UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

“Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del jr. leoncio prado y jr. ayacucho aplicando microsimulación en el software Vissim, Huánuco – Huánuco – 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Ordoñez Melgarejo, Karla Romina

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: gestión de la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70690829

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Martinez Morales, German Gaston	Ingeniero civil	07397555	0000-0002-9182-1861

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 08:00 horas del día **martes 19 de diciembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- MG MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA - SECRETARIO
- ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3116 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO – 2023."**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADA... por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de ..15.... y cualitativo de ...BUENO..... (Art. 47).

Siendo las 8:52. horas del día 19 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente

MG MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
ORCID: 0000-0002-0579-5135
Secretario

ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES
ORCID: 0000-0002-9182-1861
Vocal

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, William Paolo Taboada Trujillo, asesor(a) del PA de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N°2177-2023-C-PAIC-FI-UDH del (los) estudiante(s) Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO, de la investigación titulada: "PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO –2023."

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 19% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de enero de 2024

Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DNI: 40847625
ORCID N 0000-0002-4594-1491

Ordoñez Melgarejo

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	MAGMA S.A.C.. "EIA del Proyecto de una Estación de Servicio Denominada César-IGA0005288", R.D. N° 564-98-EM/DGH, 2022 Publicación	2%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Mg. Taboada Trujillo William Paolo
DNI: 40847625
ORCID N 0000-0002-4594-1491

DEDICATORIA

A Dios, quien ha sido mi luz y guía constante a lo largo de este camino formativo para llegar a ser un excelente profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

A mi familia, por su apoyo inquebrantable, paciencia y comprensión han sido la fuerza impulsora detrás de cada paso para que pueda perseguir mis sueños, les estoy eternamente agradecido que este logro no solo sea mío, sino también de ustedes, porque han sido mi red de apoyo incansable.

A mis docentes, porque han compartido generosamente su sabiduría y experiencia, les agradezco por inspirarme y desafiarme a alcanzar mi máximo potencial. Sus valiosas enseñanzas y dedicación han enriquecido mis conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su gracia, su amor infinito por la vida y salud.

A mi familia, por su apoyo incondicional, moral y económicamente, por cada palabra de aliento, cada consejo sabio y cada muestra de cariño han nutrido mi espíritu y me han dado la valentía necesaria para superar desafíos.

Agradezco profundamente a mi asesor, Mg. William Paolo Taboada Trujillo por proporcionarme la orientación esencial durante la elaboración de esta tesis.

Agradezco a mis docentes especialmente por su paciencia, esfuerzo, dedicación y compromiso que han sido fundamentales en mi camino educativo y en la realización de este logro.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTO III
ÍNDICE IV
ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE FIGURAS VIII
RESUMEN X
ABSTRACT XI
INTRODUCCIÓN XII
CAPÍTULO I 14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL 15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 16
1.3. OBJETIVOS 16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA 17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA 17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA 17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN 18
1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS 18
1.6.2. RECURSOS HUMANOS 18
1.6.3. RECURSOS ECONÓMICOS 18
1.6.4. RECURSOS ÉTICOS 19
CAPÍTULO II 20
MARCO TEÓRICO 20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES 21

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES 22
2.2. BASES TEÓRICAS 23
2.2.1. MODELO 23
2.2.2. SISTEMA 23
2.2.3. MODELO DEL TRAFICO 23
2.2.4. MICROSIMULACIÓN DEL TRÁFICO 27
2.2.5. FUNDAMENTOS DE LA MICROSIMULACIÓN 27
2.2.6. INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y LA MICROSIMULACIÓN 32
2.2.7. SIMULACIÓN DEL TRAFICO 33
2.2.8. INTERSECCIÓN 33
2.2.9. PUNTOS DE CONFLICTO 36
2.2.10. LONGITUD DE COLA 37
2.2.11. CLASIFICACIÓN DE VÍAS 39
2.2.12. VISSIM 40
2.2.13. ANTECEDENTES DEL VISSIM 40
2.2.14. FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE VISSIM 41
2.2.15. COMPONENTE ESTÁTICO 42
2.2.16. COMPONENTE DINÁMICO 42
2.2.17. INFRAESTRUCTURA DEL MODELO 43
2.2.18. CONTROL DEL TRAFICO 45
2.2.19. RED VIAL URBANA 47
2.2.20. CULTURA CIUDADANA 48
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 48
2.4. HIPÓTESIS 50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL 50
2.5. VARIABLES 51
2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTE 51
2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTE 51
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 52
CAPITULO III 53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 53
3.1.1. ENFOQUE 53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL 53

