerse y ceder el paso
Otras señalizaciones	
Chevrones	Son utilizadas para direccionar los flujos vehiculares
Tachas	También conocidas como “ojos de gato” están construidas de material reflectivo y direccionan rutas en lugares donde existe poca visibilidad.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

- **Líneas longitudinales**

Tabla 12-2: Tipos de líneas longitudinales

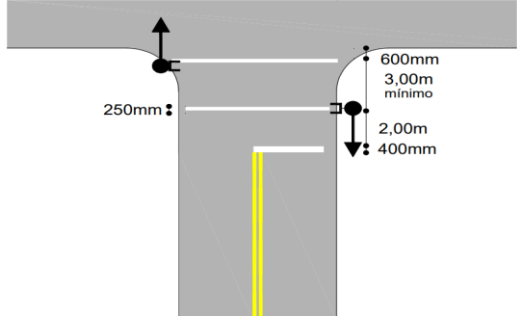
Tipos	Imagen	Descripción
Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta		Son colocadas en condiciones aptas para rebasar o girar en el centro de la vía, su color es amarillo.
Doble línea continua/Línea de barrera		Señala a los conductores que no pueden realizar maniobras para rebasar, se aplica en calzada con doble sentido.

<p>Doble línea mixta</p>		<p>Comprende una línea continua y otra segmentada, muestra a los conductores que pueden rebasar siempre y cuando tengan el espacio suficiente.</p>
<p>Líneas de borde de calzada continua</p>		<p>Es una línea de referencia para la ubicación de tachas y limitan el borde de la vía.</p>
<p>Líneas de prohibición de estacionamiento</p>		<p>Señala a los conductores que no pueden estacionar sus vehículos a excepción de restricciones establecidas previamente.</p>

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

- **Líneas transversales**

Tabla 13-2: Tipos de líneas transversales

Tipos	Imagen	Descripción
<p>Línea de pare en intersección semaforizada</p>		<p>Señala el sitio donde el conductor debe detenerse en vista que el semáforo se encuentra con luz roja.</p>


<p>Líneas de pare</p>	<p>a) En vía bidireccional</p> <p>b) En vía unidireccional</p> <p>c) En vía bidireccional, desfasada.</p>	<p>Señala a los conductores que deben detenerse en caso de visualizar una señal de pare, cruces peatonales y trenes a nivel.</p>
<p>Líneas de detención</p>	<p>600mm</p> <p>2.00m</p> <p>400 mm: $v \leq 50\text{km/h}$ 600mm: $v > 50\text{km/h}$</p>	<p>Indica el lugar de detención para ceder el paso cuando un conductor haya girado en una intersección.</p>
<p>Líneas de cruce cebra</p>	<p>ACERA</p> <p>ACERA</p> <p>450 mm</p> <p>750 mm</p> <p>500 a 1000 mm</p> <p>De 3,00 a 8,00 m</p>	<p>Orienta a los peatones el espacio destinado para que se puedan trasladar con la mayor seguridad, tienen una longitud de 3m-8m, con un ancho de 450mm.</p>
<p>Líneas de ceda el paso</p>	<p>200 mm.</p> <p>600 mm.</p> <p>600 mm.</p> <p>CEDA EL PASO</p>	<p>Indica al conductor que debe detener el vehículo para ceder el paso a otros usuarios de la vía, su ancho depender de la velocidad de circulación</p>



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

2.2.3.3. Señalización vertical

Son una serie de símbolos fijados en placas que generalmente son colocados en postes o estructuras metálicas sobre la vía, las cuales advierten a los conductores las condiciones de la vía, en caso de no cumplir con lo establecido en la señal deberán sujetarse a las sanciones previamente establecidas en el Código Orgánico Integral Penal (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Tabla 14-2: Señales regulatorias







Código R: Hacen referencia a un requerimiento legal		
Nombre	Símbolo	Descripción
Pare		Obliga a los conductores a detener completamente el vehículo.
Ceda el paso		Obliga a los conductores a ceder el paso a los vehículos que se aproximan a la vía.
Serie de movimiento y dirección		Indica a los conductores la dirección a la que pueden circular.
No entre		Restringe el ingreso a una vía.
No girar en U		Prohíbe a los conductores el giro en U.
Mantenga derecha		Los conductores deberán circular por la derecha.
No bicicletas		Está prohibido el desplazamiento con bicicletas-
Límite máximo de velocidad		Los conductores no pueden exceder los 30km/h de velocidad de circulación.
No estacionar		Está prohibido el estacionamiento de vehículos.

Estacionamiento para personas con discapacidad		El estacionamiento es de unos exclusivo para las personas con discapacidad.
Parada de bus		Indica el lugar donde los pasajeros pueden ascender o descender de un bus de transporte público.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).


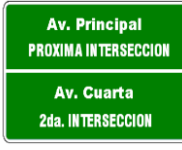

Tabla 15-2: Señales preventivas


Código P: Advierten peligro o condiciones peligrosas		
Nombre	Símbolo	Descripción
Cruce de vías		Aproximación a un cruce de vías.
Intersección en "T"		Previene al conductor la aproximación a una intersección en "T".
Aproximación a redondel		Aproximación a un redondel.
Cruce de línea férrea		Advierte la existencia de un cruce de línea férrea.
Aproximación a semáforo		Aproximación a un dispositivo de control, semáforo.
Puente angosto		Aproximación a un puente con dimensión menor a la de la calzada.
Altura máxima		Indica a los conductores la altura máxima a la que pueden circular por un puente, túnel o paso.

Ancho máximo		Indica el ancho máximo en la calzada, se debe tomar en cuenta para evitar contratiempos o accidentes.
Reductor de velocidad		Indica que el conductor debe bajar la velocidad ya que se aproxima a un reductor.
Ciclistas en la vía		Alerta la presencia de ciclistas en la vía.
Vía compartida con ciclistas		Advierte que el uso de la vía es compartida con un ciclista.
Serie peatonal		Se debe considerar el paso frecuente de peatones.
Hospital		Advierte la aproximación a un centro de atención médica.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).






Tabla 16-2: Señales de información

Código I: Guían con información relevante para llegar a un destino.		
Nombre	Símbolo	Descripción
Decisión de destino		Mencionan la dirección de un lugar, contienen nombres de los principales destinos a los que pueden ir a lo largo de la vía.
Nombres de calles		Por lo general se encuentran en áreas urbanas para informar los respectivos nombres.
Control de Tráfico		Zona que controla el tráfico, mediante cámaras detecta la velocidad de circulación.

Zona Escolar		Indica a los conductores que están en una zona escolar y deben desplazarse a una velocidad máxima de 30km/h.
--------------	---	--

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Tabla 17-2: Señales de información de servicio

Nombre	Símbolo	Descripción
Gasolinera		Indica la aproximación a 500 una gasolinera.
Personas con discapacidad		Indica que existen zonas de uso preferencial destinadas a personas con discapacidad.
Restaurant		Lugar próximo a un restaurant o lugar donde se puedan adquirir alimentos.
Servicios Higiénicos		Indica la proximidad a Servicios Higiénicos.
Centro Histórico		Indica que el conductor se aproxima o ya se encuentra en el Centro Histórico.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

2.2.4. Tránsito

Es el movimiento de personas o vehículos efectuado por una calle, se encuentra regulado por leyes y reglamentos a los que se debe respetar para evitar inconvenientes, está compuesto por tres parámetros principales que son: número de vehículos que circulan por una vía específica y en un periodo de tiempo determinado, tipo de vehículos que se desplazan y la velocidad con la que circulan (Gallegos, 2016).

2.2.4.1. Factor de vehículo equivalente

El factor de vehículo equivalente es utilizado para homogenizar el tránsito, de esta manera relacionan una unidad de referencia para un mejor entendimiento y análisis. Dicho factor mantiene un enfoque bajo las mismas condiciones de operación, relacionadas con: el nivel de servicio, condiciones de tráfico, infraestructura vial, características principales y capacidad vehicular (Sánchez, 2018).

2.2.4.2. Método basado en Headway

Según (Muhammad, 2014) el método considera el criterio de que los vehículos livianos a comparación de los vehículos pesados van a tener un menor tiempo headway, tomando en cuenta que haya una gran cantidad de vehículos en circulación. El tiempo headway es definido como el tiempo que transcurre desde el parachoques trasero del vehículo liviano y el parachoques de un vehículo diferente al liviano, los cuales se desplazan por una intersección determinada previamente en el estudio. El tiempo es expresado en segundos.

Para la obtención del tiempo con el método Headway, Greenshields define las siguientes fórmulas:

$$VLE_i = \frac{H_i}{H_c}$$

Dónde:

VLE_i = Vehículo liviano equivalente para vehículo tipo i.

H_i = Promedio de los tiempos headway de vehículo tipo i.

H_c = Promedio de los tiempos headway de vehículos livianos.

Criterios que deben ser tomados en cuenta para la selección de vías

Las vías para el estudio y determinación de VLE deben contener ciertas restricciones:

- El tránsito de vehículos debe tener un flujo libre
- Se considerará el volumen de tráfico alto con mayor afluencia vehicular
- En el espacio no deben existir estacionamiento para vehículo
- El tráfico debe estar compuesto por diferentes tipos de vehículos (pesados, livianos, buses, motocicletas, bicicletas).

2.2.5. Composición del tránsito

2.2.5.1. Usuario

Son considerados como usuarios de la vía pública a todas las personas que circulan por la vía pública, siendo estos: conductores, ciclistas y peatones.

- **Peatón**

Es la persona que se desplaza a pie por la vía pública haciendo uso de las señales correspondientes como los pasos cebra, puentes peatonales y respetando los espacios que son exclusivamente para vehículos, generalmente transitan por las aceras, deben tener mucho cuidado antes de cruzar la vía para evitar accidentes, dentro de los usuarios viales, el peatón es considerado como el usuario más vulnerable (Gobierno de España, 2016).



Figura 5-2: El peatón

Fuente: (Dirección General de Ordenación, 2020)

- **Ciclista**

Es la persona que hace uso de una bicicleta para trasladarse de un lugar a otro por distintos motivos, forma parte del tránsito como los vehículos y peatones, hoy en día su uso es frecuente ya que se implementan este tipo de sistemas de transporte con el fin de conservar el medio ambiente. Sin embargo, la infraestructura es una de las desventajas puesto que no todos los lugares garantizan una circulación eficiente y segura, en varias ocasiones los accidentes de tránsito de ciclistas se dan por falta de espacio (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 2020).



Figura 6-2: El ciclista

Fuente: (Dirección General de Ordenación, 2020)

- **Conductor**

Es la persona que previa a una capacitación teórica y práctica conduce un vehículo por los diferentes tipos de vías. está sujeto a normas tales como: portar con toda la documentación de circulación, respetar las señales y límites de velocidad para evitar accidentes de tránsito, en caso de no cumplir con lo establecido en la ley, deberá cumplir con las sanciones de acuerdo a la gravedad (Ministerio de Educación, 2018).



Figura 7-2: El conductor

Fuente: (Dirección General de Ordenación , 2020)

- **Pasajero**

Es la persona realiza un viaje en un vehículo, pero no conduce ni es parte de la tripulación, asciende o desciende de un vehículo de acuerdo a la necesidad de desplazamiento, el término pasajero es usado mayormente en el caso de utilizar un medio de transporte masivo (Ministerio de Educación, 2018).



Figura 8-2: Pasajero

Fuente: (Dirección General de Ordenación , 2020)


2.2.5.2. Vehículo

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656 establece la clasificación vehicular de acuerdo a sus características de uso y aplicación. A continuación, se detalla lo establecido en la norma:

- **Vehículos no motorizados**

Utilizan la fuerza humana para poder desplazarse, constituyen una buena alternativa para contribuir al cuidado del medio ambiente, es decir constituyen una movilidad sostenible.

Tabla 18-2: Vehículos no motorizados








Tipo	Imagen	Descripción
Bicicleta		Contiene dos ruedas, con infraestructura rígida o semi rígida, mediante los pedales se transmite el movimiento, su geometría proporciona una postura cómoda y segura de pedaleo.

Fuente: (De la Paz, 2017)

- **Vehículos motorizados**





Hace referencia a todos los vehículos que contienen motor y tracción propia. La norma los ha clasificado en las siguientes categorías:

Tabla 19-2: Categoría L

CATEGORÍA L: Vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas.		
Subcategoría	Imagen	Descripción
L1		Contienen dos ruedas, no superan los 45km/h de velocidad.
L2		Contienen tres ruedas, motor de encendido por compresión.
L3		Contienen dos ruedas, con motor de combustión interna.
L4		Contienen dos ruedas con sidecar, con motor de combustión
L5		Contiene tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo.
L6		Vehículos de cuatro ruedas, cilindrada máxima de 50cm ³
L7		Vehículos de cuatro ruedas, la tara es inferior o igual a 400kg.




Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

Tabla 20-2: Categoría M

CATEGORÍA M: Vehículos motorizados con cuatro o más ruedas, transportan pasajeros		
Subcategoría	Imagen	Descripción
M ₁		Capacidad de hasta 8 personas, sin contar el conductor.
M ₂		Su capacidad supera las 8 personas sin contar el conductor, su PBV no excede de 5000 kg.
M ₃		Su capacidad supera las 8 personas además el conductor, su PBV no excede de 5000 kg.
M	Especial 	Vehículos con características especiales con acceso a silla de ruedas, blindado, etc.





Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

Tabla 21-2: Categoría N

CATEGORÍA N: Vehículos motorizados con al menos cuatro ruedas, transportan mercancía		
Subcategoría	Imagen	Descripción
N ₁		Su masa no debe ser superior a 3.5 toneladas.
N ₂		Su masa va desde 3.5 hasta 12 toneladas.
N ₃		Su masa puede ser superior a 12 toneladas

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

Tabla 22-2: Categoría O

CATEGORÍA O: Remolques-Semiremolques		
Subcategoría	Imagen	Descripción
O ₁		Su masa debe ser inferior a 0,75 toneladas.
O ₂		Su masa va desde 0,75 hasta 3,5 toneladas.
O ₃		Su masa va desde 3,5 hasta 10 toneladas
O ₄		Remolque que supere las 10 toneladas

Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

2.2.6. *Procesamiento de datos*

El levantamiento de información necesaria para el presente estudio se realiza mediante la filmación de videos en las horas pico, a través de ello se obtendrá la distancia/espacios efectivos entre cada tipo de vehículo de acuerdo a su clasificación (Escandón, 2018).

2.2.6.1. *Procesamiento manual*

Consiste en uno de los métodos más comunes, el registro de datos no considera el uso de un software, para la obtención de las distancias es necesario definir las áreas típicas promedios que

contienen las medidas de ancho y longitud, el presente estudio mide los intervalos de espacio entre el vehículo de adelante y el vehículo de atrás, se debe multiplicar el ancho de carril por el espaciamiento para obtener el espacio efectivo (Escandón, 2018).

2.2.6.2. Procesamiento manual-automático

Las filmaciones deben captar los sectores de análisis, donde se pueda visualizar claramente la longitud de los vehículos, el espacio entre ellos y la cantidad de carriles existentes en el tramo de estudio, además se utiliza el software Kinovea de acceso gratuito, considerado como un programa de análisis de videos utilizados para las actividades deportivas y corrientes vehiculares (Muñoz, 2018), el programa presenta las siguientes características:

- Se pueden comparar dos ejecuciones al mismo tiempo.
- Tiene compatibilidad con Windows XP, Windows Vista y Windows 7.
- La información puede ser guardada en hoja una hoja de cálculo
- Se puede adicionar contenido
- Permite medir ángulos, distancias y tiempos
- Permite marcar tramos con movimiento
- Mide velocidades

2.2.6.3. Procesamiento automático

Trata de un software específico para obtener los datos de manera automática, en este caso las distancias entre vehículos de manera directa, no hay necesidad de procesar datos de forma manual, evita los registros en bases de datos. Sin embargo, para la investigación no se utiliza puesto que es un programa de uso limitado y no se encuentra disponible, uno de los casos referenciales es el programa SEV (Testa, 2020).

2.2.6.4. Análisis estadístico

Una vez que se proceda con el levantamiento de información será necesario un análisis de los valores obtenidos a través de los conteos, a través de este análisis se puede conocer el factor VLE. A continuación, se presentan conceptos y parámetros de suma importancia.

Tabla 23-2: Consideraciones para el análisis estadístico

Parámetro	Definición
Sesgo	Representa la presencia de asimetría en la curva de la distribución, puede ser direccionada hacia la derecha o hacia la izquierda, en caso de que la curva sea simétrica es considerada como sesgo.
Valor Atípico	Hace referencia a un valor de carácter cuantitativo, distante de otros valores.
Diagrama de cajas	Es una herramienta que permite validar valores a través de una representación gráfica, se basa en cuartiles.
Cuartiles	Son valores que son divididos en cuatro partes iguales de la población, con el propósito de diagnosticar de forma detallada y rápida la dispersión de una serie de valores. <ul style="list-style-type: none">• Primer cuartil (Q1)• Segundo cuartil (Q2)• Tercer cuartil (Q3)

Fuente: (Ayala, 2020)

2.2.7. Teorema de CHEBYSHEV

Según (García, 2013) toma como referencia la desviación estándar, su propósito es medir la dispersión de una serie de datos, indica una desviación mayor cuando los datos son localizados dispersos de la media, mientras que se evidencia una desviación menor cuando los datos están cercanos a la media.

En un conjunto de datos, la porción de valores que se sitúan a k desviaciones estándares de la media es de por lo menos $1 - \frac{1}{k^2}$, siendo k cualquier constante superior a 1.

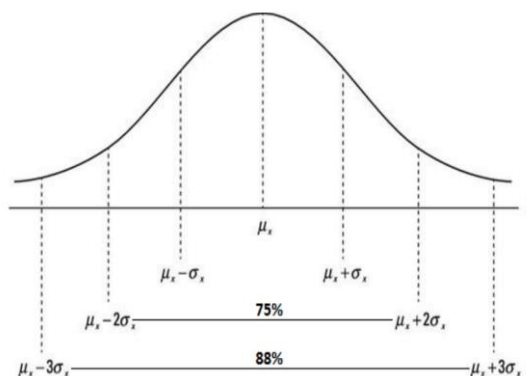


Figura 9-2: Representación Gráfica Teorema Chebyshev

Fuente: (García, 2013)

2.3. Identificación de variables

- **Variable independiente:**

Sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo.

- **Variable dependiente:**

Factor de Vehículo Liviano Equivalente

2.4. Operacionalización de variables

Tabla 24-2: Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo	El sistema vial cantonal urbana es el conjunto de vías de circunscripción urbana, administradas por los GADs Municipales.	Flujo	Vehículo por hora	Número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía por unidad de tiempo	Números enteros	Observación	Conteos manuales y automáticos	Numérica
		Nivel de servicio	de Letras A-B-C-D-E-F	Describe las condiciones de operación del flujo de tránsito y de su percepción por conductores y/o pasajeros, de acuerdo a diferentes factores.	Letras de A a F	Observación	Características físicas y operacionales	Alfabética
		Velocidades	Kilómetros por hora	Relación entre distancia recorrida y el tiempo empleado para el movimiento	Números continuos	Observación	Medición de velocidades	Numérica
		Infraestructura	Ancho de carriles Número de carriles Sentidos viales	Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro.	Números continuos	Observación	Mediciones manuales	Numérica
		Capacidad vial	Vehículos que atraviesan una parte de vía	La capacidad expresada en términos del máximo número de vehículos que pueden atravesar una sección o tramo dado.	Números enteros	Observación	Evaluación de parámetros operativos	Numérica

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Tabla 25-2: Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Factor de Vehículo Liviano Equivalente	Número de vehículos livianos que resultaran con las mismas condiciones operativas que un solo vehículo pesado de un tipo en particular bajo condiciones específicas del tipo de carretera, tráfico y condiciones de control.	Intervalo	Tiempo en segundos entre vehículos	Tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos	Números continuos	Observación	Medición con cámara de video	Numérico
		Espaciamiento	Distancia entre vehículos	Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos	Números continuos	Observación	Medición con cámara de video	Numérico
		Vehículo liviano	Número de vehículos livianos	Vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros	Números enteros	Observación	Conteos manuales con cámara de video	Numérico
		Vehículo mediano	Número de vehículos medianos	Automotor cuyo peso bruto es menor o igual a 3860kg o cuyo peso neto es menor o igual a 2724kg	Números enteros	Observación	Conteos manuales con cámara de video	Numérico
		Vehículo pesado	Número de vehículos pesados	Automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3860kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2724kg	Números enteros	Observación	Conteos manuales con cámara de video	Numérico
		Motocicletas	Número de motocicletas	Vehículo motorizado de dos ruedas para uso terrestre	Números enteros	Observación	Conteos manuales con cámara de video	Numérico

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

2.5. Matriz de consistencia

Tabla 26-2: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente en la gestión del sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo?	Determinar el coeficiente de Vehículo Liviano Equivalente para el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo -Ecuador.	Determinar el Factor de Vehículo Liviano Equivalente del sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo	V Ind. Sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vehículo por hora 2. Letras A-B-C-D-E-F 3. Kilómetros por hora 4. Ancho de carriles 5. Número de carriles 6. Sentidos viales 7. Vehículos que atraviesan una parte de vía 	Observación directa	Fichas de observación Conteos manuales y automáticos
		mejorará la planificación del transporte en la ciudad.	V. Dep Factor de Vehículo Liviano Equivalente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempo en segundos entre vehículos 2. Distancia entre vehículos 3. Número de vehículos livianos 4. Número de vehículos medianos 5. Número de vehículos pesados 6. Número de motocicletas 	Observación directa	Conteos Fichas de observación

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de investigación

3.1.1. *Enfoque cuantitativo*

Para (Otero, 2018) la investigación bajo este enfoque trata con aspectos que se pueden medir, requiere de técnicas estadísticas para el análisis e interpretación de datos, basados en la información que el investigador requiera, permite obtener resultados amplios durante el avance de la investigación, los mismos que podrán ser tomados en cuenta para relacionar estudios similares. Este enfoque en el presente trabajo se ve reflejado en los aforos vehiculares y registro de datos obtenidos a través del levantamiento de información desde videos

3.2. Nivel de investigación

3.2.1. *Descriptiva*

Según (Nieto, 2018) el nivel de investigación descriptiva consiste en registrar información esencial o características de la población para el estudio, permite comprobar una hipótesis definida previamente, uno de los métodos más comunes en este nivel es a través del método de observación, donde se obtendrán datos cualitativos y cuantitativos. En este caso, en el presente trabajo se utiliza este nivel para describir la señalización vertical y horizontal existente en cada una de las intersecciones de análisis.

3.3. Diseño de investigación

3.3.1. *Transversal*

Se considera como transversal cuando a través de la observación se diagnostica datos que son obtenidos de una muestra, en un periodo de tiempo determinado, es uno de los diseños más utilizados en la actualidad ya que permite obtener una gran cantidad información en un periodo de tiempo corto (Vega, Maguiña, Soto, Lama, & Correa, 2021). En el trabajo se toma en cuenta en la compilación de información puesto que se aplica el método de la observación.

3.4. Tipo de investigación

3.4.1. Bibliografía y documental

Pretende recabar información a través de acopio de libros, informes, artículos científicos publicados en revistas, estudios que tienen relación con las variables del proyecto y documentos relevantes, los cuales guiarán el avance del trabajo y sustentar la parte teórica. A través de este tipo de investigación se pueden extraer resultados que permitan comprobar la efectividad de herramientas que se vayan a implementar, toda la información debe ser preferentemente de los últimos años (Guillermina, 2017).

3.4.2. De campo

Permite levantar la información cualitativa o cuantitativa dependiendo de los requerimientos de la investigación, se lo realiza desde el lugar de estudio y se considera como una fuente primaria. (Martinez, 2020). En el desarrollo de esta investigación, se acudió a las intersecciones: Antonio Clavijo y Quis Quis, Av. Confraternidad y Pitahayas y Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón para proceder con la grabación del tránsito circulante independientemente del tipo de vehículo necesario para determinar los tiempos Headway, también se realizaron aforos vehiculares en periodos de 20 minutos los días Sábados en donde se incrementa el tránsito vehicular y peatonal producto del comercio generado en la zona. Finalmente, se utilizaron fichas de observación basadas en las normas INEN referentes a la señalización horizontal, vertical y otras características de la vía para determinar su situación actual.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Es el conjunto de personas que están implicadas para recabar información acerca de un, para considerar la población en el presente proyecto, se han tomado en cuenta las ocho intersecciones con mayor afluencia vehicular del cantón Pelileo, las intersecciones son:

Tabla 1-3: Intersecciones con mayor afluencia vehicular

N°.	Nombre de las calles
01	Av. Confraternidad y 22 de julio
02	Av. 22 de Julio y Padre Jorge Chacón
03	Antonio Clavijo y Quis Quis
04	Av. Confraternidad y Pitahayas
05	Av. Confraternidad redondel de San Pedro
06	El Corte
07	5 Esquinas
08	Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Pedro de Pelileo, 2022)

3.5.2. Muestra

Para determinar las intersecciones que formarán parte de la muestra fue necesario realizar el análisis de los criterios del tiempo Headway, sus resultados se muestran en la siguiente Tabla y quedando a disposición del estudio las siguientes:

Tabla 2-3: Criterios para la selección de las intersecciones muestra

Criterios	Confraternidad y 22 de julio	22 de Julio y Padre Jorge Chacón	Antonio Clavijo y Quis Quis	Confraternidad y Pitahayas	Confraternidad redondel de San Pedro	El Corte	5 Esquinas	Confraternidad y Padre Jorge Chacón
Cercanía a centros atractores de viajes			x	x	x		x	x
La intersección no cuenta con semáforos	x		x	x				x
La intersección cuenta con un flujo libre y evita la formación de colas		x	x	x	x			x
El volumen del tráfico vehicular a considerarse es alto	x	x	x	x	x		x	x
No existen estacionamientos permitidos en el espacio de estudio			x	x	x			x
Existe un flujo de vehículos generando un tráfico heterogéneo	x		x	x				x
Considerar la hora de mayor flujo vehicular		x	x	x			x	x

Fuente: Trabajo de campo, 2024.

A continuación, se muestran las intersecciones que forman parte de la muestra ya que han cumplido con todos los criterios necesarios para realizar su análisis Headway, las intersecciones son las siguientes:

Tabla 3-3: Intersecciones del estudio

N°.	Nombre de las calles
01	Antonio Clavijo y Quis Quis
02	Av. Confraternidad y Pitahayas
03	Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón

Fuente: Trabajo de campo, 2024.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos

3.6.1. Métodos

3.6.1.1. Método analítico

Es aquel método que inicia con un proceso de análisis de manera general y permite descomponer en partes o componentes los hechos o fenómenos, a través de ello, se podrá detallar su comportamiento, conocer efectos y consecuencias, es decir conlleva a una síntesis lo más concreto posible. (Rodríguez & Alipio, 2017).

3.6.1.2. Método deductivo

Consiste en un procedimiento que va de lo general a lo particular, permite la extracción de resultados y características acerca del comportamiento de un fenómeno. A través de la deducción se obtienen conclusiones directas previas a un razonamiento lógico e inferir nuevos conocimientos. (Rodríguez & Alipio, 2017).

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron ambos métodos. El método analítico permitió conocer a fondo la problemática en su forma más general, dando una visión global de la problemática identificada en el cantón Pelileo para luego detallar el comportamiento del tráfico en las intersecciones seleccionadas y las posibles soluciones que se pueden implementar en las mismas. El método deductivo permitió analizar los datos obtenidos de diferentes fuentes, principalmente de los aforos vehiculares realizados para obtener los tiempos Headway.

3.6.2. Técnicas

3.6.2.1. La observación

Es una de las técnicas de uso frecuente en la mayoría de las investigaciones en distintas áreas, comprende una interacción con hechos en la realidad, el investigador observa con atención y a través de instrumentos previamente establecidos registra la mayor información posible que se requiera para proceder con un diagnóstico, generalmente se analizan conductas observables. (Sampieri & Mendoza, 2018). Dentro de la investigación, se hizo uso de la observación al realizar los aforos vehiculares en las intersecciones seleccionadas, dichos aforos se realizaron con cámaras que captaron en video los flujos vehiculares para posteriormente ser analizados.

3.6.3. Instrumentos

a) Fichas de Observación

Según el autor (Gil, 2016), es un instrumento que se utiliza para recolectar y registrar información en campo, la ficha contiene una descripción específica de algún lugar o fenómeno, de este modo se puede emitir un análisis de la situación actual, puede ser una ficha estructurada o no estructurada, debe incluir observaciones y características cualitativas o cuantitativas. En la ficha para el proyecto se registrará información relacionada a las especificaciones técnicas enfocadas a los anchos de carril y vía, estado de la calzada, señalización vial, tipo de vía, ancho de aceras, tipo de intersección, nivel de servicio, señalización descripción y ubicación de señales.

b) Fichas de aforo vehicular


Es un instrumento que permite conocer el volumen de tránsito en un determinado lugar y tiempo, por lo general se lo realiza de forma manual. Se utiliza la ficha para registrar la cantidad de vehículos que se desplazan en diferentes sentidos por el Sistema vial urbano en la ciudad de Pelileo, se considera la clasificación vehicular y un periodo de 20 minutos en las horas donde existe mayor afluencia de vehículos como lo estipula la normativa vigente.

c) Equipo tecnológico

Para compendiar la información del tiempo Headway, se utiliza una cámara Nikon D3500, la misma que estará asentada en un trípode para estabilizar las tomas de los videos, serán colocadas a una distancia de 3 metros sobre el nivel del piso o en el segundo piso de una vivienda al borde de la vía, el tiempo de grabación será equivalente a 20 minutos en horas pico, posterior a ello se determina el tiempo Headway, verificando los videos y fijando la cantidad de situaciones en la que un tipo de vehículo sigue a un vehículo liviano.

En la tabla que se muestra a continuación, se detallan las características con las que cuenta la cámara Nikon D3500 con la finalidad de demostrar que el equipo tiene las características óptimas para la toma de información que validan los datos obtenidos. Las cámaras se ubicaron de tal manera que el ángulo de visión permita visualizar el tránsito de los diferentes tipos de vehículos.

Tabla 4-3: Características de la cámara Nikon D3500

<p>Nikon D3500</p>	
<p>Sensor:</p>	<p>CMOS APS-C (23.5 x 15.6 mm) 24.2 megapixels ISO mínima: 100 ISO máxima: 25.600</p>
<p>Pantalla LCD:</p>	<p>Tamaño: 3 pulgadas Pantalla fija (no articulada – no táctil)</p>
<p>Sistema de enfoque automático AF:</p>	<p>11 puntos de enfoque, 1 de ellos en cruz situado en el centro.</p>
<p>Disparo continuo:</p>	<p>5 fps (5 fotos por segundo)</p>
<p>Batería:</p>	<p>1550 disparos</p>
<p>Vídeo:</p>	<p>Full HD 1080p / 60 fps Pantalla articulada: No Conector para micrófono externo: No</p>
<p>Otras características:</p>	<p>Conexión Wi-Fi: NO Modo Time Lapse: NO Conectividad bluetooth / Snapbridge</p>

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

En esencia, lo que se pretende obtener con los videos recopilados, es determinar de forma clara y precisa el fotograma exacto del paso del parachoques frontal y posterior de los vehículos por un punto determinado, para posteriormente ser analizados con el programa Adobe Premiere. La cámara Nikon D3500 utilizada, brinda con su tecnología el soporte necesario para poder medir los tiempos exactos del tránsito y obtener el tiempo Headway de las intersecciones seleccionadas.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se enlistan las intersecciones puestas en consideración para la determinación del factor Vehículo Liviano Equivalente, los conteos realizados fueron en base al tipo de vehículo que transita por cada una de las intersecciones, ya sean estos vehículos livianos, buses, camiones, motocicletas o bicicletas.

- Av. Antonio Clavijo y Quis Quis
- Av. Confraternidad y Pitahayas
- Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón

Las intersecciones puestas en consideración son representadas en la siguiente figura.

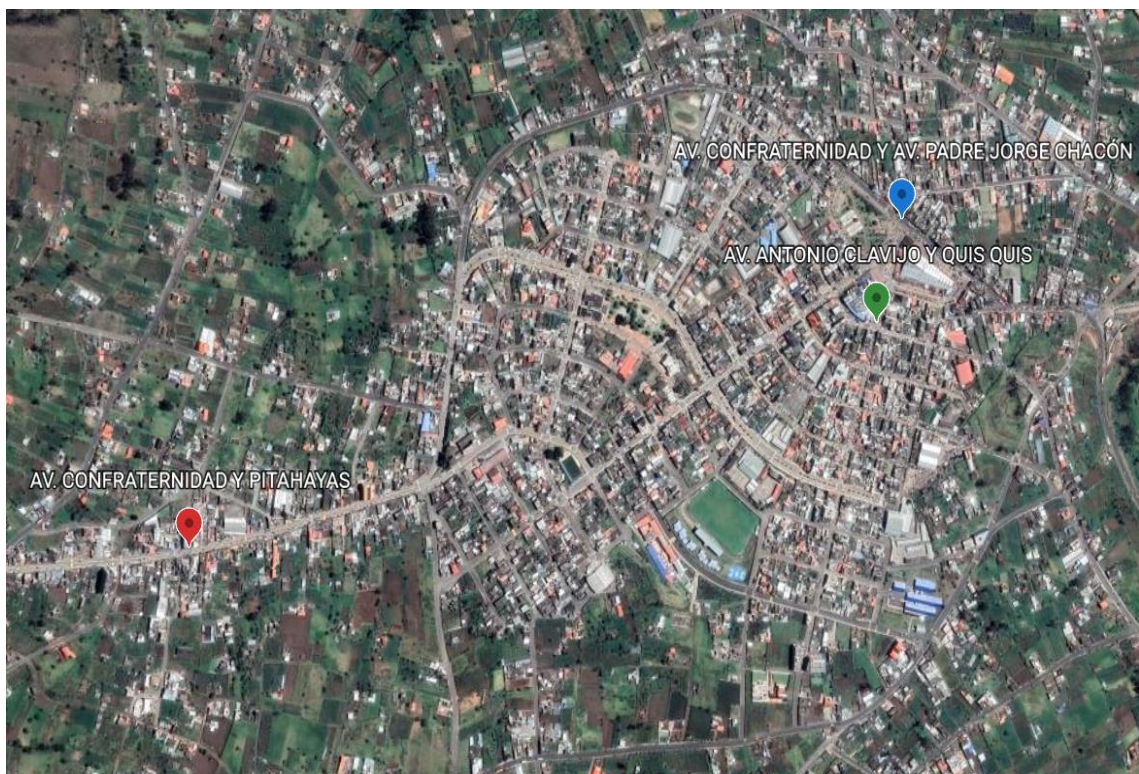


Figura 1-4: Mapa de las intersecciones puestas en estudio

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

4.1. Av. Antonio Clavijo y Quis Quis.

Para el análisis de esta intersección, se toma en cuenta el sentido Sur - Norte y viceversa de la Avenida Antonio Clavijo y el sentido Este - Oeste de la calle Quis Quis.



Figura 2-4: Sentidos viales de la intersección N°1
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.



Figura 3-4: Localización de la intersección N°1
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

En la intersección de las calles Antonio Clavijo y Quis Quis, se realizó el aforo vehicular por tipo de vehículo, sus resultados se muestran a continuación:

Tabla 1-4: Aforo vehicular intersección N°1

ANTONIO CLAVIJO Y QUIS QUIS					
Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Bicicletas
Antonio Clavijo Norte-Sur	231	5	9	16	0
Antonio Clavijo Sur-Norte	173	4	7	10	1
Quis Quis Oeste-Este	154	0	5	12	0
TOTAL	558	9	21	38	1

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: En el aforo vehicular se pudo constatar que, en la Avenida Antonio Clavijo en el sentido Norte-Sur se desplazaron un total de 261 vehículos mientras que, en el sentido Sur Norte circularon 195 vehículos, finalmente en la calle Quis Quis en el sentido Oeste-Este circulan un total de 171 vehículos.

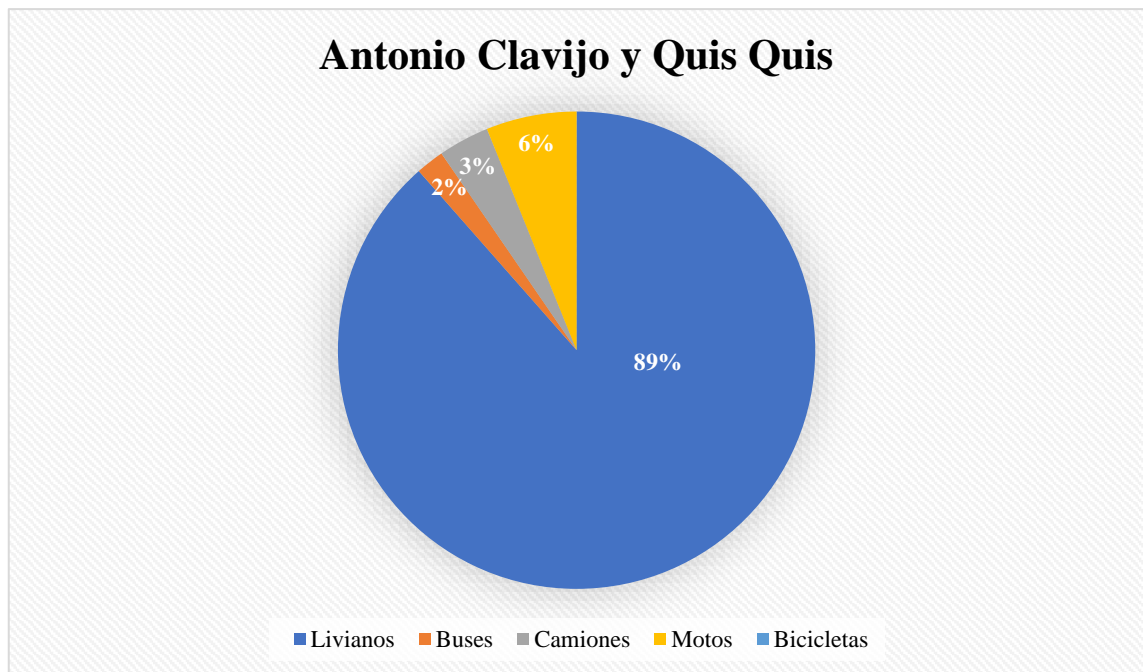


Gráfico 1-4: Aforo vehicular intersección N°1

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: En la intersección de la Avenida Antonio Clavijo y Quis Quis, se puede identificar que, durante los 20 minutos de aforo manual, circularon un total de 627 vehículos, distribuidos de la siguiente manera: el 89% corresponde a vehículos livianos, seguido del 6% que pertenece a motocicletas, con el 3% y 2% camiones y buses respectivamente, cabe recalcar que durante este tiempo circuló únicamente una bicicleta, lo cual representa el 0% del total de vehículos.

4.2. Av. Confraternidad y Pitahayas

Para el análisis de esta intersección, se toma en cuenta el sentido Este - Oeste y viceversa de la Avenida Confraternidad y el sentido Sur - Norte de la calle Pitahayas.



Figura 4-4: Sentidos viales de la intersección N°2
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

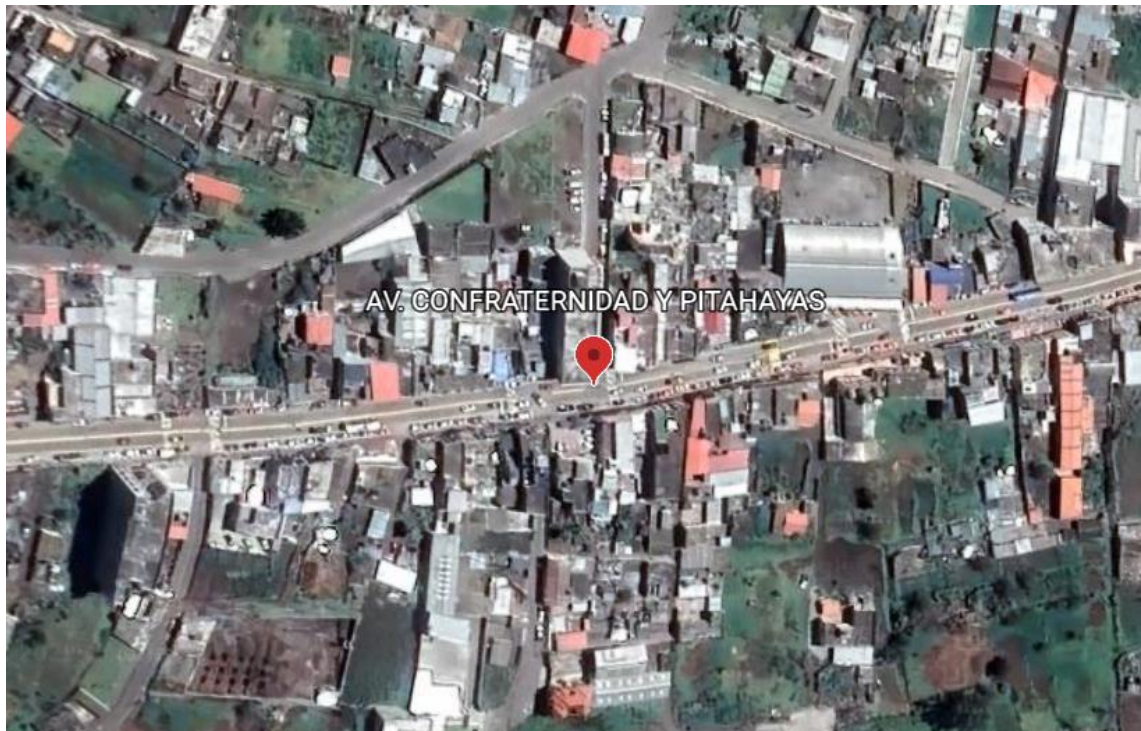


Figura 5-4: Localización de la intersección N°2
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

En la intersección de la Avenida Confraternidad y calle Pitahayas, se realizó el aforo vehicular por tipo de vehículo, sus resultados se muestran a continuación:

Tabla 2-4: Aforo vehicular intersección N°2

AV. CONFRATERNIDAD Y PITAHAYAS					
Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Bicicletas
Av. Confraternidad Este-Oeste	273	14	15	11	0
Av. Confraternidad Oeste-Este	333	19	24	18	1
Pitahayas Norte-Sur	27	0	1	4	0
TOTAL	633	33	40	33	1

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: La tabulación del aforo vehicular muestra los siguientes resultados: en la Av. Confraternidad en el sentido Este-Oeste circulan 313 vehículos, mientras que en el sentido Oeste-Este se desplazan 395 vehículos, en lo que corresponde a la calle Pitahayas en sentido Norte-Sur se evidencia una cantidad equivalente a 32 vehículos.

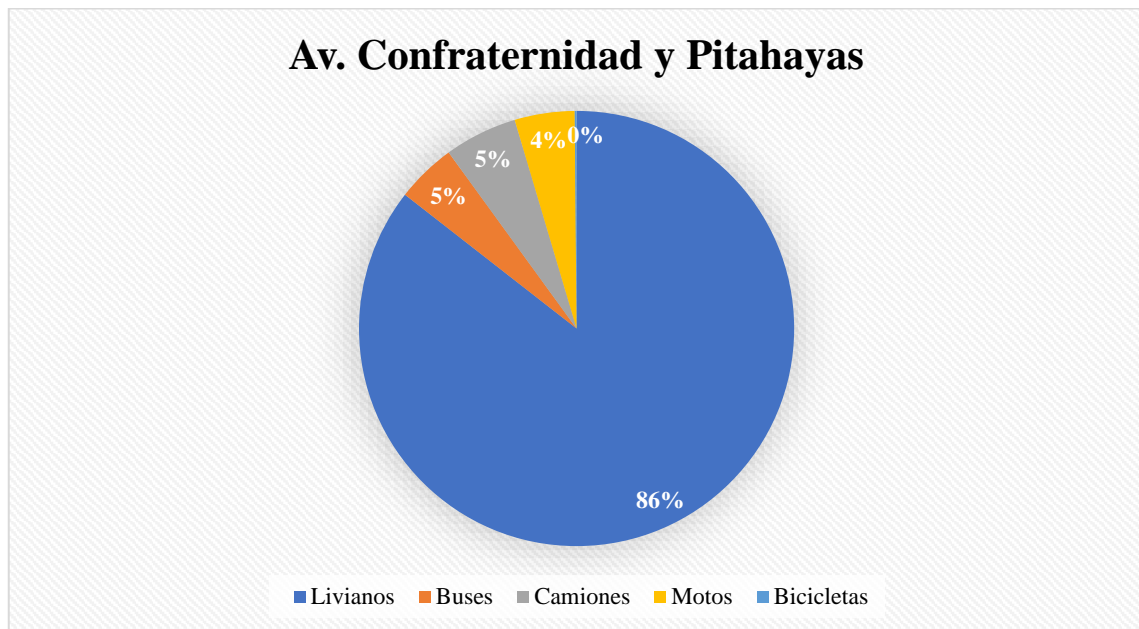


Gráfico 2-4: Aforo vehicular intersección N°2

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: El gráfico muestra los siguientes porcentajes correspondientes a la circulación vehicular por la Av. Confraternidad y Pitahayas, el 86% son livianos, el 5% corresponde a buses y motocicletas y el 0% representa a las bicicletas. Se desplazaron un total de 740 vehículos por esta intersección.

4.3. Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón

Para el análisis de esta intersección, se toma en cuenta el sentido Este - Oeste y viceversa de la Avenida Confraternidad y el sentido Sur - Norte de la Avenida Padre Jorge Chacón.

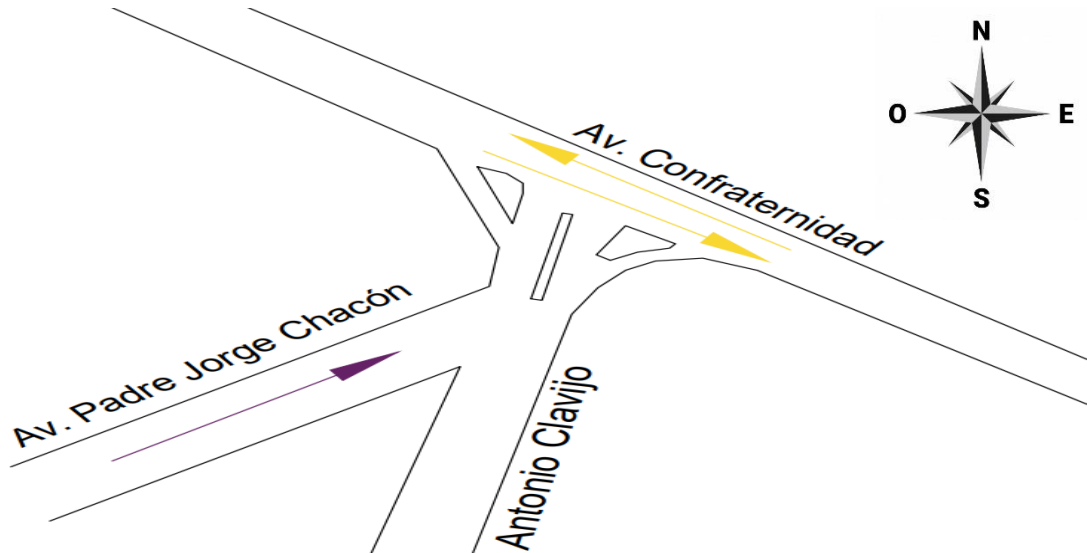


Figura 6-4: Sentidos viales de la intersección N°3
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

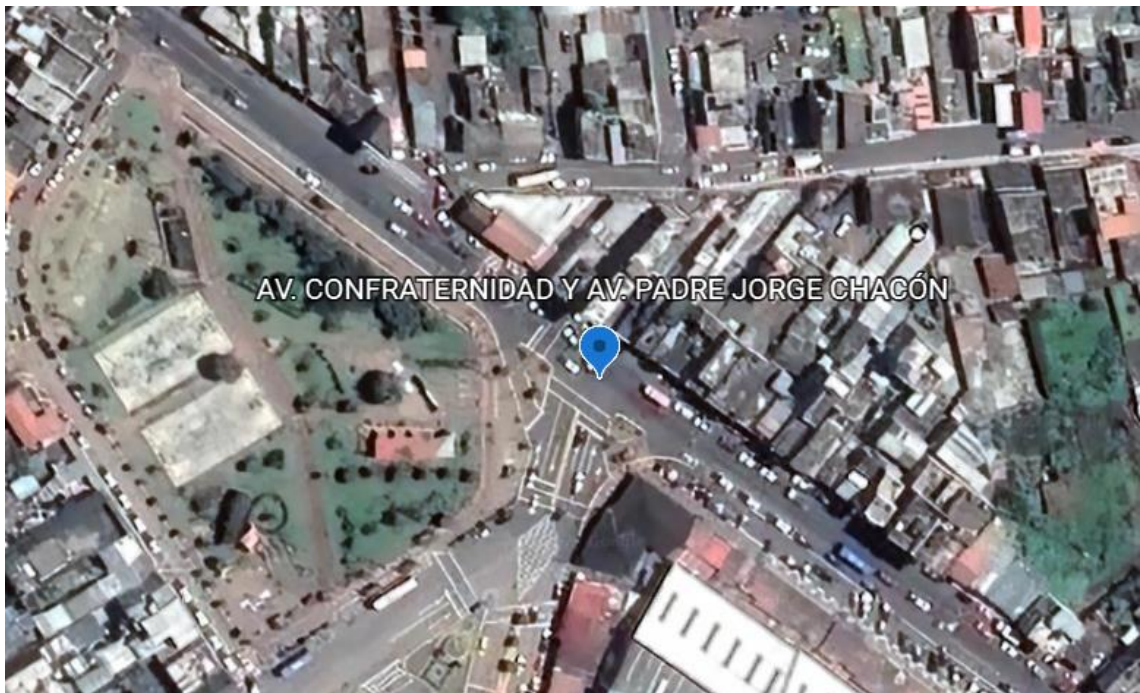


Figura 7-4: Localización de la intersección N°3
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

En la intersección de la Avenida Confraternidad y Avenida Padre Jorge Chacón, se realizó el aforo vehicular por tipo de vehículo, sus resultados se muestran a continuación:

Tabla 3-4: Aforo vehicular intersección N°3

AV. CONFRATERNIDAD Y AV. PADRE JORGE CHACÓN					
Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Bicicletas
Av. Confraternidad Este-Oeste	271	8	4	6	2
Av. Confraternidad Oeste-Este	234	6	4	9	1
Av. Padre Jorge Chacón Sur -Norte	143	6	5	7	2
TOTAL	648	20	13	22	5

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: En la intersección N°3 se obtienen los siguientes valores: en la Av. Confraternidad en el sentido Este-Oeste se desplazaron 271 vehículos, en el sentido Oeste-Este un total de 234 vehículos y en la Av. Padre Jorge Chacón en el sentido Sur-Norte circulan 143 vehículos.

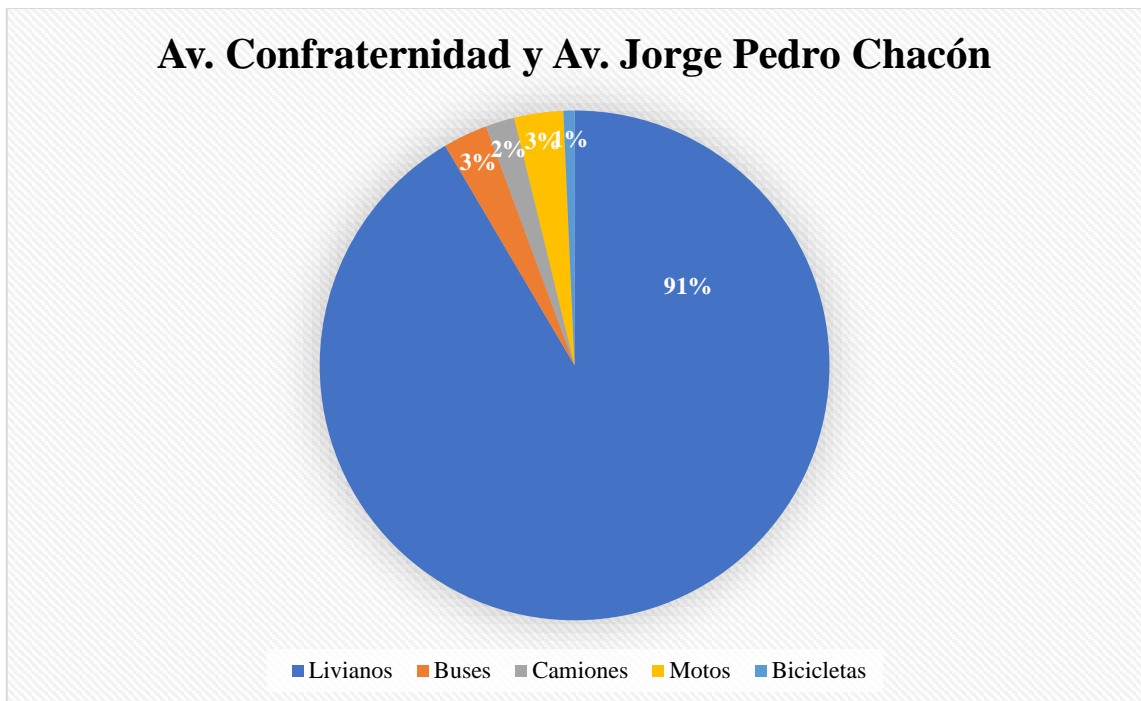



Gráfico 3-4: Aforo vehicular intersección N°3

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Análisis: En la tercera intersección correspondiente a la Avenida Confraternidad y Avenida Jorge Pedro Chacón se puede identificar la siguiente información con respecto al flujo vehicular: el 91% de vehículos son livianos, el 3% motos y buses, el 2% camiones y el 1% bicicletas, en total circularon 648 vehículos en un periodo de 20 minutos.

4.4. Infraestructura vial

Tabla 4-4: Infraestructura vial intersección N°1


 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA									
Cantón: San Pedro de Pelileo									
INTERSECCIÓN: ANTONIO CLAVIJO Y QUIS QUIS									
Acceso	Sentido	Material de superficie	Estado de calzada	Calzada (m)	Acera (m)	Número de carriles	Parterre (m)	Señalización vertical	Señalización horizontal
Antonio Clavijo	N-S	Hormigón	Regular	11,6	2	2	2,4	Parada de bus	Parada de bus Paso peatonal
Antonio Clavijo	S-N	Hormigón	Regular	9	2	2	-	-	Paso peatonal
Quis Quis	O-E	Hormigón	Regular	6	2,5	2	-	Pare	Paso peatonal

Análisis: La calle Antonio Clavijo tiene dos sentidos de circulación, Norte-Sur y Sur Norte con dos carriles por sentido, con respecto a la infraestructura está compuesta por hormigón en estado regular, tiene una acera de 2 metros y consta de señales horizontales y verticales.

La calle Quis Quis está compuesta de 2 carriles en sentido Oeste-Este, el estado de la superficie de rodadura de hormigón se encuentra en estado regular y tiene señalización.

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Tabla 5-4: Infraestructura vial intersección N°2


 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA									
Cantón: San Pedro de Pelileo									
INTERSECCIÓN: AV. CONFRATERNIDAD Y PITAHAYAS									
Acceso	Sentido	Material de superficie	Estado de calzada	Calzada (m)	Acera (m)	Número de carriles	Parterre (m)	Señalización vertical	Señalización horizontal
Av. Confraternidad	E-O	Hormigón	Bueno	10,5	1.5	2	1	-	Paso peatonal
Av. Confraternidad	O-E	Hormigón	Bueno	10.5	1.5	2	1	-	Paso peatonal
Pitahayas	N-S	Adoquín	Bueno	8	1.2	2	-	Pare	Paso peatonal

Análisis: La Av. Confraternidad está compuesta por dos sentidos Este-Oeste y Oeste-Este, 2 carriles por sentido, tiene una superficie de hormigón en buen estado, contiene acera de 1.5 m, cabe recalcar que no cuenta con señalización vertical, se divisa un paso peatonal sobre la calzada.

La calle Pitahayas tiene sentido Norte-Sur, su calzada es de hormigón y se mantiene en buen estado, tiene una acera de 1.2m, no cuenta con parterre y se puede evidenciar señalización horizontal y vertical.

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Tabla 6-4: Infraestructura vial intersección N°3

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA									
Cantón: San Pedro de Pelileo									
INTERSECCIÓN: AV. CONFRATERNIDAD Y PEDRO JORGE CHACÓN									
Acceso	Sentido	Material de superficie	Estado de calzada	Calzada (m)	Acera (m)	Número de carriles	Parterre (m)	Señalización vertical	Señalización horizontal
Av. Confraternidad	E-O	Asfalto	Bueno	14	2	4	-	Aproximación a semáforo (No está en funcionamiento)	Paso peatonal
Av. Confraternidad	O-E	Asfalto	Bueno	14	2	4	-		Paso peatonal
Pedro Jorge Chacón	S-N	Asfalto	Bueno	16	2,5	4	1		Paso peatonal Flechas de dirección
<p>Análisis: La Av. Confraternidad cuenta con sentidos Este – Oeste y Oeste-Este, está compuesto por una superficie de rodadura de asfalto en buen estado, contiene señalización horizontal.</p> <p>La calle Pedro Jorge Chacón tiene un solo sentido, en dirección Sur-Norte, con una superficie de asfalto en buen estado, posee señalización horizontal.</p> <p>Cabe recalcar que existe señalización vertical en la que indica aproximación a un semáforo, sin embargo, el dispositivo dejó de funcionar hace aproximadamente 4 años, es por ello que se ha considerado para el estudio esta intersección.</p>									

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

4.5. Análisis Headway Av. Antonio Clavijo y Quis Quis

Para realizar el cálculo del tiempo Headway en la intersección de la Avenida Antonio Clavijo y la calle Quis Quis, independientemente del tipo de vehículo, se aplicó la siguiente metodología: Del video grabado en esta intersección, y con el uso del programa Adobe Premiere se identifica el tiempo que transcurre en minutos, segundos y milisegundos (fotograma/frame) desde que pasa el parachoques frontal del vehículo por un punto determinado hasta que pase al parachoques posterior de otro vehículo por el mismo punto, luego que se han identificado estos tiempos se procede a determinar cuál es la diferencia entre estos tiempos y realizar un análisis estadístico para así determinar el Headway por tipo de vehículo.

Tabla 7-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°1

INTERSECCIÓN		ANTONIO CLAVIJO Y QUIS QUIS		
TIPO DE VEHÍCULO		LIVIANO		
NÚMERO	ACCESO	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL	HEADWAY
1	ANTONIO CLAVIJO Y QUIS QUIS	0:00:18,380	0:00:37,510	0:00:19,130
2		0:00:37,510	0:00:45,460	0:00:07,950
3		0:00:45,460	0:00:58,050	0:00:12,590
4		0:00:58,050	0:01:27,170	0:00:29,120
5		0:01:27,170	0:01:32,490	0:00:05,320
6		0:01:32,490	0:01:35,440	0:00:02,950
7		0:01:35,440	0:01:45,030	0:00:09,590
8		0:01:45,030	0:01:51,250	0:00:06,220
9		0:01:51,250	0:02:11,160	0:00:19,910
10		0:02:11,160	0:02:28,320	0:00:17,160
11		0:02:28,320	0:02:34,200	0:00:05,880
12		0:02:34,200	0:02:41,450	0:00:07,250
13		0:04:27,220	0:04:37,080	0:00:09,860
14		0:04:37,080	0:05:06,060	0:00:28,980
15		0:05:06,060	0:05:15,000	0:00:08,940
16		0:05:15,000	0:05:24,350	0:00:09,350
17		0:05:24,350	0:05:32,220	0:00:07,870
18		0:05:32,220	0:05:55,210	0:00:22,990
19		0:05:55,210	0:06:06,370	0:00:11,160
20		0:06:06,370	0:06:11,400	0:00:05,030
21		0:06:11,400	0:06:17,090	0:00:05,690
22		0:06:17,090	0:06:34,560	0:00:17,470
23		0:06:34,560	0:06:41,350	0:00:06,790
24		0:06:41,350	0:06:57,560	0:00:16,210
25		0:06:57,560	0:07:48,010	0:00:50,450
26		0:07:48,010	0:08:11,330	0:00:23,320
27		0:08:11,330	0:08:18,170	0:00:06,840
28		0:08:18,170	0:08:29,040	0:00:10,870
29		0:08:29,040	0:08:32,090	0:00:03,050
30		0:08:32,090	0:08:50,560	0:00:18,470
31		0:08:50,560	0:09:06,320	0:00:15,760
32		0:09:06,320	0:09:10,590	0:00:04,270

33	0:09:10,590	0:09:19,370	0:00:08,780
34	0:09:19,370	0:09:32,150	0:00:12,780
35	0:09:32,150	0:09:45,460	0:00:13,310
36	0:09:45,460	0:10:04,150	0:00:18,690
37	0:10:04,150	0:10:34,070	0:00:29,920
38	0:10:34,070	0:10:47,310	0:00:13,240
39	0:10:47,310	0:11:02,430	0:00:15,120
40	0:11:02,430	0:11:12,000	0:00:09,570
41	0:11:12,000	0:11:43,370	0:00:31,370
42	0:11:43,370	0:12:10,150	0:00:26,780
43	0:12:10,150	0:12:16,540	0:00:06,390
44	0:12:16,540	0:12:31,360	0:00:14,820
45	0:12:31,360	0:12:37,110	0:00:05,750
46	0:12:37,110	0:12:46,380	0:00:09,270
47	0:12:46,380	0:13:13,460	0:00:27,080
48	0:13:13,460	0:13:23,090	0:00:09,630
49	0:13:23,090	0:13:38,120	0:00:15,030
50	0:13:38,120	0:13:41,390	0:00:03,270
51	0:13:41,390	0:13:46,500	0:00:05,110
52	0:13:46,500	0:13:55,380	0:00:08,880
53	0:13:55,380	0:14:22,510	0:00:27,130
54	0:14:22,510	0:14:28,100	0:00:05,590
55	0:14:28,100	0:14:35,440	0:00:07,340
56	0:14:35,440	0:15:02,510	0:00:27,070
57	0:15:02,510	0:15:13,010	0:00:10,500
58	0:15:13,010	0:15:18,000	0:00:04,990
59	0:15:18,000	0:15:25,510	0:00:07,510
60	0:15:25,510	0:15:34,110	0:00:08,600
61	0:15:34,110	0:15:42,270	0:00:08,160
62	0:15:42,270	0:16:12,210	0:00:29,940
63	0:16:12,210	0:16:24,510	0:00:12,300
64	0:16:24,510	0:16:38,460	0:00:13,950
65	0:16:38,460	0:16:52,330	0:00:13,870
66	0:16:52,330	0:17:00,270	0:00:07,940
67	0:17:00,270	0:17:11,310	0:00:11,040
68	0:17:11,310	0:17:24,080	0:00:12,770
69	0:17:24,080	0:17:31,450	0:00:07,370
70	0:17:31,450	0:17:38,010	0:00:06,560
71	0:17:38,010	0:18:01,210	0:00:23,200
72	0:18:01,210	0:18:34,150	0:00:32,940
73	0:18:34,150	0:19:04,540	0:00:30,390
74	0:19:04,540	0:19:09,440	0:00:04,900
75	0:19:09,440	0:19:15,480	0:00:06,040
76	0:19:15,480	0:19:32,210	0:00:16,730
77	0:19:32,210	0:19:51,110	0:00:18,900
78	0:19:51,110	0:20:19,260	0:00:28,150
79	0:00:23,450	0:00:44,390	0:00:20,940
80	0:00:44,390	0:00:48,040	0:00:03,650
81	0:00:48,040	0:00:51,350	0:00:03,310
82	0:00:51,350	0:01:02,110	0:00:10,760
83	0:01:02,110	0:01:09,150	0:00:07,040
84	0:01:09,150	0:01:13,460	0:00:04,310
85	0:01:13,460	0:01:22,000	0:00:08,540

86		0:01:22,000	0:01:38,280	0:00:16,280
87		0:01:38,280	0:01:45,020	0:00:06,740
88		0:01:45,020	0:01:50,410	0:00:05,390
89		0:01:50,410	0:01:59,210	0:00:08,800
90		0:01:59,210	0:02:15,100	0:00:15,890
91		0:02:15,100	0:02:24,130	0:00:09,030
92		0:02:24,130	0:02:59,050	0:00:34,920
93		0:02:59,050	0:03:12,050	0:00:13,000
94		0:03:12,050	0:03:20,550	0:00:08,500
95		0:03:20,550	0:03:42,060	0:00:21,510
96		0:03:42,060	0:04:28,380	0:00:46,320
97		0:04:28,380	0:04:33,460	0:00:05,080
98		0:04:33,460	0:04:38,500	0:00:05,040
99		0:04:38,500	0:04:58,440	0:00:19,940
100		0:04:58,440	0:05:06,510	0:00:08,070
101		0:05:06,510	0:05:12,200	0:00:05,690
102		0:05:12,200	0:05:26,300	0:00:14,100
103		0:05:26,300	0:05:31,590	0:00:05,290
104		0:05:31,590	0:05:37,210	0:00:05,620
105		0:05:37,210	0:05:45,010	0:00:07,800
106		0:05:45,010	0:06:00,440	0:00:15,430
107		0:06:00,440	0:06:14,370	0:00:13,930
108		0:06:14,370	0:06:19,580	0:00:05,210
109		0:06:19,580	0:06:26,000	0:00:06,420
110		0:06:26,000	0:06:41,370	0:00:15,370
111		0:06:41,370	0:06:46,510	0:00:05,140
112		0:06:46,510	0:06:52,350	0:00:05,840
113		0:06:52,350	0:06:57,400	0:00:05,050
114		0:06:57,400	0:07:14,120	0:00:16,720
115		0:07:14,120	0:07:21,100	0:00:06,980
116		0:07:21,100	0:07:27,490	0:00:06,390
117		0:07:27,490	0:07:41,010	0:00:13,520
118		0:07:41,010	0:07:45,290	0:00:04,280
119		0:07:45,290	0:07:50,460	0:00:05,170
120		0:07:50,460	0:07:55,530	0:00:05,070
121		0:07:55,530	0:08:14,200	0:00:18,670
122		0:08:14,200	0:08:26,420	0:00:12,220
123		0:08:26,420	0:08:34,440	0:00:08,020
124		0:08:34,440	0:08:42,530	0:00:08,090
125		0:08:42,530	0:09:00,340	0:00:17,810
126		0:09:00,340	0:09:09,380	0:00:09,040
127		0:09:09,380	0:09:15,410	0:00:06,030
128		0:09:15,410	0:09:26,000	0:00:10,590
129		0:09:26,000	0:09:30,520	0:00:04,520
130		0:09:30,520	0:09:35,120	0:00:04,600
131		0:09:35,120	0:09:40,170	0:00:05,050
132		0:09:40,170	0:09:53,350	0:00:13,180
133		0:09:53,350	0:10:02,020	0:00:08,670
134		0:10:02,020	0:10:05,530	0:00:03,510
135		0:10:05,530	0:10:10,290	0:00:04,760
136		0:10:10,290	0:10:22,170	0:00:11,880
137		0:10:22,170	0:10:55,150	0:00:32,980
138		0:10:55,150	0:10:59,530	0:00:04,380

139		0:10:59,530	0:11:06,380	0:00:06,850
140		0:11:06,380	0:11:16,310	0:00:09,930
141		0:11:16,310	0:11:41,230	0:00:24,920
142		0:11:41,230	0:12:11,510	0:00:30,280
143		0:12:11,510	0:12:37,120	0:00:25,610
144		0:12:37,120	0:12:45,380	0:00:08,260
145		0:12:45,380	0:13:00,160	0:00:14,780
146		0:13:00,160	0:13:11,460	0:00:11,300
147		0:13:11,460	0:13:15,340	0:00:03,880
148		0:13:15,340	0:13:23,380	0:00:08,040
149		0:13:23,380	0:13:28,080	0:00:04,700
150		0:13:28,080	0:13:57,090	0:00:29,010
151		0:13:57,090	0:14:05,330	0:00:08,240
152		0:14:05,330	0:15:02,400	0:00:57,070
153		0:15:02,400	0:15:27,500	0:00:25,100
154		0:15:27,500	0:15:38,000	0:00:10,500
155		0:15:38,000	0:15:48,380	0:00:10,380
156		0:15:48,380	0:15:54,190	0:00:05,810
157		0:15:54,190	0:16:01,140	0:00:06,950
158		0:16:01,140	0:16:09,190	0:00:08,050
159		0:16:09,190	0:16:14,320	0:00:05,130
160		0:16:14,320	0:16:19,380	0:00:05,060
161		0:16:19,380	0:16:24,470	0:00:05,090
162		0:16:24,470	0:16:29,230	0:00:04,760
163		0:16:29,230	0:16:43,440	0:00:14,210
164		0:16:43,440	0:16:55,330	0:00:11,890
165		0:16:55,330	0:17:09,100	0:00:13,770
166		0:17:09,100	0:17:59,140	0:00:50,040
167		0:17:59,140	0:18:12,520	0:00:13,380
168		0:18:12,520	0:18:16,510	0:00:03,990
169		0:18:16,510	0:18:22,000	0:00:05,490
170		0:18:22,000	0:18:30,230	0:00:08,230
171		0:18:30,230	0:18:40,170	0:00:09,940
172		0:18:40,170	0:18:46,220	0:00:06,050
173		0:18:46,220	0:19:16,350	0:00:30,130
174		0:19:16,350	0:19:31,210	0:00:14,860
175		0:19:31,210	0:19:50,440	0:00:19,230
176		0:19:50,440	0:19:58,510	0:00:08,070
177		0:00:08,150	0:00:19,370	0:00:11,220
178		0:00:19,370	0:00:23,380	0:00:04,010
179		0:00:23,380	0:00:29,090	0:00:05,710
180		0:00:29,090	0:00:34,300	0:00:05,210
181		0:00:34,300	0:01:05,550	0:00:31,250
182		0:01:05,550	0:01:30,110	0:00:24,560
183		0:01:30,110	0:02:27,370	0:00:57,260
184		0:02:27,370	0:02:43,580	0:00:16,210
185		0:02:43,580	0:03:42,000	0:00:58,420
186		0:03:42,000	0:04:35,220	0:00:53,220
187		0:04:35,220	0:05:01,070	0:00:25,850
188		0:05:01,070	0:05:18,240	0:00:17,170
189		0:05:18,240	0:05:23,530	0:00:05,290
190		0:05:23,530	0:05:38,440	0:00:14,910
191		0:05:38,440	0:05:51,310	0:00:12,870

192		0:05:51,310	0:05:56,330	0:00:05,020
193		0:05:56,330	0:06:21,330	0:00:25,000
194		0:06:21,330	0:06:27,430	0:00:06,100
195		0:06:27,430	0:06:33,180	0:00:05,750
196		0:06:33,180	0:06:41,510	0:00:08,330
197		0:06:41,510	0:06:52,020	0:00:10,510
198		0:06:52,020	0:06:57,520	0:00:05,500
199		0:06:57,520	0:07:06,400	0:00:08,880
200		0:07:06,400	0:07:26,400	0:00:20,000
201		0:07:26,400	0:07:31,270	0:00:04,870
202		0:07:31,270	0:07:35,530	0:00:04,260
203		0:07:35,530	0:08:21,010	0:00:45,480
204		0:08:21,010	0:08:53,100	0:00:32,090
205		0:08:53,100	0:09:03,270	0:00:10,170
206		0:09:03,270	0:09:13,230	0:00:09,960
207		0:09:13,230	0:09:33,020	0:00:19,790
208		0:09:33,020	0:09:47,150	0:00:14,130
209		0:09:47,150	0:10:01,490	0:00:14,340
210		0:10:01,490	0:10:11,500	0:00:10,010
211		0:10:11,500	0:10:18,120	0:00:06,620
212		0:10:18,120	0:10:26,480	0:00:08,360
213		0:10:26,480	0:10:31,470	0:00:04,990
214		0:10:31,470	0:10:44,020	0:00:12,550
215		0:10:44,020	0:10:58,320	0:00:14,300
216		0:10:58,320	0:11:04,320	0:00:06,000
217		0:11:04,320	0:11:13,420	0:00:09,100
218		0:11:13,420	0:11:17,500	0:00:04,080
219		0:11:17,500	0:11:36,550	0:00:19,050
220		0:11:36,550	0:11:42,550	0:00:06,000
221		0:11:42,550	0:12:18,300	0:00:35,750
222		0:12:18,300	0:12:22,390	0:00:04,090
223		0:12:22,390	0:12:30,050	0:00:07,660
224		0:12:30,050	0:12:40,020	0:00:09,970
225		0:12:40,020	0:12:51,240	0:00:11,220
226		0:12:51,240	0:12:58,100	0:00:06,860
227		0:12:58,100	0:13:04,000	0:00:05,900
228		0:13:04,000	0:13:21,310	0:00:17,310
229		0:13:21,310	0:13:25,440	0:00:04,130
230		0:13:25,440	0:13:40,130	0:00:14,690
231		0:13:40,130	0:13:53,160	0:00:13,030
232		0:13:53,160	0:14:03,030	0:00:09,870
233		0:14:03,030	0:14:09,160	0:00:06,130
234		0:14:09,160	0:14:44,010	0:00:34,850
235		0:14:44,010	0:14:50,030	0:00:06,020
236		0:14:50,030	0:15:07,560	0:00:17,530
237		0:15:07,560	0:15:18,010	0:00:10,450
238		0:15:18,010	0:15:25,480	0:00:07,470
239		0:15:25,480	0:15:34,380	0:00:08,900
240		0:15:34,380	0:15:38,390	0:00:04,010
241		0:15:38,390	0:15:43,340	0:00:04,950
242		0:15:43,340	0:15:54,330	0:00:10,990
243		0:15:54,330	0:16:04,550	0:00:10,220
244		0:16:04,550	0:16:12,390	0:00:07,840

245		0:16:12,390	0:16:18,340	0:00:05,950
246		0:16:18,340	0:16:33,200	0:00:14,860
247		0:16:33,200	0:16:59,230	0:00:26,030
248		0:16:59,230	0:17:08,490	0:00:09,260
249		0:17:08,490	0:17:13,260	0:00:04,770
250		0:17:13,260	0:17:21,360	0:00:08,100
251		0:17:21,360	0:17:30,490	0:00:09,130
252		0:17:30,490	0:17:37,170	0:00:06,680
253		0:17:37,170	0:17:43,150	0:00:05,980
254		0:17:43,150	0:17:54,430	0:00:11,280
255		0:17:54,430	0:18:00,140	0:00:05,710
256		0:18:00,140	0:18:08,220	0:00:08,080
257		0:18:08,220	0:18:38,390	0:00:30,170
258		0:18:38,390	0:18:42,510	0:00:04,120
259		0:18:42,510	0:19:04,200	0:00:21,690
260		0:19:04,200	0:19:46,280	0:00:42,080
261		0:19:46,280	0:19:50,350	0:00:04,070
262		0:19:50,350	0:19:59,150	0:00:08,800

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

HEADWAY

A continuación, se muestra la distribución normal de los tiempos obtenidos de los 262 vehículos, en este caso vehículos livianos que circularon por la intersección N°1.

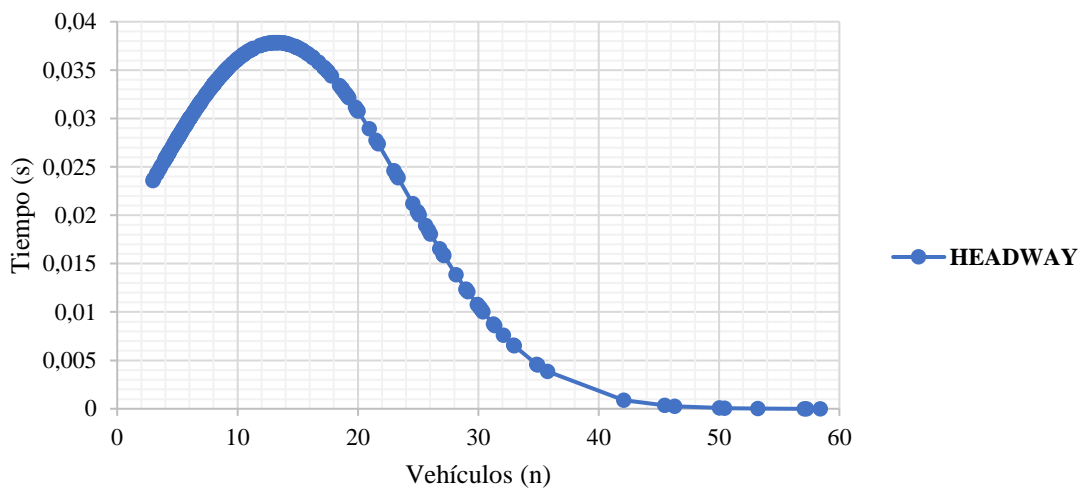


Gráfico 4-4: Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°1

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La gráfica anterior representa al Headway (tiempo que transcurre desde que el parachoques frontal pasa por un punto determinado hasta que el parachoques posterior de otro vehículo pasa por este mismo punto). Como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo. Esto quiere decir que los datos presentan una dispersión, alejándose de los datos estándares

identificados en la estadística por lo que requiere un ajuste mediante la determinación de los valores atípicos, para lo cual se usa el método de diagramas de caja, de la siguiente manera:

$$\text{Valores atípicos superiores: } VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$$

$$\text{Valores atípicos inferiores: } VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 5,95

Q3 = 15,89

El valor atípico superior corresponde a VAS= 30,80 por lo que los Headway superiores e iguales a 30,8 segundos no se considerarán dentro de este ajuste.

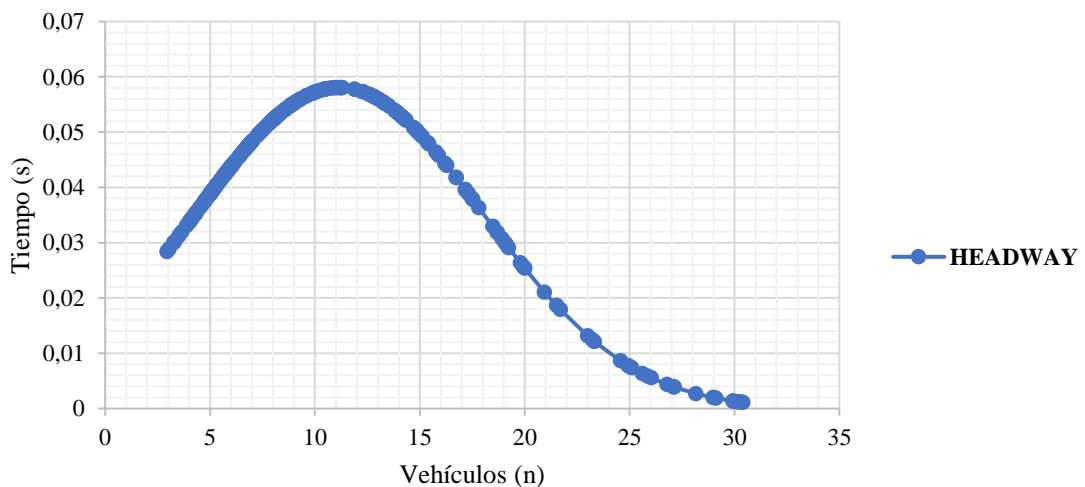


Gráfico 5-4: Distribución normal Headway vehículos livianos sin valores atípicos

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Debido a que la curva sigue presentando asimetría se utiliza el teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 2,58 y 24,90 segundos, correspondiendo a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

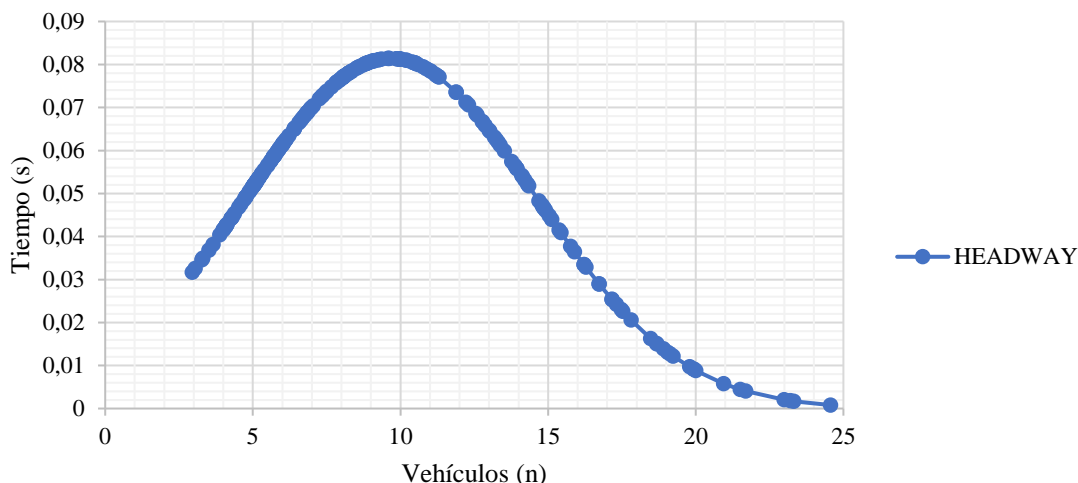


Gráfico 6-4: Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 262 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de 2,58 y 24,90 segundos es el estimado para 214 datos, lo que representa el 85,87% del total.

Análisis estadístico Headway de vehículos livianos

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 225 tiempos Headway.

Tabla 8-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°1

Análisis estadístico	
Media	9,68
Error típico	0,32
Mediana	8,33
Moda	4,01
Desviación estándar	4,90
Varianza de la muestra	24,10
Coefficiente de asimetría	0,90
Mínimo	2,95
Máximo	24,56
Cuenta	225

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para vehículos livianos en la intersección de la avenida Antonio Clavijo y calle Quis Quis corresponde a 9,68 segundos, también es importante mencionar que la cantidad total de datos analizados estadísticamente fueron 225, el tiempo mínimo fue de 2,95 segundos y el máximo de 24,56 segundos y el error típico fue de 0,32.

Tabla 9-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°1

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Livianos	262
Buses	2
Camiones	6
Motos	12
Bicicletas	2

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La cantidad de vehículos identificada en la intersección de la avenida Antonio Clavijo y calle Quis Quis (intersección N°1) suma un total de 284 vehículos, es importante mencionar que: la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas suman una cantidad de apenas 22 vehículos, cantidad que no es considerable en comparación con la cantidad de vehículos livianos que fue de 262 en esta intersección; por esta razón solamente se realiza el análisis de tiempos Headway de vehículos livianos y la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas se sumará a la cantidad total de todas las intersecciones puestas en estudio por tipo de vehículo, con la finalidad de que se alcance una cantidad representativa para proceder con los análisis estadísticos requeridos.

4.6. Análisis Headway Av. Confraternidad y Pitahayas

Para realizar el cálculo del tiempo Headway en la intersección de la Av. Confraternidad y la calle Pitahayas, independientemente del tipo de vehículo, se aplicó la siguiente metodología: Del video grabado en esta intersección, y con el uso del programa Adobe Premiere se identifica el tiempo que transcurre en minutos, segundos y milisegundos (fotograma/frame) desde que pasa el parachoques frontal del vehículo por un punto determinado hasta que pase al parachoques posterior de otro vehículo por el mismo punto, luego que se han identificado estos tiempos se procede a determinar cuál es la diferencia entre estos tiempos y realizar un análisis estadístico para así determinar el Headway por tipo de vehículo.

Tabla 10-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°2

INTERSECCIÓN		AV. CONFRATERNIDAD Y PITAHAYAS		
TIPO DE VEHÍCULO		LIVIANO		
NÚMERO	ACCESO	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL	HEADWAY
1	AV. CONFRATERNIDAD Y PITAHAYAS	0:00:05,570	0:00:25,180	0:00:19,610
2		0:00:25,180	0:00:36,260	0:00:11,080
3		0:00:36,260	0:00:58,530	0:00:22,270
4		0:00:58,530	0:01:03,290	0:00:04,760
5		0:01:03,290	0:01:47,300	0:00:44,010
6		0:01:47,300	0:01:50,060	0:00:02,760
7		0:01:50,060	0:01:55,300	0:00:05,240
8		0:01:55,300	0:02:04,120	0:00:08,820
9		0:02:04,120	0:02:07,320	0:00:03,200
10		0:02:07,320	0:02:15,240	0:00:07,920

11		0:02:15,240	0:02:21,050	0:00:05,810
12		0:02:21,050	0:02:25,140	0:00:04,090
13		0:02:25,140	0:02:34,310	0:00:09,170
14		0:02:34,310	0:02:40,440	0:00:06,130
15		0:02:40,440	0:02:48,160	0:00:07,720
16		0:02:48,160	0:03:47,320	0:00:59,160
17		0:03:47,320	0:03:58,010	0:00:10,690
18		0:03:58,010	0:04:26,580	0:00:28,570
19		0:04:26,580	0:04:30,150	0:00:03,570
20		0:04:30,150	0:04:44,580	0:00:14,430
21		0:04:44,580	0:04:47,360	0:00:02,780
22		0:04:47,360	0:04:52,230	0:00:04,870
23		0:04:52,230	0:04:56,510	0:00:04,280
24		0:04:56,510	0:04:59,470	0:00:02,960
25		0:04:59,470	0:05:02,160	0:00:02,690
26		0:05:02,160	0:05:27,430	0:00:25,270
27		0:05:27,430	0:05:53,360	0:00:25,930
28		0:05:53,360	0:06:22,510	0:00:29,150
29		0:06:22,510	0:06:39,450	0:00:16,940
30		0:06:39,450	0:06:42,370	0:00:02,920
31		0:06:42,370	0:07:15,080	0:00:32,710
32		0:07:15,080	0:07:20,240	0:00:05,160
33		0:07:20,240	0:07:38,010	0:00:17,770
34		0:07:38,010	0:07:57,460	0:00:19,450
35		0:07:57,460	0:08:00,170	0:00:02,710
36		0:08:00,170	0:08:08,200	0:00:08,030
37		0:08:08,200	0:08:11,250	0:00:03,050
38		0:08:11,250	0:08:15,010	0:00:03,760
39		0:08:15,010	0:08:25,530	0:00:10,520
40		0:08:25,530	0:08:35,250	0:00:09,720
41		0:08:35,250	0:08:38,110	0:00:02,860
42		0:08:38,110	0:09:28,350	0:00:50,240
43		0:09:28,350	0:09:32,560	0:00:04,210
44		0:09:32,560	0:09:36,560	0:00:04,000
45		0:09:36,560	0:09:43,370	0:00:06,810
46		0:09:43,370	0:09:46,240	0:00:02,870
47		0:09:46,240	0:09:49,430	0:00:03,190
48		0:09:49,430	0:09:55,090	0:00:05,660
49		0:09:55,090	0:09:57,390	0:00:02,300
50		0:09:57,390	0:10:00,200	0:00:02,810
51		0:10:00,200	0:10:06,580	0:00:06,380
52		0:10:06,580	0:10:10,130	0:00:03,550
53		0:10:10,130	0:10:14,580	0:00:04,450
54		0:10:14,580	0:10:20,250	0:00:05,670
55		0:10:20,250	0:10:29,000	0:00:08,750
56		0:10:29,000	0:10:36,570	0:00:07,570
57		0:10:36,570	0:10:52,430	0:00:15,860
58		0:10:52,430	0:11:11,460	0:00:19,030
59		0:11:11,460	0:11:17,450	0:00:05,990
60		0:11:17,450	0:11:21,030	0:00:03,580
61		0:11:21,030	0:11:37,500	0:00:16,470
62		0:11:37,500	0:11:41,140	0:00:03,640
63		0:11:41,140	0:11:44,080	0:00:02,940

64		0:11:44,080	0:12:08,320	0:00:24,240
65		0:12:08,320	0:12:10,530	0:00:02,210
66		0:12:10,530	0:12:14,190	0:00:03,660
67		0:12:14,190	0:12:17,010	0:00:02,820
68		0:12:17,010	0:13:02,550	0:00:45,540
69		0:13:02,550	0:13:06,100	0:00:03,550
70		0:13:06,100	0:13:13,590	0:00:07,490
71		0:13:13,590	0:13:29,140	0:00:15,550
72		0:13:29,140	0:13:48,310	0:00:19,170
73		0:13:48,310	0:13:53,560	0:00:05,250
74		0:13:53,560	0:14:35,520	0:00:41,960
75		0:14:35,520	0:15:04,090	0:00:28,570
76		0:15:04,090	0:15:07,470	0:00:03,380
77		0:15:07,470	0:15:20,120	0:00:12,650
78		0:15:20,120	0:15:30,280	0:00:10,160
79		0:15:30,280	0:15:36,110	0:00:05,830
80		0:15:36,110	0:15:56,500	0:00:20,390
81		0:15:56,500	0:16:03,070	0:00:06,570
82		0:16:03,070	0:16:22,140	0:00:19,070
83		0:16:22,140	0:16:37,060	0:00:14,920
84		0:16:37,060	0:16:52,390	0:00:15,330
85		0:16:52,390	0:17:02,210	0:00:09,820
86		0:17:02,210	0:17:07,120	0:00:04,910
87		0:17:07,120	0:17:10,350	0:00:03,230
88		0:17:10,350	0:17:14,030	0:00:03,680
89		0:17:14,030	0:17:18,490	0:00:04,460
90		0:17:18,490	0:17:22,100	0:00:03,610
91		0:17:22,100	0:17:24,510	0:00:02,410
92		0:17:24,510	0:17:27,000	0:00:02,490
93		0:17:27,000	0:17:40,050	0:00:13,050
94		0:17:40,050	0:17:45,550	0:00:05,500
95		0:17:45,550	0:17:53,170	0:00:07,620
96		0:17:53,170	0:18:27,170	0:00:34,000
97		0:18:27,170	0:19:01,240	0:00:34,070
98		0:19:01,240	0:19:06,360	0:00:05,120
99		0:19:06,360	0:19:11,080	0:00:04,720
100		0:19:11,080	0:19:14,130	0:00:03,050
101		0:19:14,130	0:19:16,380	0:00:02,250
102		0:19:16,380	0:19:27,030	0:00:10,650
103		0:19:27,030	0:19:30,510	0:00:03,480
104		0:19:30,510	0:19:34,300	0:00:03,790
105		0:19:34,300	0:19:37,590	0:00:03,290
106		0:19:37,590	0:19:41,490	0:00:03,900
107		0:19:41,490	0:19:47,220	0:00:05,730
108		0:19:47,220	0:19:50,140	0:00:02,920
109		0:19:50,140	0:19:53,220	0:00:03,080
110		0:19:53,220	0:20:01,230	0:00:08,010
111		0:00:14,410	0:00:20,170	0:00:05,760
112		0:00:20,170	0:00:23,110	0:00:02,940
113		0:00:23,110	0:00:27,490	0:00:04,380
114		0:00:27,490	0:00:46,210	0:00:18,720
115		0:00:46,210	0:00:56,540	0:00:10,330
116		0:00:56,540	0:01:03,120	0:00:06,580

117		0:01:03,120	0:01:12,310	0:00:09,190
118		0:01:12,310	0:01:19,330	0:00:07,020
119		0:01:19,330	0:01:23,430	0:00:04,100
120		0:01:23,430	0:01:31,530	0:00:08,100
121		0:01:31,530	0:01:34,130	0:00:02,600
122		0:01:34,130	0:01:34,130	0:00:00,000
123		0:01:34,130	0:01:37,440	0:00:03,310
124		0:01:37,440	0:01:43,490	0:00:06,050
125		0:01:43,490	0:01:48,220	0:00:04,730
126		0:01:48,220	0:01:57,350	0:00:09,130
127		0:01:57,350	0:02:01,200	0:00:03,850
128		0:02:01,200	0:02:04,300	0:00:03,100
129		0:02:04,300	0:02:14,500	0:00:10,200
130		0:02:14,500	0:02:20,470	0:00:05,970
131		0:02:20,470	0:02:48,050	0:00:27,580
132		0:02:48,050	0:02:59,010	0:00:10,960
133		0:02:59,010	0:03:08,530	0:00:09,520
134		0:03:08,530	0:03:14,000	0:00:05,470
135		0:03:14,000	0:03:33,380	0:00:19,380
136		0:03:33,380	0:03:36,420	0:00:03,040
137		0:03:36,420	0:04:33,080	0:00:56,660
138		0:04:33,080	0:04:46,430	0:00:13,350
139		0:04:46,430	0:04:50,310	0:00:03,880
140		0:04:50,310	0:05:02,050	0:00:11,740
141		0:05:02,050	0:05:08,380	0:00:06,330
142		0:05:08,380	0:05:16,090	0:00:07,710
143		0:05:16,090	0:05:23,590	0:00:07,500
144		0:05:23,590	0:05:26,220	0:00:02,630
145		0:05:26,220	0:05:38,470	0:00:12,250
146		0:05:38,470	0:05:43,110	0:00:04,640
147		0:05:43,110	0:05:55,160	0:00:12,050
148		0:05:55,160	0:06:24,400	0:00:29,240
149		0:06:24,400	0:06:27,520	0:00:03,120
150		0:06:27,520	0:06:30,210	0:00:02,690
151		0:06:30,210	0:06:37,350	0:00:07,140
152		0:06:37,350	0:06:40,210	0:00:02,860
153		0:06:40,210	0:06:43,320	0:00:03,110
154		0:06:43,320	0:06:48,360	0:00:05,040
155		0:06:48,360	0:06:53,570	0:00:05,210
156		0:06:53,570	0:06:58,110	0:00:04,540
157		0:06:58,110	0:07:01,140	0:00:03,030
158		0:07:01,140	0:07:05,040	0:00:03,900
159		0:07:05,040	0:07:12,380	0:00:07,340
160		0:07:12,380	0:07:25,540	0:00:13,160
161		0:07:25,540	0:07:39,140	0:00:13,600
162		0:07:39,140	0:08:11,580	0:00:32,440
163		0:08:11,580	0:08:19,190	0:00:07,610
164		0:08:19,190	0:08:21,270	0:00:02,080
165		0:08:21,270	0:08:36,480	0:00:15,210
166		0:08:36,480	0:08:39,240	0:00:02,760
167		0:08:39,240	0:08:44,080	0:00:04,840
168		0:08:44,080	0:08:58,060	0:00:13,980
169		0:08:58,060	0:09:20,290	0:00:22,230

170		0:09:20,290	0:09:36,110	0:00:15,820
171		0:09:36,110	0:09:59,520	0:00:23,410
172		0:09:59,520	0:10:03,260	0:00:03,740
173		0:10:03,260	0:10:11,300	0:00:08,040
174		0:10:11,300	0:10:19,440	0:00:08,140
175		0:10:19,440	0:10:22,380	0:00:02,940
176		0:10:22,380	0:10:26,100	0:00:03,720
177		0:10:26,100	0:10:31,050	0:00:04,950
178		0:10:31,050	0:10:43,570	0:00:12,520
179		0:10:43,570	0:11:16,250	0:00:32,680
180		0:11:16,250	0:11:59,320	0:00:43,070
181		0:11:59,320	0:12:02,050	0:00:02,730
182		0:12:02,050	0:12:05,290	0:00:03,240
183		0:12:05,290	0:12:13,290	0:00:08,000
184		0:12:13,290	0:12:19,270	0:00:05,980
185		0:12:19,270	0:12:21,550	0:00:02,280
186		0:12:21,550	0:12:27,350	0:00:05,800
187		0:12:27,350	0:12:27,350	0:00:00,000
188		0:12:27,350	0:12:36,550	0:00:09,200
189		0:12:36,550	0:12:40,390	0:00:03,840
190		0:12:40,390	0:12:43,520	0:00:03,130
191		0:12:43,520	0:12:47,270	0:00:03,750
192		0:12:47,270	0:12:50,410	0:00:03,140
193		0:12:50,410	0:13:04,470	0:00:14,060
194		0:13:04,470	0:13:13,360	0:00:08,890
195		0:13:13,360	0:13:17,320	0:00:03,960
196		0:13:17,320	0:13:22,580	0:00:05,260
197		0:13:22,580	0:13:25,500	0:00:02,920
198		0:13:25,500	0:13:28,420	0:00:02,920
199		0:13:28,420	0:13:31,010	0:00:02,590
200		0:13:31,010	0:13:34,320	0:00:03,310
201		0:13:34,320	0:13:38,360	0:00:04,040
202		0:13:38,360	0:13:42,300	0:00:03,940
203		0:13:42,300	0:13:59,180	0:00:16,880
204		0:13:59,180	0:14:02,360	0:00:03,180
205		0:14:02,360	0:14:06,060	0:00:03,700
206		0:14:06,060	0:14:10,460	0:00:04,400
207		0:14:10,460	0:14:21,250	0:00:10,790
208		0:14:21,250	0:14:25,270	0:00:04,020
209		0:14:25,270	0:14:31,220	0:00:05,950
210		0:14:31,220	0:14:34,480	0:00:03,260
211		0:14:34,480	0:14:38,500	0:00:04,020
212		0:14:38,500	0:14:42,390	0:00:03,890
213		0:14:42,390	0:14:56,140	0:00:13,750
214		0:14:56,140	0:14:59,180	0:00:03,040
215		0:14:59,180	0:15:05,460	0:00:06,280
216		0:15:05,460	0:15:10,200	0:00:04,740
217		0:15:10,200	0:15:18,430	0:00:08,230
218		0:15:18,430	0:15:23,490	0:00:05,060
219		0:15:23,490	0:15:28,230	0:00:04,740
220		0:15:28,230	0:15:32,010	0:00:03,780
221		0:15:32,010	0:15:34,240	0:00:02,230
222		0:15:34,240	0:15:57,570	0:00:23,330

223		0:15:57,570	0:16:42,030	0:00:44,460
224		0:16:42,030	0:16:48,030	0:00:06,000
225		0:16:48,030	0:16:52,410	0:00:04,380
226		0:16:52,410	0:16:56,390	0:00:03,980
227		0:16:56,390	0:17:00,090	0:00:03,700
228		0:17:00,090	0:17:04,100	0:00:04,010
229		0:17:04,100	0:17:15,290	0:00:11,190
230		0:17:15,290	0:17:18,220	0:00:02,930
231		0:17:18,220	0:17:20,050	0:00:01,830
232		0:17:20,050	0:17:26,380	0:00:06,330
233		0:17:26,380	0:17:31,410	0:00:05,030
234		0:17:31,410	0:17:37,360	0:00:05,950
235		0:17:37,360	0:17:39,270	0:00:01,910
236		0:17:39,270	0:17:42,070	0:00:02,800
237		0:17:42,070	0:17:50,380	0:00:08,310
238		0:17:50,380	0:17:52,530	0:00:02,150
239		0:17:52,530	0:17:55,530	0:00:03,000
240		0:17:55,530	0:17:58,470	0:00:02,940
241		0:17:58,470	0:18:03,590	0:00:05,120
242		0:18:03,590	0:18:17,560	0:00:13,970
243		0:18:17,560	0:18:27,370	0:00:09,810
244		0:18:27,370	0:18:33,550	0:00:06,180
245		0:18:33,550	0:18:46,490	0:00:12,940
246		0:18:46,490	0:18:51,140	0:00:04,650
247		0:18:51,140	0:18:54,010	0:00:02,870
248		0:18:54,010	0:19:14,570	0:00:20,560
249		0:19:14,570	0:19:17,480	0:00:02,910
250		0:19:17,480	0:19:34,000	0:00:16,520
251		0:19:34,000	0:19:37,290	0:00:03,290
252		0:19:37,290	0:20:16,480	0:00:39,190
253		0:20:16,480	0:20:20,250	0:00:03,770
254		0:20:20,250	0:20:24,060	0:00:03,810
255		0:20:24,060	0:20:27,200	0:00:03,140

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

HEADWAY

A continuación, se muestra la distribución normal de los tiempos obtenidos de los 255 vehículos livianos que circularon por la intersección N°2.

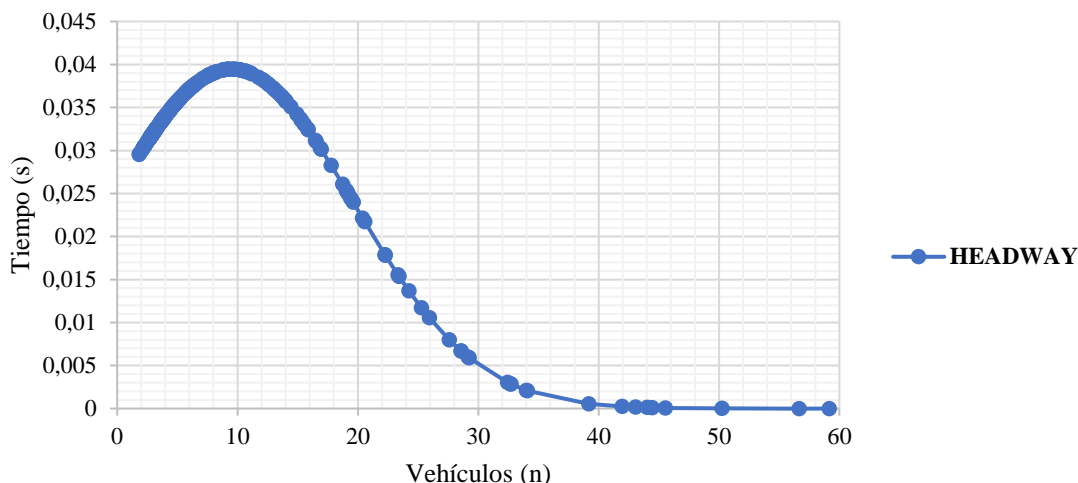


Gráfico 7-4: Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°2
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La gráfica anterior representa al Headway (tiempo que transcurre desde que el parachoques frontal pasa por un punto determinado hasta que el parachoques posterior de otro vehículo pasa por este mismo punto). Como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo. Esto quiere decir que los datos presentan una dispersión, alejándose de los datos estándares identificados en la estadística por lo que requiere un ajuste mediante la determinación de los valores atípicos, para lo cual se usa el método de diagramas de caja, de la siguiente manera:

Valores atípicos superiores: $VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$

Valores atípicos inferiores: $VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 3,38

Q3 = 10,96

El valor atípico superior corresponde a $VAS= 30,80$ por lo que los Headway superiores e iguales a 30,8 segundos no se considerarán para el análisis.

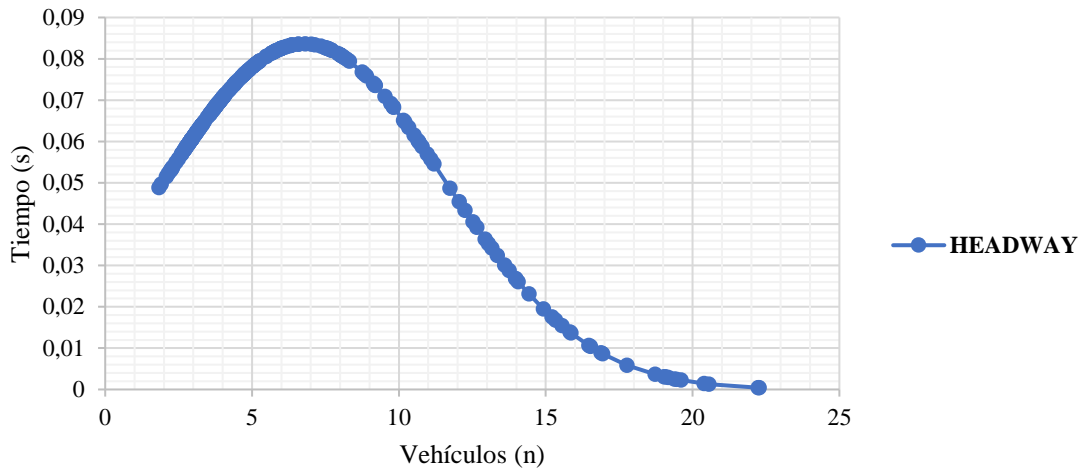


Gráfico 8-4: Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Como se puede observar en el gráfico anterior, la curva que forman los datos de tiempos Headway presentado asimetría, razón por la cual se requiere hacer uso del teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 2,76 y 16,32 segundos reduciendo de esta manera la asimetría que corresponden a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

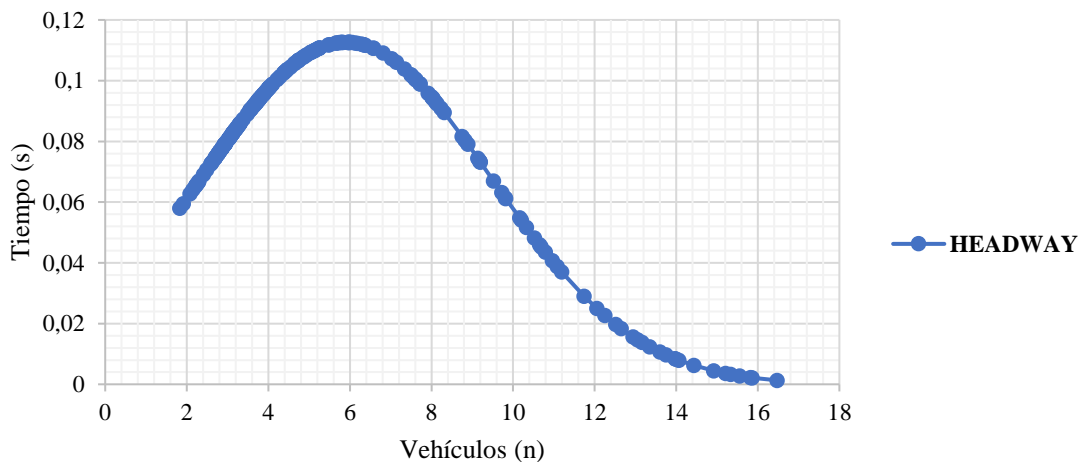


Gráfico 9-4: Distribución normal Headway vehículos livianos con el Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 255 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de 2,76 y 16,32 segundos es el estimado para 225 datos, lo que representa el 84,58% del total.

Análisis estadístico de Headway de vehículos livianos

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 214 tiempos Headway.

Tabla 11-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°2

Análisis estadístico	
Media	5,91
Error típico	0,24
Mediana	4,65
Moda	2,92
Desviación estándar	3,54
Varianza de la muestra	12,56
Coefficiente de asimetría	1,25
Mínimo	1,83
Máximo	16,47
Cuenta	214

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para vehículos livianos en la intersección de la Avenida Confraternidad y calle Pitahayas corresponde a 5,91 segundos.

Tabla 12-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°2

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Livianos	253
Buses	7
Camiones	12
Motos	23
Bicicletas	1

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La cantidad de vehículos identificada en la intersección de la avenida Antonio Confraternidad y Calle Pitahayas (intersección N°2) suma un total de 296 vehículos, es importante mencionar que: la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas suman una cantidad de apenas 43 vehículos, cantidad que no es considerable en comparación con la cantidad de vehículos livianos que fue de 253 en esta intersección; por esta razón solamente se realiza el análisis de tiempos Headway de vehículos livianos y la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas se sumará a la cantidad total de todas las intersecciones puestas en estudio por tipo de vehículo, con la finalidad de que se alcance una cantidad representativa para proceder con los análisis estadísticos requeridos.

4.7. Análisis Headway Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón

Para realizar el cálculo del tiempo Headway en la intersección de la Av. Confraternidad y Avenida Padre Jorge Chacón, independientemente del tipo de vehículo, se aplicó la siguiente metodología: Del video grabado en esta intersección, y con el uso del programa Adobe Premiere se identifica el tiempo que transcurre en minutos, segundos y milisegundos (fotograma/frame) desde que pasa el parachoques frontal del vehículo por un punto determinado hasta que pase al parachoques

posterior de otro vehículo por el mismo punto, luego que se han identificado estos tiempos se procede a determinar cuál es la diferencia entre estos tiempos y realizar un análisis estadístico para así determinar el Headway por tipo de vehículo.

Tabla 13-4: Cálculo del Headway vehículos livianos intersección N°3

INTERSECCIÓN		AV. CONFRATERNIDAD Y AV. PADRE JORGE CHACÓN		
TIPO DE VEHÍCULO		LIVIANO		
NÚMERO	ACCESO	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL	HEADWAY
1	AV. CONFRATERNIDAD Y AV. PADRE JORGE CHACÓN	0:00:00,000	0:00:24,350	0:00:24,350
2		0:00:24,350	0:00:37,110	0:00:12,760
3		0:00:37,110	0:00:44,010	0:00:06,900
4		0:00:44,010	0:00:55,410	0:00:11,400
5		0:00:55,410	0:00:59,260	0:00:03,850
6		0:00:59,260	0:01:05,010	0:00:05,750
7		0:01:05,010	0:01:11,100	0:00:06,090
8		0:01:11,100	0:01:16,110	0:00:05,010
9		0:01:16,110	0:01:19,000	0:00:02,890
10		0:01:19,000	0:01:23,420	0:00:04,420
11		0:01:23,420	0:01:28,400	0:00:04,980
12		0:01:28,400	0:01:58,070	0:00:29,670
13		0:01:58,070	0:02:30,210	0:00:32,140
14		0:02:30,210	0:02:35,130	0:00:04,920
15		0:02:35,130	0:02:43,060	0:00:07,930
16		0:02:43,060	0:02:50,080	0:00:07,020
17		0:02:50,080	0:02:53,060	0:00:02,980
18		0:02:53,060	0:02:56,490	0:00:03,430
19		0:02:56,490	0:02:59,310	0:00:02,820
20		0:02:59,310	0:03:06,300	0:00:06,990
21		0:03:06,300	0:03:25,390	0:00:19,090
22		0:03:25,390	0:03:33,480	0:00:08,090
23		0:03:33,480	0:03:43,160	0:00:09,680
24		0:03:43,160	0:04:03,150	0:00:19,990
25		0:04:03,150	0:04:06,450	0:00:03,300
26		0:04:06,450	0:04:08,430	0:00:01,980
27		0:04:08,430	0:04:12,470	0:00:04,040
28		0:04:12,470	0:04:17,320	0:00:04,850
29		0:04:17,320	0:04:37,110	0:00:19,790
30		0:04:37,110	0:04:56,040	0:00:18,930
31		0:04:56,040	0:04:59,140	0:00:03,100
32		0:04:59,140	0:05:02,210	0:00:03,070
33		0:05:02,210	0:05:05,360	0:00:03,150
34		0:05:05,360	0:05:10,050	0:00:04,690
35		0:05:10,050	0:05:14,310	0:00:04,260
36		0:05:14,310	0:05:17,340	0:00:03,030
37		0:05:17,340	0:05:20,290	0:00:02,950
38		0:05:20,290	0:05:26,130	0:00:05,840
39		0:05:26,130	0:05:42,380	0:00:16,250
40		0:05:42,380	0:06:01,090	0:00:18,710
41		0:06:01,090	0:06:15,370	0:00:14,280
42		0:06:15,370	0:06:18,440	0:00:03,070
43		0:06:18,440	0:06:21,260	0:00:02,820
44		0:06:21,260	0:06:23,390	0:00:02,130
45		0:06:23,390	0:06:43,090	0:00:19,700
46		0:06:43,090	0:06:46,280	0:00:03,190
47		0:06:46,280	0:06:48,480	0:00:02,200

48		0:06:48,480	0:06:54,090	0:00:05,610
49		0:06:54,090	0:06:58,260	0:00:04,170
50		0:06:58,260	0:07:09,490	0:00:11,230
51		0:07:09,490	0:07:13,230	0:00:03,740
52		0:07:13,230	0:07:17,110	0:00:03,880
53		0:07:17,110	0:07:24,370	0:00:07,260
54		0:07:24,370	0:07:27,230	0:00:02,860
55		0:07:27,230	0:07:33,430	0:00:06,200
56		0:07:33,430	0:07:41,280	0:00:07,850
57		0:07:41,280	0:07:49,300	0:00:08,020
58		0:07:49,300	0:07:53,040	0:00:03,740
59		0:07:53,040	0:07:57,330	0:00:04,290
60		0:07:57,330	0:08:02,260	0:00:04,930
61		0:08:02,260	0:08:06,360	0:00:04,100
62		0:08:06,360	0:08:09,240	0:00:02,880
63		0:08:09,240	0:08:15,350	0:00:06,110
64		0:08:15,350	0:08:42,280	0:00:26,930
65		0:08:42,280	0:08:47,080	0:00:04,800
66		0:08:47,080	0:08:50,230	0:00:03,150
67		0:08:50,230	0:09:07,450	0:00:17,220
68		0:09:07,450	0:09:13,000	0:00:05,550
69		0:09:13,000	0:09:16,060	0:00:03,060
70		0:09:16,060	0:09:42,320	0:00:26,260
71		0:09:42,320	0:09:44,380	0:00:02,060
72		0:09:44,380	0:09:50,390	0:00:06,010
73		0:09:50,390	0:09:58,080	0:00:07,690
74		0:09:58,080	0:10:00,460	0:00:02,380
75		0:10:00,460	0:10:16,070	0:00:15,610
76		0:10:16,070	0:10:25,140	0:00:09,070
77		0:10:25,140	0:10:28,010	0:00:02,870
78		0:10:28,010	0:10:33,130	0:00:05,120
79		0:10:33,130	0:10:44,420	0:00:11,290
80		0:10:44,420	0:10:48,090	0:00:03,670
81		0:10:48,090	0:10:51,120	0:00:03,030
82		0:10:51,120	0:10:56,180	0:00:05,060
83		0:10:56,180	0:10:59,250	0:00:03,070
84		0:10:59,250	0:11:04,140	0:00:04,890
85		0:11:04,140	0:11:27,330	0:00:23,190
86		0:11:27,330	0:11:42,490	0:00:15,160
87		0:11:42,490	0:11:45,440	0:00:02,950
88		0:11:45,440	0:11:48,370	0:00:02,930
89		0:11:48,370	0:11:51,100	0:00:02,730
90		0:11:51,100	0:12:00,280	0:00:09,180
91		0:12:00,280	0:12:04,480	0:00:04,200
92		0:12:04,480	0:12:09,040	0:00:04,560
93		0:12:09,040	0:12:12,120	0:00:03,080
94		0:12:12,120	0:12:15,300	0:00:03,180
95		0:12:15,300	0:12:32,220	0:00:16,920
96		0:12:32,220	0:12:38,030	0:00:05,810
97		0:12:38,030	0:12:47,310	0:00:09,280
98		0:12:47,310	0:12:51,080	0:00:03,770
99		0:12:51,080	0:13:01,470	0:00:10,390
100		0:13:01,470	0:13:07,090	0:00:05,620
101		0:13:07,090	0:13:11,140	0:00:04,050
102		0:13:11,140	0:13:16,030	0:00:04,890
103		0:13:16,030	0:13:20,180	0:00:04,150
104		0:13:20,180	0:13:29,120	0:00:08,940
105		0:13:29,120	0:13:33,030	0:00:03,910

106		0:13:33,030	0:13:35,190	0:00:02,160
107		0:13:35,190	0:13:41,310	0:00:06,120
108		0:13:41,310	0:13:56,390	0:00:15,080
109		0:13:56,390	0:14:01,210	0:00:04,820
110		0:14:01,210	0:14:25,070	0:00:23,860
111		0:14:25,070	0:14:32,430	0:00:07,360
112		0:14:32,430	0:14:39,390	0:00:06,960
113		0:14:39,390	0:14:47,060	0:00:07,670
114		0:14:47,060	0:14:50,200	0:00:03,140
115		0:14:50,200	0:15:04,040	0:00:13,840
116		0:15:04,040	0:15:08,240	0:00:04,200
117		0:15:08,240	0:15:17,140	0:00:08,900
118		0:15:17,140	0:15:19,220	0:00:02,080
119		0:15:19,220	0:15:24,470	0:00:05,250
120		0:15:24,470	0:15:28,340	0:00:03,870
121		0:15:28,340	0:15:49,380	0:00:21,040
122		0:15:49,380	0:15:55,320	0:00:05,940
123		0:15:55,320	0:16:00,290	0:00:04,970
124		0:16:00,290	0:16:06,230	0:00:05,940
125		0:16:06,230	0:16:09,410	0:00:03,180
126		0:16:09,410	0:16:12,430	0:00:03,020
127		0:16:12,430	0:16:15,440	0:00:03,010
128		0:16:15,440	0:16:17,450	0:00:02,010
129		0:16:17,450	0:16:20,130	0:00:02,680
130		0:16:20,130	0:16:36,440	0:00:16,310
131		0:16:36,440	0:16:44,260	0:00:07,820
132		0:16:44,260	0:16:51,190	0:00:06,930
133		0:16:51,190	0:16:57,010	0:00:05,820
134		0:16:57,010	0:17:11,140	0:00:14,130
135		0:17:11,140	0:17:30,150	0:00:19,010
136		0:17:30,150	0:17:32,480	0:00:02,330
137		0:17:32,480	0:17:39,250	0:00:06,770
138		0:17:39,250	0:17:48,320	0:00:09,070
139		0:17:48,320	0:17:55,140	0:00:06,820
140		0:17:55,140	0:18:05,380	0:00:10,240
141		0:18:05,380	0:18:21,470	0:00:16,090
142		0:18:21,470	0:18:38,120	0:00:16,650
143		0:18:38,120	0:18:43,310	0:00:05,190
144		0:18:43,310	0:18:51,300	0:00:07,990
145		0:18:51,300	0:18:57,490	0:00:06,190
146		0:18:57,490	0:19:24,060	0:00:26,570
147		0:19:24,060	0:19:26,430	0:00:02,370
148		0:19:26,430	0:19:29,140	0:00:02,710
149		0:19:29,140	0:19:35,450	0:00:06,310
150		0:19:35,450	0:19:39,190	0:00:03,740
151		0:19:39,190	0:19:42,310	0:00:03,120
152		0:19:42,310	0:19:46,250	0:00:03,940
153		0:19:46,250	0:19:49,010	0:00:02,760
154		0:19:49,010	0:19:51,340	0:00:02,330
155		0:19:51,340	0:19:58,230	0:00:06,890
156		0:00:00,000	0:00:20,150	0:00:20,150
157		0:00:20,150	0:00:44,240	0:00:24,090
158		0:00:44,240	0:00:48,160	0:00:03,920
159		0:00:48,160	0:00:52,150	0:00:03,990
160		0:00:52,150	0:00:55,040	0:00:02,890
161		0:00:55,040	0:01:28,080	0:00:33,040
162		0:01:28,080	0:01:34,200	0:00:06,120
163		0:01:34,200	0:01:37,280	0:00:03,080

164		0:01:37,280	0:02:18,250	0:00:40,970
165		0:02:18,250	0:02:21,240	0:00:02,990
166		0:02:21,240	0:02:24,120	0:00:02,880
167		0:02:24,120	0:03:22,160	0:00:58,040
168		0:03:22,160	0:03:24,080	0:00:01,920
169		0:03:24,080	0:03:45,030	0:00:20,950
170		0:03:45,030	0:03:48,120	0:00:03,090
171		0:03:48,120	0:04:08,130	0:00:20,010
172		0:04:08,130	0:04:15,250	0:00:07,120
173		0:04:15,250	0:04:20,100	0:00:04,850
174		0:04:20,100	0:04:39,290	0:00:19,190
175		0:04:39,290	0:04:55,180	0:00:15,890
176		0:04:55,180	0:04:59,010	0:00:03,830
177		0:04:59,010	0:05:48,170	0:00:49,160
178		0:05:48,170	0:06:09,050	0:00:20,880
179		0:06:09,050	0:06:13,180	0:00:04,130
180		0:06:13,180	0:06:18,110	0:00:04,930
181		0:06:18,110	0:06:20,040	0:00:01,930
182		0:06:20,040	0:06:31,080	0:00:11,040
183		0:06:31,080	0:07:10,100	0:00:39,020
184		0:07:10,100	0:07:26,130	0:00:16,030
185		0:07:26,130	0:08:14,090	0:00:47,960
186		0:08:14,090	0:08:47,010	0:00:32,920
187		0:08:47,010	0:09:20,050	0:00:33,040
188		0:09:20,050	0:09:22,260	0:00:02,210
189		0:09:22,260	0:09:25,090	0:00:02,830
190		0:09:25,090	0:09:29,120	0:00:04,030
191		0:09:29,120	0:09:32,070	0:00:02,950
192		0:09:32,070	0:09:35,160	0:00:03,090
193		0:09:35,160	0:09:45,000	0:00:09,840
194		0:09:45,000	0:09:47,150	0:00:02,150
195		0:09:47,150	0:09:48,290	0:00:01,140
196		0:09:48,290	0:09:53,180	0:00:04,890
197		0:09:53,180	0:10:06,180	0:00:13,000
198		0:10:06,180	0:10:13,030	0:00:06,850
199		0:10:13,030	0:10:31,260	0:00:18,230
200		0:10:31,260	0:10:51,040	0:00:19,780
201		0:10:51,040	0:11:02,070	0:00:11,030
202		0:11:02,070	0:11:08,270	0:00:06,200
203		0:11:08,270	0:11:12,130	0:00:03,860
204		0:11:12,130	0:11:16,170	0:00:04,040
205		0:11:16,170	0:11:29,180	0:00:13,010
206		0:11:29,180	0:11:45,290	0:00:16,110
207		0:11:45,290	0:11:50,090	0:00:04,800
208		0:11:50,090	0:11:53,020	0:00:02,930
209		0:11:53,020	0:11:56,190	0:00:03,170
210		0:11:56,190	0:12:51,220	0:00:55,030
211		0:12:51,220	0:13:12,250	0:00:21,030
212		0:13:12,250	0:13:19,060	0:00:06,810
213		0:13:19,060	0:14:05,190	0:00:46,130
214		0:14:05,190	0:14:26,210	0:00:21,020
215		0:14:26,210	0:14:28,100	0:00:01,890
216		0:14:28,100	0:14:43,050	0:00:14,950
217		0:14:43,050	0:14:45,170	0:00:02,120
218		0:14:45,170	0:14:49,020	0:00:03,850
219		0:14:49,020	0:14:51,220	0:00:02,200
220		0:14:51,220	0:14:59,060	0:00:07,840
221		0:14:59,060	0:15:55,070	0:00:56,010

222		0:15:55,070	0:15:58,080	0:00:03,010
223		0:15:58,080	0:16:00,170	0:00:02,090
224		0:16:00,170	0:16:03,230	0:00:03,060
225		0:16:03,230	0:16:14,220	0:00:10,990
226		0:16:14,220	0:16:16,260	0:00:02,040
227		0:16:16,260	0:16:19,290	0:00:03,030
228		0:16:19,290	0:16:23,140	0:00:03,850
229		0:16:23,140	0:16:48,040	0:00:24,900
230		0:16:48,040	0:17:02,160	0:00:14,120
231		0:17:02,160	0:17:05,200	0:00:03,040
232		0:17:05,200	0:17:10,090	0:00:04,890
233		0:17:10,090	0:17:43,280	0:00:33,190
234		0:17:43,280	0:17:54,090	0:00:10,810
235		0:17:54,090	0:17:59,280	0:00:05,190
236		0:17:59,280	0:18:03,160	0:00:03,880
237		0:18:03,160	0:18:14,290	0:00:11,130
238		0:18:14,290	0:18:49,140	0:00:34,850
239		0:18:49,140	0:19:20,150	0:00:31,010
240		0:19:20,150	0:19:28,190	0:00:08,040
241		0:19:28,190	0:19:45,210	0:00:17,020
242		0:19:45,210	0:19:49,090	0:00:03,880
243		0:19:49,090	0:20:06,020	0:00:16,930
244		0:20:06,020	0:20:27,040	0:00:21,020
245		0:20:27,040	0:20:49,270	0:00:22,230

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

HEADWAY

A continuación, se muestra la distribución normal de los tiempos obtenidos de los 245 vehículos livianos que circularon por la intersección N°3.

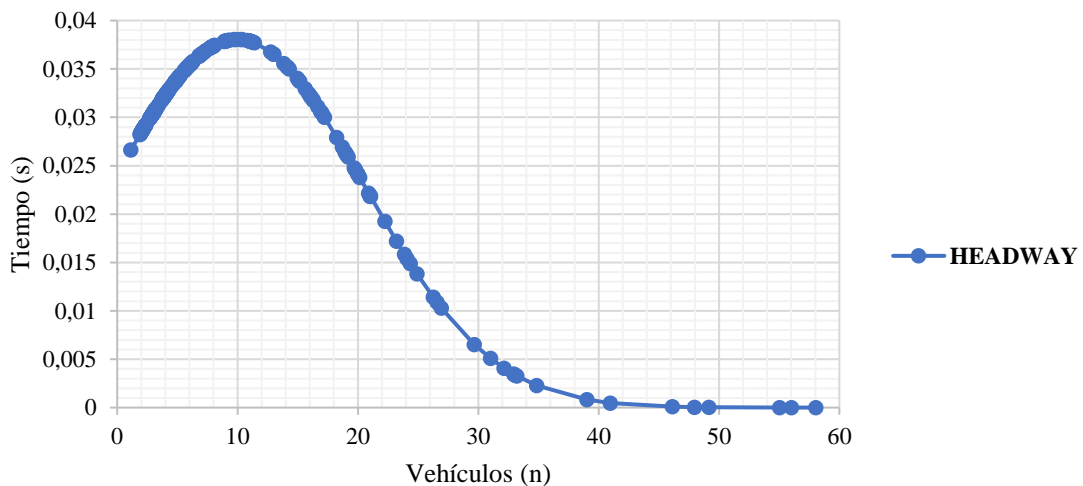


Gráfico 10-4: Distribución normal Headway vehículos livianos intersección N°3

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La gráfica anterior representa al Headway (tiempo que transcurre desde que el parachoques frontal pasa por un punto determinado hasta que el parachoques posterior de otro vehículo pasa por este

mismo punto). Como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo. Esto quiere decir que los datos presentan una dispersión, alejándose de los datos estándares identificados en la estadística por lo que requiere un ajuste mediante la determinación de los valores atípicos, para lo cual se usa el método de diagramas de caja, de la siguiente manera:

Valores atípicos superiores: $VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$

Valores atípicos inferiores: $VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 3,15

Q3 = 13,84

El valor atípico superior corresponde a $VAS= 29,88$ por lo que los Headway superiores e iguales a 29,88 segundos no se considerarán para el análisis.

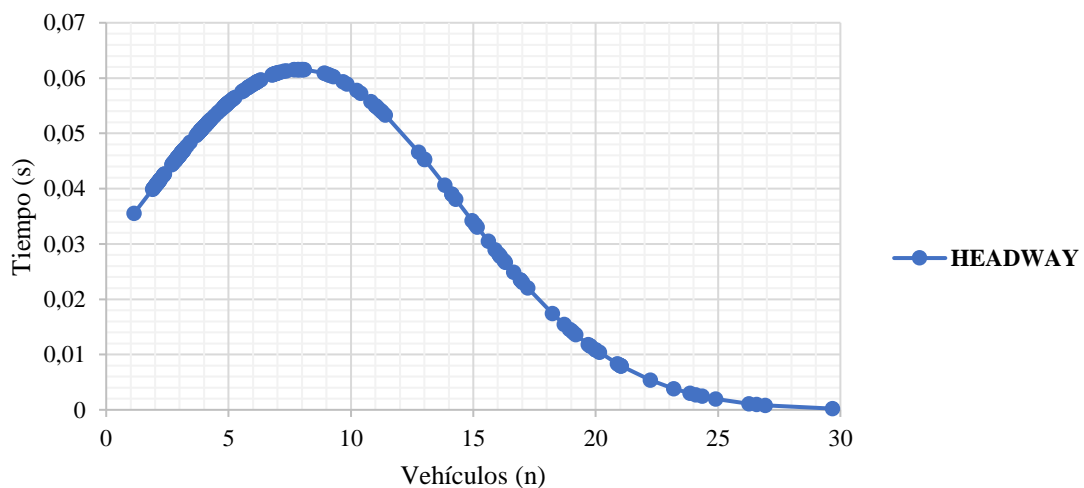


Gráfico 11-4: Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Debido a que la curva sigue presentando asimetría se utiliza el teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 1,14 y 20,89 segundos, correspondiendo a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

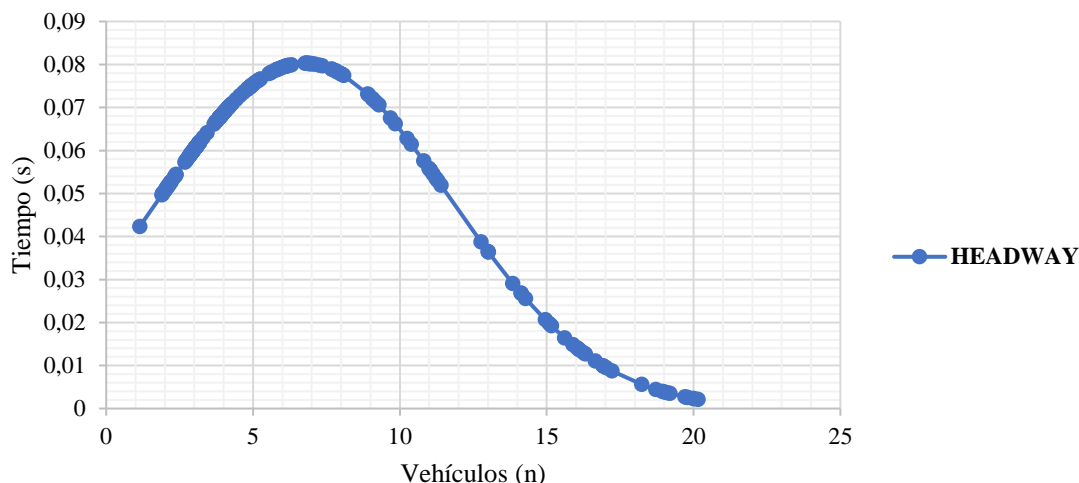


Gráfico 12-4: Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 245 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de 1,14 y 20,89 segundos es el estimado para 214 datos, lo que representa el 87,35% del total.

Análisis estadístico de Headway de vehículos livianos

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 214 tiempos Headway.

Tabla 14-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos intersección N°3

Análisis estadístico	
Media	6,76
Error típico	0,34
Mediana	4,89
Moda	4,89
Desviación estándar	4,97
Varianza de la muestra	24,73
Coefficiente de asimetría	1,33
Mínimo	1,14
Máximo	20,15
Cuenta	214

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para vehículos livianos en la intersección de la Av. Confraternidad y Av. Padre Jorge Chacón corresponde a 6,76 segundos.

Tabla 15-4: Cantidad de vehículos por tipo intersección N°3

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Livianos	245
Buses	6
Camiones	16
Motos	9
Bicicletas	0

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La cantidad de vehículos identificada en la intersección de la avenida Antonio Confraternidad y Avenida Padre Jorge Chacón (intersección N°3) suma un total de 276 vehículos, es importante mencionar que: la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas suman una cantidad de apenas 31 vehículos, cantidad que no es considerable en comparación con la cantidad de vehículos livianos que fue de 245 en esta intersección; por esta razón solamente se realiza el análisis de tiempos Headway de vehículos livianos y la cantidad de buses, camiones, motos y bicicletas se sumará a la cantidad total de todas las intersecciones puestas en estudio por tipo de vehículo, con la finalidad de que se alcance una cantidad representativa para proceder con los análisis estadísticos requeridos.

4.8. Análisis Headway de Pelileo

Para determinar el tiempo Headway del cantón Pelileo, se realizó un análisis en tres intersecciones diferentes y basado en los tiempos obtenidos por los diferentes tipos de vehículos que transitan en la ciudad, como son: vehículos livianos, camiones, buses, motocicletas y bicicletas.

4.8.1. Headway vehículos livianos

A continuación, se muestra el análisis de los tiempos Headway obtenido de los vehículos livianos que circularon por las tres intersecciones puestas en estudio.

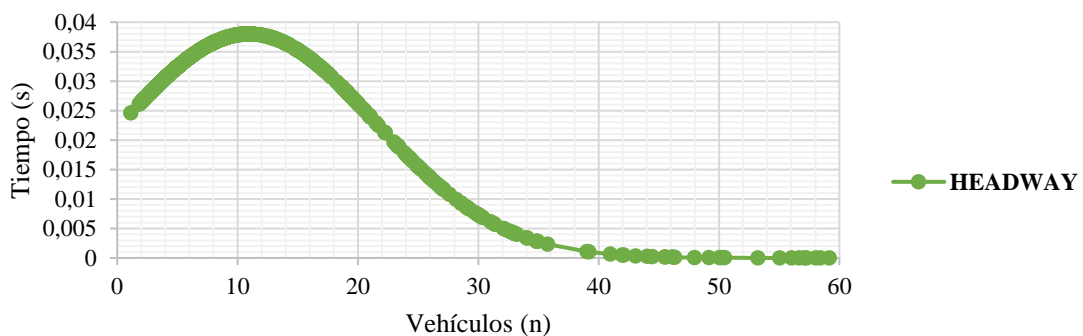


Gráfico 13-4: Distribución normal Headway vehículos livianos cantón Pelileo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La figura anterior representa al Headway de los vehículos livianos del cantón y como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo por lo que se determinó los valores atípicos mediante el método de diagramas de caja.

Valores atípicos superiores: $VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$

Valores atípicos inferiores: $VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 4,02

Q3 = 13,6

El valor atípico superior corresponde a $VAS = 27,97$ por lo que los Headway superiores e iguales a $29,97$ segundos no se considerarán para el análisis.

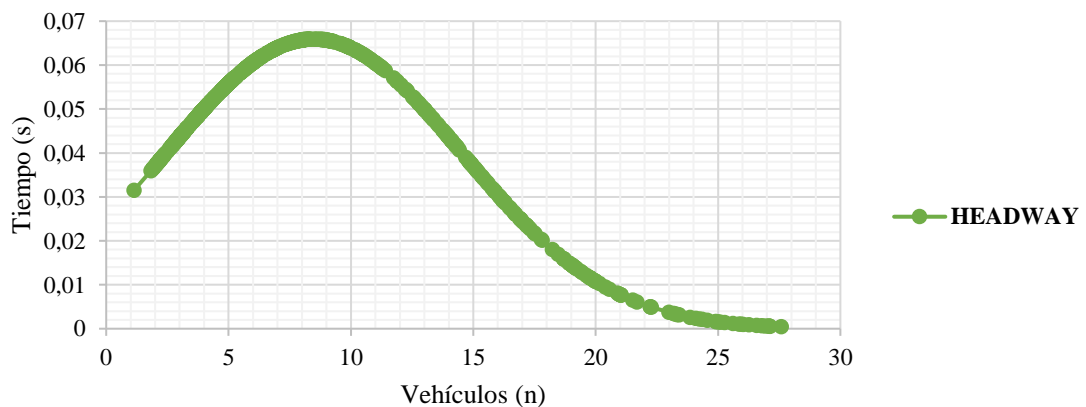


Gráfico 14-4: Distribución normal Headway de vehículos livianos sin valores atípicos

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Debido a que la curva sigue presentando asimetría se utiliza el teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 1,14 y 20,56 segundos, correspondiendo a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

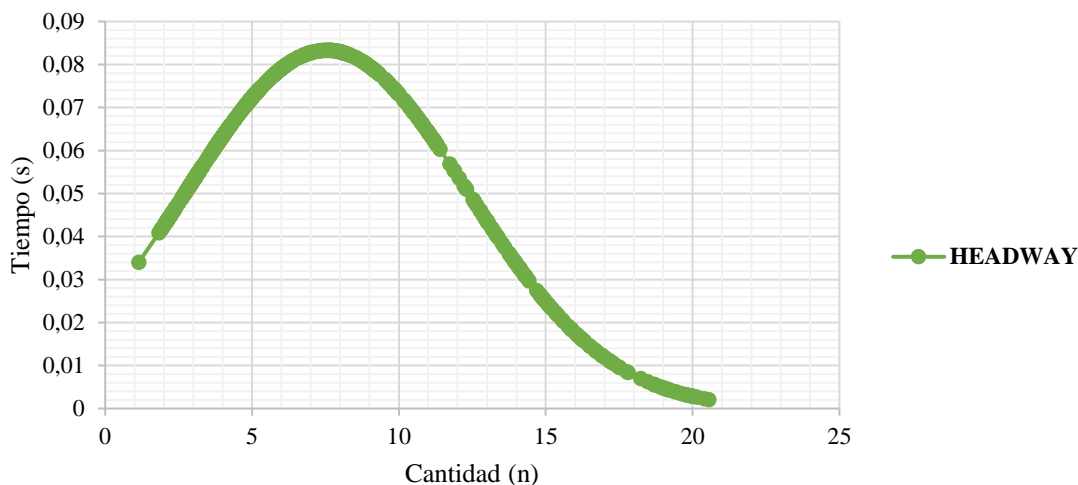


Gráfico 15-4: Distribución normal Headway vehículos livianos con Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 760 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de vehículos livianos de 1,14 y 20,56 segundos es el estimado para 659 datos, lo que representa el 86,71% del total.

Análisis estadístico Headway de vehículos livianos

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 659 tiempos Headway de los vehículos livianos.

Tabla 16-4: Análisis estadístico Headway de vehículos livianos del cantón Pelileo

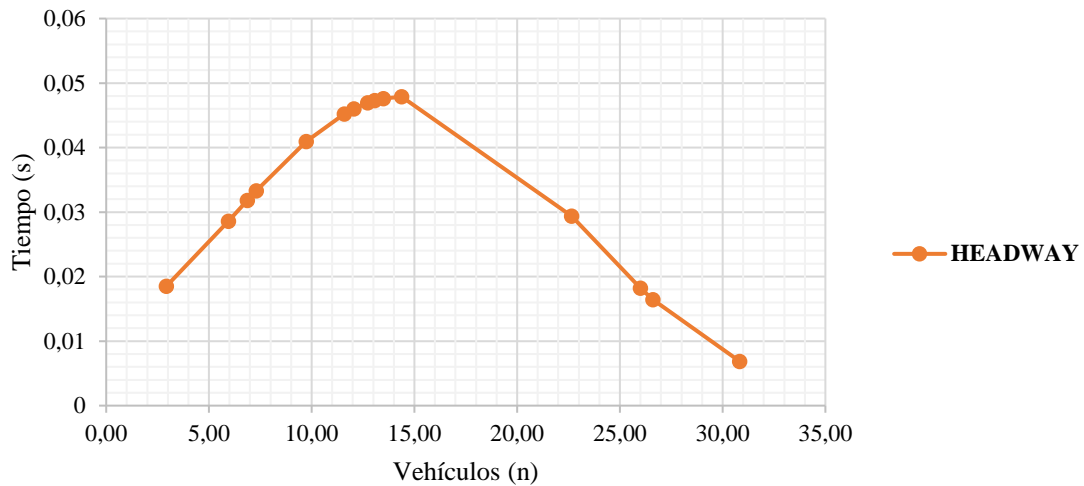
Análisis estadístico	
Media	7,55
Error típico	0,19
Mediana	5,94
Moda	3,88
Desviación estándar	4,79
Varianza de la muestra	22,98
Coefficiente de asimetría	1,03
Mínimo	1,14
Máximo	20,56
Cuenta	659

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para vehículos livianos en las tres intersecciones del cantón Pelileo corresponde a 7,55 segundos.

4.8.2. Headway buses

A continuación, se muestra el análisis de los tiempos Headway obtenido de los buses que circularon por las tres intersecciones puestas en estudio.



La figura anterior representa al Headway de los buses y como se puede observar la curva no presenta asimetría positiva ni un sesgo elevado por lo que no se requiere determinar los valores atípicos superior e inferior mediante el método de diagramas de caja, ni hacer uso del teorema de Chebyshev

Análisis estadístico Headway de buses

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 15 tiempos Headway de los buses.

Tabla 17-4: Análisis estadístico Headway de buses del cantón Pelileo

Análisis estadístico	
Media	14,41
Error típico	2,15
Mediana	12,73
Desviación estándar	8,33
Varianza de la muestra	69,40
Coficiente de asimetría	0,75
Mínimo	2,93
Máximo	30,83
Cuenta	15

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para buses en las diferentes intersecciones del cantón Pelileo corresponde a 14,41 segundos.

4.8.3. Headway camiones

A continuación, se muestra el análisis de los tiempos Headway obtenido de los camiones que circularon por las tres intersecciones puestas en estudio.

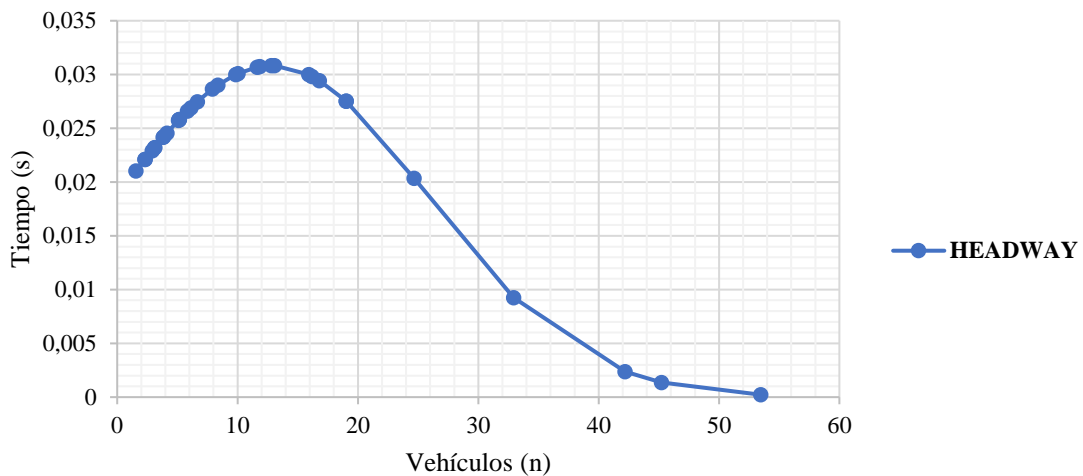


Gráfico 16-4: Distribución normal Headway camiones del cantón Pelileo
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La figura anterior representa al Headway obtenido por los camiones y como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo por lo que se determinó los valores atípicos mediante el método de diagramas de caja.

Valores atípicos superiores: $VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$

Valores atípicos inferiores: $VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 3,87

Q3 = 15,9

El valor atípico superior corresponde a VAS=33,95 por lo que los Headway superiores e iguales a 33,95 segundos no se considerarán para el análisis.

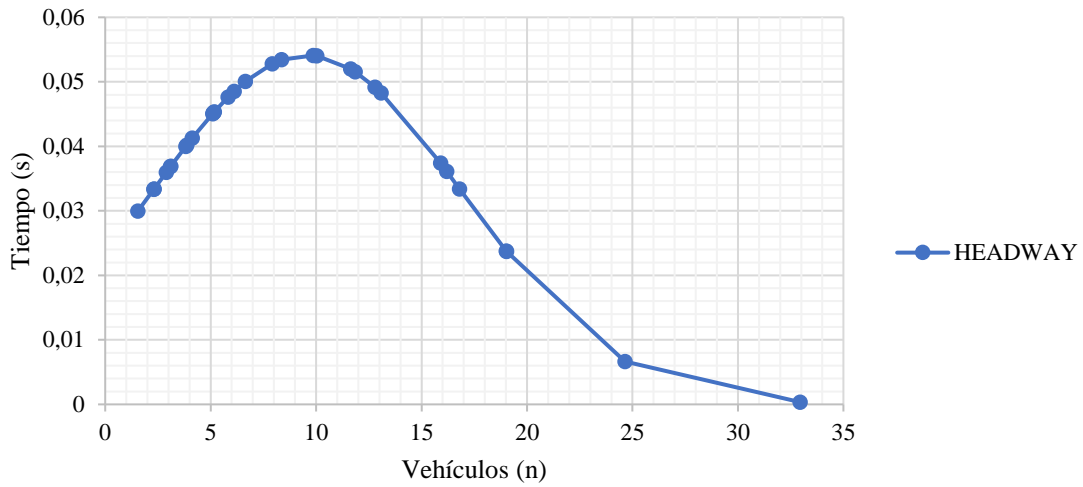


Gráfico 17-4: Distribución normal Headway de camiones sin valores atípicos
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Debido a que la curva sigue presentando asimetría se utiliza el teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 1,55 y 19,03 segundos, correspondiendo a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

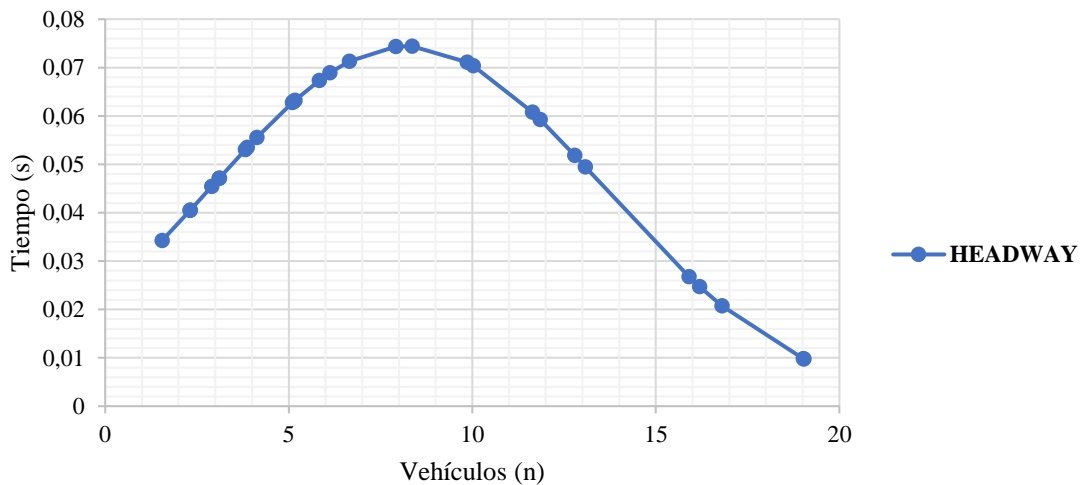


Gráfico 18-4: Distribución normal Headway de camiones con Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 34 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de 1,55 y 19,03 segundos es el estimado para 29 datos, lo que representa al 85,29% del total.

Análisis estadístico Headway de camiones

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 29 tiempos Headway de los camiones.

Tabla 18-4: Análisis estadístico Headway de camiones del cantón Pelileo

Análisis estadístico	
Media	8,23
Error típico	1,00
Mediana	6,12
Moda	
Desviación estándar	5,36
Varianza de la muestra	28,77
Coefficiente de asimetría	0,72
Mínimo	1,55
Máximo	19,03
Cuenta	29

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Se puede identificar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para vehículos livianos en las diferentes intersecciones del cantón Pelileo corresponde a 8,23 segundos.

4.8.4. Headway motocicletas

A continuación, se muestra el análisis de los tiempos Headway obtenido de las motocicletas que circularon por las tres intersecciones puestas en estudio.

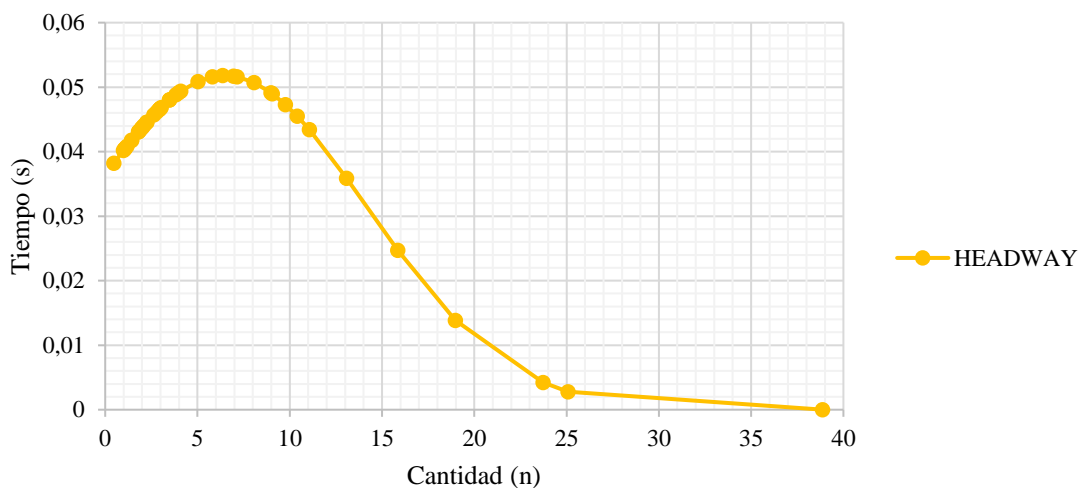


Gráfico 19-4: Distribución normal Headway de motocicletas del cantón Pelileo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La figura anterior representa al Headway obtenido por las motocicletas que circulan por las diferentes intersecciones de Pelileo y como se puede observar la curva presenta asimetría positiva y un sesgo por lo que se determinó los valores atípicos mediante el método de diagramas de caja.

Valores atípicos superiores: $VAS = Q3 + [1.5*(Q3 - Q1)]$

Valores atípicos inferiores: $VAI = Q1 - [1.5*(Q3 - Q1)]$

Dónde:

VAS= Valores atípicos superiores

VAI= Valores atípicos inferiores

Q1= Primer cuartil

Q3= Tercer cuartil

Q1 = 1,9

Q3 = 8,07

El valor atípico superior corresponde a $VAS= 17,33$ por lo que los Headway superiores e iguales a 17,33 segundos no se considerarán para el análisis.

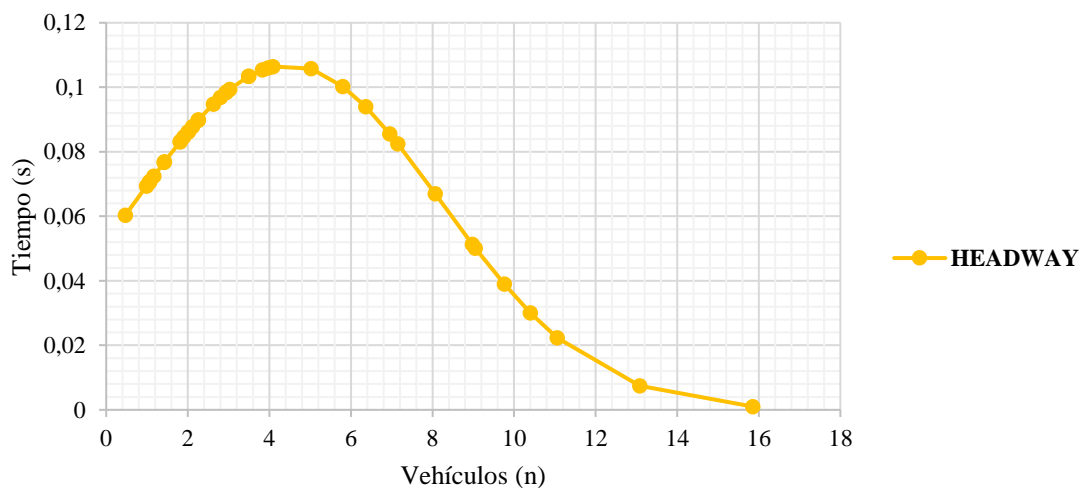


Gráfico 20-4: Distribución normal Headway de motocicletas sin valores atípicos

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Debido a que la curva sigue presentando asimetría se utiliza el teorema de Chebyshev para demostrar que el 75% de los datos se encuentran entre 0,47 y 11,06 segundos, correspondiendo a los límites entre $\mu \pm 2\sigma$.

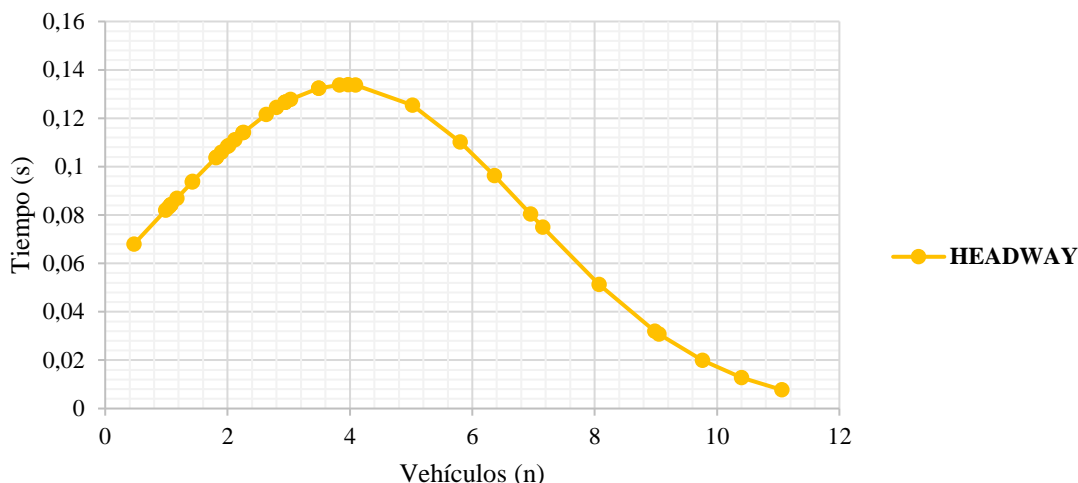


Gráfico 21-4: Distribución normal Headway de motocicletas con Teorema de Chebyshev
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

De los 44 datos analizados en la intersección, el tiempo Headway de 0,47 y 11,06 segundos es el estimado para 38 datos, lo que representa el 86,36% del total.

Análisis estadístico Headway de motocicletas

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 38 tiempos Headway de las motocicletas.

Tabla 19-4: Análisis estadístico Headway de motocicletas del cantón Pelileo

Análisis estadístico	
Media	3,94
Error típico	0,48
Mediana	2,94
Moda	2,94
Desviación estándar	2,98
Varianza de la muestra	8,85
Mínimo	0,47
Máximo	11,06
Cuenta	38

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Con el anterior análisis, se puede determinar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para motocicletas en las diferentes intersecciones del cantón Pelileo corresponde a 3,94 segundos.

4.8.5. Headway bicicletas

A continuación, se muestra el análisis de los tiempos Headway obtenido de las bicicletas que circularon por las tres intersecciones puestas en estudio.

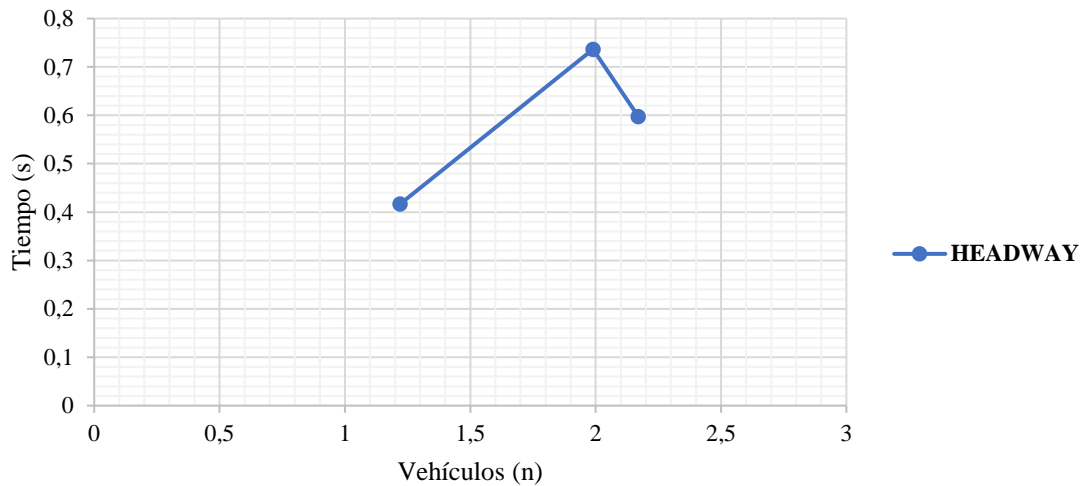


Gráfico 22-4: Distribución normal Headway de bicicletas del cantón Pelileo

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La figura anterior representa al Headway y como se puede observar la curva no presenta asimetría positiva y ni un sesgo por lo que no es necesario determinar los valores atípicos mediante el método de diagramas de caja, tampoco se requiere hacer uso del teorema de Chebyshev.

Análisis estadístico Headway de bicicletas

En la Tabla que se presenta a continuación, se muestran los datos estadísticos resultantes obtenidos a partir de los 3 tiempos Headway de las bicicletas.

Tabla 20-4: Análisis estadístico Headway de bicicletas del cantón Pelileo

Análisis estadístico	
Media	1,79
Error típico	0,29
Mediana	1,99
Moda	
Desviación estándar	0,50
Varianza de la muestra	0,25
Coefficiente de asimetría	-1,49
Mínimo	1,22
Máximo	2,17
Cuenta	3

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Del anterior análisis, se puede determinar que el valor promedio de los tiempos Headway calculado para bicicletas en las diferentes intersecciones del cantón Pelileo corresponde a 1,79 segundos.

4.9. Vehículo Liviano Equivalente VLE

A continuación, se presentan los tiempos Headway medidos en segundos obtenidos por los diferentes tipos de vehículos en las diferentes intersecciones puestas en estudio del cantón Pelileo, para obtener el factor VLE.

Tabla 21-4: Tiempo Headway por cada tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO	HEADWAY (segundos)
Liviano	7,55
Bus	14,41
Camión	8,23
Motocicleta	3,94
Bicicleta	1,79

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

A partir de los resultados de tiempo Headway obtenidos en las principales vías urbanas del cantón Pelileo, se procede a determinar el factor VLE de cada tipo de vehículo mediante la siguiente ecuación:

$$VLE_i = \frac{H_i}{H_c}$$

Dónde H_i es el tiempo Headway promedio de un vehículo tipo que sigue a un vehículo liviano, el cual se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$H_i = \frac{\sum_1^n t_2 - t_1}{n}$$

Dónde:

- t_1 = Tiempo en el que pasa el parachoque trasero de un vehículo líder (vehículo liviano) por un punto de referencia.
- t_2 = Tiempo en el que pasa el parachoque trasero de un vehículo tipo (bus, camión, motocicleta y bicicleta) por un punto de referencia.
- n = Número de tiempos Headway válidos
- H_c = Es el tiempo Headway promedio medido en segundos de un vehículo liviano seguido de otro vehículo liviano

A continuación, se muestra todos los resultados del factor VLE correspondiente a cada tipo de vehículo para las vías urbanas de Pelileo.

Tabla 22-4: Factor VLE para las vías del cantón Pelileo

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR VLE
Liviano	1,00
Bus	1,91
Camión	1,09
Motocicleta	0,52
Bicicleta	0,24

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Una vez se determinaron los factores livianos equivalentes VLE para los diferentes tipos de vehículos, se puede mencionar que el factor VLE para los buses es igual a 1,91 con lo cual se puede mencionar que el tránsito de los buses afecta la capacidad de la vía aproximadamente dos veces más de lo que afecta un vehículo liviano, esto debido a la topografía del cantón Pelileo, las dimensiones de este tipo de vehículo, las condiciones de circulación y las bajas aceleraciones.

El factor VLE de camiones es igual a 1,09 lo cual nos indica que el flujo vehicular de camiones afecta un 9% más que un vehículo liviano, debido a varios factores como son: sobrecarga del vehículo, peso del mismo, menor velocidad y aceleraciones; también agentes externos como: las características geométricas, la pendiente de las vías.

El factor VLE de motocicletas es igual a 0,52 lo que significa que el flujo vehicular de motocicletas impacta el 48% menos que un vehículo liviano, esto debido a sus características como son su corta dimensión y su capacidad de rebasar a los vehículos.

Para bicicletas el factor VLE es igual a 0,24, valor que se obtuvo en condiciones de flujo libre y la inexistencia de ciclovía en las vías de estudio. Para este factor existen un bajo número de situaciones válidas debido a que son vías de largo trayecto como son las vías que conectan a parroquias rurales. Debido a sus corta longitud y ancho permite que los ciclistas viajen paralelamente con los vehículos reduciendo así notablemente el factor para bicicletas.

Análisis de los resultados obtenidos en el Cantón Pelileo y con los datos propuestos en la metodología HCM 2010.

Con los resultados obtenidos en la investigación se puede tomar en consideración los valores de establecidos por la metodología HCM 2010 y el flujo de bicicletas y motos en promedio a nivel mundial, que se presentan a continuación:

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR VLE	VLE referencial (HCM)
Liviano	1,00	1,00
Bus	1,91	1,40
Camión	1,09	1,40
Motocicleta	0,52	0,60
Bicicleta	0,24	0.20

Los valores se obtuvieron con la metodología Headway para cada tipo de vehículo para camiones, buses y livianos; para lo cual se puede mencionar que el factor de vehículo liviano obtenido en la ciudad de Pelileo con relación al bus, se tiene el 91% más de impacto en la generación de tiempos de demora y el tráfico que incluso los camiones; se puede mencionar que este tipo de vehículos circulan muy poco por las intersecciones consideradas para el estudio con un incremento del 9% en relación al vehículo liviano; en cuanto a las bicicletas tienen un índice más elevado que el promedio debido a la falta de una vía específica para la circulación de las mismas se puede mencionar que al ser un medio poco utilizado la cultura vial ante este medio de transporte carece de cultura y respeto por parte de los conductores causando un índice mayor de demora. En cuanto a la motocicleta se puede mencionar que tiene un 48% menos de valor del vehículo liviano debido a que circulan sin ningún control y no realizan colas en el tráfico. En comparación a los tipos de vehículos.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

Título: Políticas de movilidad relacionadas al coeficiente de vehículo liviano equivalente en el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo.

5.1. Desarrollo

Anteriormente todos los valores de *Vehículo Liviano Equivalente* VLE para estudios de tránsito en el cantón Pelileo se obtenían del *Highway Capacity Manual* HCM, el cual está basado en las condiciones de operación de los Estados Unidos que no considera el tránsito por vías urbanas de camiones, motos, ni bicicletas.

Los factores VLE dependen de las características de la vía, clima, topografía, cultura vial, niveles socio económicos del área, así como también características del conductor como género y edad. Por ende, los flujos vehiculares, las condiciones de tráfico y las características vehiculares son distintas para cada zona. Al no contar con factores adecuados para cada zona se reducirá notablemente la capacidad de obtener valores reales y cercanos a la realidad en cada estudio en el cual se requiera hacer uso de este factor VLE, razón por la cual es necesario la disposición de los factores de vehículo liviano para la ciudad de Pelileo.

De forma general, los factores de equivalencia vehicular influyen en el desarrollo de investigaciones de ingeniería de tránsito y en la correcta solución de problemas estructurales para las viales, entre otras. Con los valores VLE establecidos para los diferentes tipos de vehículos se pueden proponer políticas de movilidad relacionadas al coeficiente de vehículo liviano equivalente en el sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo.

Se resume la influencia de los factores equivalentes en:

Tabla 1-5: Influencia de los factores de vehículo equivalente

ESTUDIOS	INFLUENCIA DEL VLE
Cálculo de fases semafóricas	Para determinar las fases semafóricas, es necesario realizar ciertos cálculos en los cuales se encuentran implícitos los valores de <i>Vehículo Liviano Equivalente</i> , así como también realizar los aforos vehiculares correspondientes para obtener la cantidad de vehículos por tipo. Adicionalmente, es necesario determinar los coeficientes de giro, que incluyen el factor de vehículos livianos y pesados.
Niveles de servicio:	Para determinar los niveles de servicio, ya sea de una vía o intersección, es necesario calcular el factor de vehículos livianos, que incluye los factores equivalentes para los diferentes tipos de vehículos, principalmente: camiones, vehículos livianos, buses.
Volumen vehicular:	Para determinar el volumen vehicular de una intersección es necesario realizar aforos vehiculares, donde se obtiene la cantidad de vehículos para tipo y luego cada grupo de vehículos se convierte a vehículos equivalentes a partir de los factores de equivalencia vehicular para homogeneizar el tránsito que circula por la vía analizada.
Tasa de flujo equivalente en vías de dos carriles	En el cálculo de la tasa de flujo equivalente es necesaria la obtención del factor de ajuste para vehículos pesados, donde se convierten los camiones y buses a vehículos equivalentes.

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

En términos generales, la composición del tráfico en las vías de Pelileo es heterogéneo, ya que existen diversos tipos de vehículos como livianos, camiones, buses, motocicletas y bicicletas; por lo tanto, las condiciones operacionales serán distintas como: aceleraciones, velocidades y desaceleración distintas. La diversidad de condiciones operacionales llevara a un diseño y rediseño de vías rurales erróneas, debido a que la presencia de varios tipos de vehículos reduce notablemente la capacidad de un carril.

Todos los flujos vehiculares poseen tráfico mixto y se debe determinar factores que conviertan este tráfico en un flujo homogéneo; de este problema surge el factor VLE y los coeficientes para determinar el mismo.

Para establecer las políticas para mejorar la movilidad en la ciudad de Pelileo, se complementa con las políticas integradas y sostenibles de movilidad establecidas en el Boletín FAL (Facilitación del transporte y el comercio en América Latina y el Caribe), en donde se menciona:

5.2. Políticas integradas y sostenibles de movilidad

Tabla 2-5: Políticas integradas y sostenibles de movilidad

<p>La demanda de movilidad urbana</p>	<p>Es muy importante señalar que mediante el cálculo del vehículo liviano equivalente VLE, se puede hacer que la demanda de movilidad urbana se regule mediante la infraestructura y servicio de transporte urbano, en donde la demanda puede ser priorizada, clasificada, moderada en términos de mejorar la oferta existente.</p>
<p>Servicio de transporte público accesible</p>	<p>La importancia de garantizar la igualdad de movilidad para todos los habitantes de la ciudad muestra claramente que los servicios de transporte público deben tratarse como servicios públicos, como tales el Estado tiene la obligación indefinida de garantizar la disponibilidad de transporte urbano con calidad y seguridad aceptables, a un precio asequible para todos los ciudadanos y aceptable para la sociedad. Por lo tanto, se deben desarrollar marcos legales y regulatorios para organizar la prestación de servicios y su inspección y control.</p>
<p>Reparto modal a favor de los sistemas de transporte con menores externalidades</p>	<p>La masividad del tráfico reduce exponencialmente las externalidades y el consumo de recursos. Independientemente de las características de los vehículos utilizados, el transporte público debe ser la piedra angular de la sostenibilidad de toda la política de transporte urbano. Los modos de transporte no motorizados pueden y deben preferirse, aunque no son tan eficientes en términos de uso del espacio y pueden no funcionar en largas distancias. Por lo tanto, estos modos de transporte deben priorizarse por su elevado potencial.</p>
<p>Automóvil particular y motocicletas</p>	<p>Los modos de transporte individuales son los más eficientes desde todos los puntos de vista, pero son los que más benefician al usuario por su fiabilidad, flexibilidad y comodidad. Existe una fuerte contradicción entre las dimensiones social, ambiental e institucional de estos modos de transporte, porque ciertamente traen el mayor beneficio para el usuario, el menor costo o esfuerzo institucional, pero causan el mayor daño ambiental.</p>

<p style="text-align: center;">Organización industrial</p>	<p>Las entidades que proveen el servicio de transporte público deben estar organizadas de manera formal en empresas que internalicen los costos mínimos de provisión del servicio, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • depreciación de los vehículos • mantenimiento preventivo • leyes laborales • impuestos correspondientes. <p>El tamaño y organización de las entidades debe asegurar el cumplimiento de los estándares antes descritos, sin los cuales la actividad no tiene sostenibilidad a mediano y largo plazo. La experiencia latinoamericana demuestra que para coadyuvar a potenciar el emprendimiento de la actividad, el esquema contractual con la autoridad debe asegurar competencia en la licitación del servicio.</p>
<p style="text-align: center;">Estructura de redes y modos</p>	<p>La estructura de las redes de servicios de transporte público y de los modos mismos, deben ser adoptados tomando en cuenta un equilibrio entre las dimensiones de sostenibilidad, porque en este aspecto pueden ser antagónicas.</p>
<p style="text-align: center;">Infraestructura vial</p>	<p>La infraestructura vial soporta los servicios de transporte público, vehículos privados, vehículos de mercancías, transporte no motorizado y peatones. Por tanto, su existencia es necesaria para el funcionamiento del transporte urbano y el transporte de mercancías, mientras que la carretera ocupa espacio, un recurso no renovable caro, que compite con otras actividades productivas..</p>
<p style="text-align: center;">Financiamiento y subsidios</p>	<p>El financiamiento y subsidios deben considerarse como una misma cuestión, es la manera en que el Estado o la autoridad organizadora de transporte participan en el financiamiento de la infraestructura y los servicios de transporte públicos.</p>

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

5.3. Esquema para la implementación de políticas de movilidad

Un marco de política de movilidad integrado y sostenible surge del concepto mismo de movilidad, en cual mantiene al usuario y no al vehículo como objetivo de la política. En la práctica, este marco consta de una serie de programas que cubren todos los aspectos que debe cubrir una política integrada. Su visión está guiada por lograr un equilibrio en cuatro dimensiones de desarrollo: social, ambiental, económica e institucional.

El diseño de las políticas de movilidad es necesario, pero no suficiente para elaborar un marco completo de movilidad integrada y sostenible. El diseño se acompaña con un esquema de implementación que asegure la integralidad y sostenibilidad de la política propuesta.

Dentro de desarrollo de estas políticas, se deben considerar:

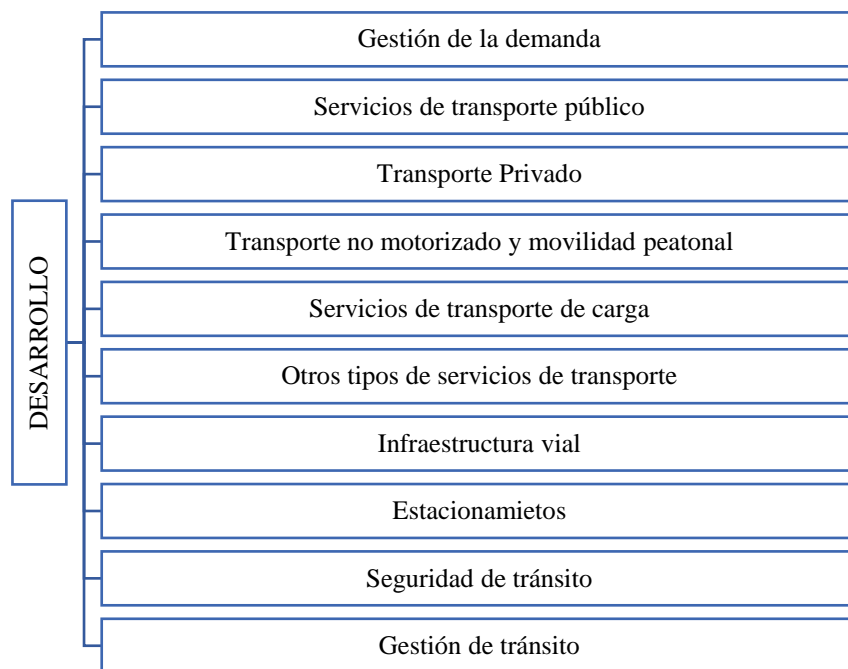


Gráfico 1-5: Desarrollo de políticas

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Una política de movilidad, por tanto, debe brindar la visión integral y enmarcar las políticas locales, planes y proyectos, constituyéndose en la base de la coordinación sectorial en todos los ámbitos que afecten o sean afectados por la movilidad. Por ello, debe ser consensuada con todos los actores y la sociedad civil, para ser materializada en documentos de carácter legal y con aprobación legislativa preferentemente.



Gráfico 2-5: Implantación de políticas por niveles

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

La visión debe traducirse en un accionar práctico y factible dentro de las realidades políticas y presupuestarias en un momento dado. Para ello, un plan estratégico de Movilidad de alcance local debería ser desarrollado bajo el marco y coherente con la Política de Movilidad nacional. Este plan debe tener como principal objetivo ordenar y priorizar en el tiempo las iniciativas y proyectos a ser realizados.

5.4. Políticas

Entre las políticas establecidas, se pueden mencionar las siguientes:

- Restricción de circulación de los vehículos pesados, en las intersecciones urbanas en las cuales el Headway alcanzó un alto valor elevado de tiempo.
- Ciertos estudios de transporte, como los estudios de semaforización, niveles de servicio, pueden ser recalibrados ya que se cuenta con el valor real del VLE del cantón.
- Mejorar la infraestructura de transporte, mediante la construcción de vías, ciclovías y cruces peatonales.
- Fomentar el uso de medios de transporte sostenibles: promover el uso de bicicletas, transporte público y vehículos eléctricos.
- Desarrollar áreas de estacionamiento aledañas al centro de la ciudad y los principales centros atractores de viajes.

5.4 Intersecciones

En la siguiente imagen, se muestran las intersecciones que formaron parte del estudio inicialmente y en las cuales se recomienda iniciar con la aplicación de las políticas de movilidad, estas intersecciones son las más representativas dentro del cantón e iniciar con la aplicación de las políticas de movilidad es las mismas, se podrá notar el impacto generado producto de estas políticas para progresivamente se apliquen en todo el cantón Pelileo.

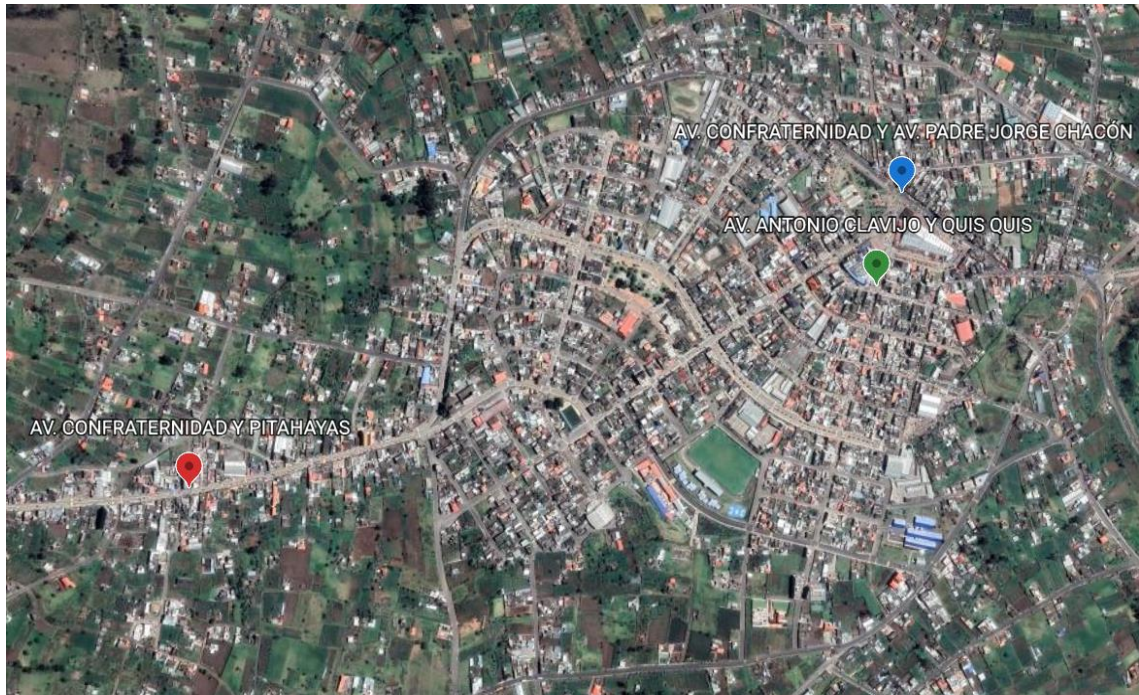


Figura 1-5: Intersecciones del estudio

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

A continuación, se muestran con mayor detalle las intersecciones:

- Avenida Antonio Clavijo y Quis Quis

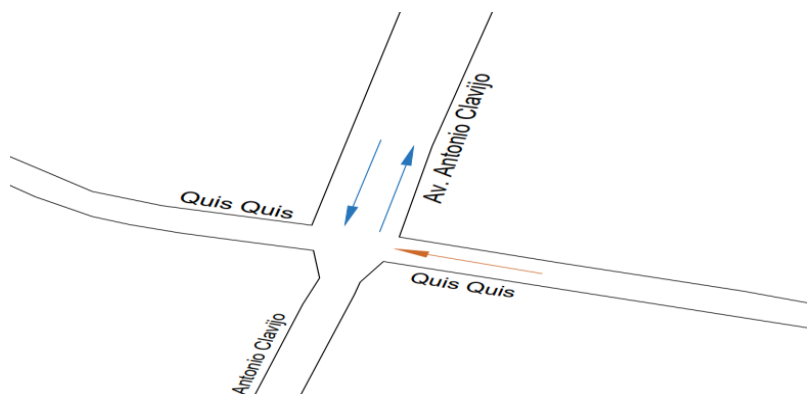


Figura 2-5: Avenida Antonio Clavijo y Quis Quis

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

- Avenida confraternidad y Pitahayas



Figura 3-5: Avenida confraternidad y Pitahayas
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

- Avenida Confraternidad y Avenida Padre Jorge Chacón

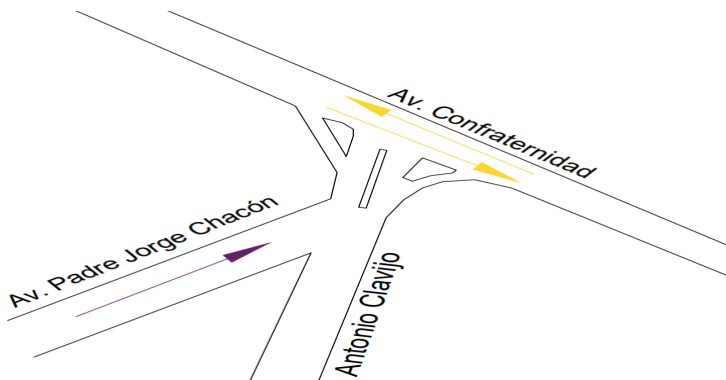


Figura 4-5: Avenida Confraternidad y avenida Padre Jorge Chacón
Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

5.5. Cronograma de aplicación de las políticas

A continuación, se muestra el cronograma para la aplicación de las políticas planteadas para el cantón Pelileo:

Tabla 3-5: Cronograma de aplicación de las políticas

POLÍTICAS DE MOVILIDAD PARA EL CANTÓN PELILEO																				
ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de las políticas de movilidad	■																			
FASE 1: SELECCIÓN																				
Selección de las políticas a ser aplicadas en el cantón		■																		
Determinación de impactos generados por las ordenanzas			■	■																
Capacitación del personal					■	■														
División del área de trabajo por intersecciones							■													
Definir la cantidad total de intersecciones a ser intervenidas							■													
FASE 2: PLANIFICACIÓN																				
Elaboración de ordenanzas								■	■	■										
Recepción de personal que ejecute las políticas											■									
Selección de personal que ejecutará las políticas												■								
FASE 3: EJECUCIÓN																				
Ejecución de las políticas en campo													■	■	■	■				
Socialización de las políticas																	■	■		
Determinación de los resultados																			■	

Realizado por: Morales, Johnny, 2024.

Para la implantación de las políticas de movilidad en el cantón Pelileo, se requieren un total de cinco meses. En donde se cumplirá con un total de doce actividades, distribuidas en tres fases.

5.6. Comprobación de hipótesis

En la presente investigación, no se puede realizar la comprobación de la hipótesis ya que no existen datos previos con los que se pueda realizar una comparación. Es importante recalcar que los valores Headway son únicos y específicos para cada ciudad ya que la movilidad de las personas es diferente, igual que las características geométricas de la vía, tipos de vehículos, condiciones ambientales, cultura vial, geografía de la zona, entre otras son únicas de cada ciudad estas características hacen que los valores de Headway sean únicos y no se puedan comparar con las de otras ciudades.

Los valores de Headway que se utilizaban con anterioridad en el cantón Pelileo para los diferentes cálculos de ingeniería en transporte se realizaban con los valores estandarizados de la normativa americana *Highway Capacity Manual HCM*, por lo que al contar con el valor de Headway de la ciudad se podrán obtener estudios y valores más cercanos a la realidad del Cantón.

CONCLUSIONES

- El sistema vial urbano de la ciudad de Pelileo, con datos recopilados en el año 2022 cuenta con los siguientes factores de Vehículo Liviano Equivalente (VLE): para los vehículos livianos 1.00, el factor VLE calculado para los buses fue de 1.91, para los camiones fue 1.09, mientras que para las motocicletas 0.52 y finalmente el factor VLE para las bicicletas fue de 0.24
- Entre las principales intersecciones del sistema vial urbano del cantón Pelileo puestas en consideración para la determinación del VLE, tenemos: Avenida Antonio Clavijo y Quis Quis, Avenida Confraternidad y Pitahayas y las Avenidas Confraternidad y Padre Jorge Chacón.
- La información de campo se recopiló mediante el uso de varios instrumentos, entre los cuales se puede mencionar: la ficha de observación usada para determinar características de la señalización horizontal y vertical, fichas de aforo para conteos vehiculares y finalmente se recopiló información mediante el uso de cámaras de video las cuales grabaron el tránsito de los diferentes tipos de vehículos en las intersecciones seleccionadas para posteriormente determinar los tiempos Headway necesario para determinar el VLE.
- El objetivo de contar con el factor VLE del cantón Pelileo se cumplió, ya que se puede hacer uso de este factor para cálculos de ingeniería en transporte y se puede usar como un valor promedio para las demás intersecciones, no tan solo para las tres que formaron parte de este estudio ya que se obtuvo mediante un análisis y metodología adecuada.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso de los valores obtenidos para los vehículos equivalentes del cantón Pelileo de este estudio, más no los valores estadounidenses del *Highway Capacity Manual* HCM que se utilizaban anteriormente.
- Se recomienda realizar una recalibración en todos aquellos estudios en los que se haya utilizado en valor de VLE obtenido del HCM, para obtener datos más acercados a la realidad del cantón.
- Se recomienda realizar este tipo de análisis en las diferentes intersecciones del cantón Pelileo, más no solo en sus intersecciones principales, con la finalidad de proponer políticas de movilidad que ayuden a mejorar la movilidad integral sostenible.
- Se recomienda hacer uso de la Cámara Nikon D3500 en estudios que requieran el uso de fotogramas específicos y videos alta resolución, ya que esta cámara se usó en el desarrollo del presente estudio y los datos obtenidos fueron los esperados.
- Se recomienda la instalación de señalización horizontal y vertical en las intersecciones puestas en estudio, para mejorar la movilidad de los usuarios viales y precautelar su seguridad.

GLOSARIO

Aforos: es un conteo de los vehículos que pasan por un punto determinado y a partir de él se puede obtener información sobre los volúmenes vehiculares que transitan en un punto de interés por periodo de tiempo, su velocidad y hasta el tipo de vehículo.

Circulación: comprende el conjunto de desplazamientos que se llevan a cabo por las vías públicas, y que requiere de un sistema de normas para su regulación.

Circunscripción: corresponde a la división administrativa en la que se integran localidades que son agrupadas por ciertas características.

Desviación estándar: es una de las principales medidas estadísticas que intervienen en el cálculo de la muestra de una investigación, y también es una medida de riesgo que utilizan los analistas, los gestores de carteras y los asesores.

Flujo vehicular: es el número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía por unidad de tiempo.

Intervalo: espacio o distancia que hay de un tiempo a otro o de un lugar a otro.

Red vial: la red vial está constituida por calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales, y sus obras complementarias como puentes, veredas, señalización, iluminación, entre otras.

Teorema: proposición demostrable lógicamente partiendo de axiomas, postulados o de otras proposiciones ya demostradas.

Tránsito: es la acción de transitar (ir de un lugar a otro por vías o parajes públicos). El concepto suele utilizarse para nombrar al movimiento de los vehículos y las personas que pasan por una calle, una carretera u otro tipo de camino.



Velocidad: magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro por segundo (metro(s) por segundo).

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea General. (2018). *REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. Quito.
- Ayala, S. (2020). *Estadística: cuartiles, deciles, percentiles*.
- Barcía, M. (2017). *Análisis y propuesta de solución integral del congestionamiento vehicular de la intersección de la Av. Ejército y Av. América de Portoviejo*. Cuenca.
- Cal, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. Colombia: Alfaomega.
- Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. (2020). *Conaset*. Obtenido de Manual de Ciclistas: <https://www.conaset.cl/ciclistas-manuales/>
- Correa, M. (2019). *Manual de diseño de vías urbanas*. Colombia.
- De la Paz, M. (2017). La bicicleta en la movilidad cotidiana. *Transporte y Territorio*.
- Dirección General de Ordenación. (2020). *Manual de Seguridad Vial*. España.
- Escandón, W. (2018). *Estimación de factores para la conversión de vehículos pesados a vehículos de pasajeros*. Cuenca.
- Escobar, & Martínez. (2022). *Productos Técnicos Especializados*. Obtenido de Características de las señales de tránsito: <https://www.eymproductostecnicos.com/caracteristicas-senales>
- Gallegos, S. (2016). *Características del Tránsito*. México.
- Garacía, F. (2018). *Análisis y mejora de intersecciones semaforizadas en Murcia mediante el control semafórico actuado por vehículos*. Cartagena.
- García, M. (2013). *El método de Chebychev para el cálculo de las raíces de ecuaciones no lineales*. España.
- Gil, J. (2016). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. Madrid: ISBN.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Pedro de Pelileo. (2022). *Actualización del Plan de Movilidad con componente sostenible en el cantón Pelileo*. Pelileo.
- Gobierno de España. (2016). *Educación vial: Manual del peatón*.
- Gobierno de México. (2022). *CENAPRED*. Obtenido de Señalización vial: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-la-senalizacion-vial?idiom=es>
- Guillermina, P. (2017). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Patria.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1988). *URBANIZACIÓN. SISTEMA VIAL URBANO. REQUISITOS INEN 1678*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 Señalización Vial parte 1*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011*. Quito.
- Instituto Nacional de Vías. (2020). *Manual de capacidad y Niveles de servicio para carreteras de dos carriles*. Cauca: Universidad del Cauca.

- León, F., & Siguenza, H. (2020). *Determinación del Factor Vehículo Liviano Equivalente (VLE) en vías rurales de la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca.
- Martinez, J. (2020). *Trabajo de campo en la investigación comercial*. Madrid: Paraninfo.
- Mata, V. (2019). *Diseño de Intersecciones en vías urbanas*. Cuenca.
- Ministerio de Educación. (2018). *Guía Docente para trabajar la educación vial en el aula*. Quito.
- Muhammad, A. (2014). Passenger Car Equivalent Factors in Heterogenous Traffic. *Science Direc*, 8.
- Muñoz, L. (2018). *KINOVEA- Software para realizar video análisis*.
- Nieto, E. (2018). *Tipos de Investigación*. Lima.
- Otero, A. (2018). *Enfoques de Investigación*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf
- Palacios, M. (2019). *Determinación del Factor de Vehículo Liviano Equivalente (VLE) para calles urbanas en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca.
- Rodríguez, A., & Alipio, A. (2017). Métodos científicos de indagación y construcción del conocimiento. *EAN*.
- Sampieri, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- Sánchez, F. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa*. Lima.
- Sánchez, F. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa*. Lima.
- Sánchez, L. (2018). *Determinación de los factores de equivalencia vehicular en las principales carreteras rurales de dos carriles que acceden a la ciudad de Santa Clara*. Santa Clara.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656-Clasificación Vehicular*. Quito.
- Testa, F. (2020). *Sistemas de procesamiento de datos*. Ibarra.
- Universidad Nacional de Cuyo. (2017). *Medios de Transporte Urbano*. Cuyo.
- Vargas, D. (2017). *Análisis de intersecciones no semaforizadas*. Lima.
- Vega, C., Maguiña, J., Soto, A., Lama, J., & Correa, L. (2021). Estudios transversales. *Scielo*.
- Yanaguaya, W. (2016). *Principios para el diseño de sistemas rotatorios*. La Paz.

ANEXO B: FICHA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

															ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA MAESTRÍA EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA FICHA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL																						
TEMA: “DETERMICACIÓN DEL FACTOR VEHÍCULO LIVIANO EQUIVALENTE PARA EL SISTEMA VIAL URBANO EN LA CIUDAD DE PELILEO, PERIODO 2022”																																					
Fecha:					Zona de observación (cantón):										Desde Hasta					Velocidad de operación de la vía :																	
N° de Formulario:					Responsable:										Nombre de la vía/calle:										Sentido:												
INVENTARIO SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL																																					
N°	Abscisas	Línea de separación de carril					Línea de Borde de calzada					Línea de separación de flujos opuestos					Línea de prohibición de estacionamiento					Línea de pare					Línea reductor de velocidad					Línea de cruce cebra					Observación
		SI		NO		Estado	SI		NO		Estado	SI		NO		Estado	SI		NO		Estado	SI		NO		Estado	SI		NO		Estado						
		Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular						

ANEXO C: FICHA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

															ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

**MAESTRÍA EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
FICHA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

TEMA: “DETERMICACIÓN DEL FACTOR VEHÍCULO LIVIANO EQUIVALENTE PARA EL SISTEMA VIAL URBANO EN LA CIUDAD DE PELILEO, PERIODO 2022”

F e c h a	Zona de observación (cantón):	Desde	Velocidad de operación de la vía :
		Hasta	
Nº de Formulari o:	Responsable:	Nombre de la vía/calle:	Sentido:

Inventario Señalización Vertical

Nº	Ab s c i s as	Pare			Ceda el paso			Una vía			Doble vía			Disminuya velocidad			Prohibido girar en U			No estacionar			Zona Escolar			No Pesado			Obs erv a c i ó n
		SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado	SI	NO	Estado				
																										Buena	Mala	Regular	

ANEXO FORMULARIO DE AFORO VEHICULAR