3.1.3. DISEÑO 54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 54
3.2.1. POBLACIÓN 54
3.2.2. MUESTRA 55
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS 55
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ... 57
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 57
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS 59
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 59
CAPITULO IV 62
RESULTADOS 62
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS 62
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .. 95
CAPITULO V 97
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 97
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 97
CONCLUSIONES 99
RECOMENDACIONES 100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101
ANEXOS 107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Servicio para una Intersección por Demora 38
Tabla 2 Operacionalización de variables 52
Tabla 3 Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado..... 63
Tabla 4 Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en el Jr. Ayacucho 64
Tabla 5 Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en la Intersección 65
Tabla 6 Factor Pico Horario Lunes 22/05/2023 66
Tabla 7 Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado 68
Tabla 8 Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en el Jr. Ayacucho..... 69
Tabla 9 Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en la Intersección 70
Tabla 10 Factor Pico Horario Martes 23/05/2023. 71
Tabla 11 Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado 73
Tabla 12 Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en el Jr. Ayacucho 74
Tabla 13 Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en la Intersección..... 75
Tabla 14 Factor Pico Horario miércoles 24/05/2023. 76
Tabla 15 Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado 78
Tabla 16 Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en el Jr. Ayacucho 79
Tabla 17 Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en la Intersección..... 80
Tabla 18 Factor Pico Horario miércoles 25/05/2023 81
Tabla 19 Flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado 83
Tabla 20 flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en el Jr. Ayacucho..... 84
Tabla 21 flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en la Intersección..... 85
Tabla 22 Factor Pico Horario miércoles 26/05/2023 86
Tabla 23 Cuadro de relación de variables 96
Tabla 24 Matriz de Consistencia..... 110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo de Tráfico 24
Figura 2 Pasos para calcular el número de corridas 31
Figura 3 Conflicto típico en una intersección de dos carriles 34
Figura 4 Tipo de intersección a nivel 35
Figura 5 Tipo de intersecciones a desnivel 36
Figura 6 La arquitectura del sistema de Vissim 41
Figura 7 Modelo de rotonda en construcción 44
Figura 8 Concepto de modelación con reglas de prioridad 46
Figura 9 Intersección semaforizada 47
Figura 10 Plano de Ubicación 55
Figura 11 Wincha de medir 56
Figura 12 Flexómetro 56
Figura 13 Cono de seguridad 56
Figura 14 Cámara fotografía 57
Figura 15 Geometría de la Intersección 60
Figura 16 Ejemplo de Aforo Vehicular 60
Figura 17 Procesamiento de Datos 61
Figura 18 Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el lunes 22/05/2023 66
Figura 19 Total de Vehículos cada 15 min 22/05/2023 67
Figura 20 Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el martes 23/05/2023. 71
Figura 21 Total de Vehículos cada 15 min 23/05/2023. 72
Figura 22 Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el miércoles 24/05/2023. 76
Figura 23 Total de Vehículos cada 15 min 24/05/2023. 77
Figura 24 Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el jueves 25/05/2023 81
Figura 25 Total de Vehículos cada 15 min 25/05/2023 82
Figura 26 Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el viernes 26/05/2023 86
Figura 27 Total de Vehículos cada 15 min 26/05/2023 87

Figura 28 Microsimulación de tránsito sin semáforo 88
Figura 29 Rendimiento promedio de la vía sin semáforo 89
Figura 30 Longitud de cola sin semáforo 89
Figura 31 Tiempo de viaje sin semáforo 90
Figura 32 Microsimulación de tránsito con semáforo 91
Figura 33 Propuesta de semaforización 92
Figura 34 Rendimiento promedio de la vía promedio con semáforo 92
Figura 35 Longitud de cola con semáforo 93
Figura 36 Tiempo de viaje con semáforo 93
Figura 37 Resolución de aprobación del proyecto de trabajo de investigación 108
Figura 38 Resolución de nombramiento de asesor 109
Figura 39 Plano de Ubicación 112
Figura 40 Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado lunes 22/05/2023 113
Figura 41 Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho lunes 22/05/2023 114
Figura 42 Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado martes 23/05/2023 115
Figura 43 Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho martes 23/05/2023 116
Figura 44 Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado miércoles 24/05/2023 117
Figura 45 Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho miércoles 24/05/2023 118
Figura 46 Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado jueves 25/05/2023 119
Figura 47 Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho jueves 25/05/2023 120
Figura 48 Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado viernes 26/05/2023 121
Figura 49 Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho viernes 26/05/2023 122

RESUMEN

La tesis propone una solución a la congestión vehicular en la intersección de las calles Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho mediante la implementación de una propuesta de semaforización, utilizando la microsimulación en el software VISSIM. La tesis tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional y diseño no experimental. Se modela el flujo de tráfico, evaluando diversos escenarios para identificar soluciones efectivas. Se consideran parámetros como la sincronización de semáforos, sentidos de circulación y flujos peatonales para optimizar la coordinación y reducir los tiempos de espera. La simulación del comportamiento individual de los vehículos en VISSIM permite prever el impacto de cambios antes de su implementación física, respaldando la toma de decisiones informadas. La propuesta busca mejorar la transitabilidad vehicular, reducir tiempos de viaje, disminuir longitudes de cola y minimizar la congestión en la intersección. La propuesta de semaforización logra reducir la longitud de cola de 30.865 m a 22.01 m (mejora del 28.69%), disminuir el tiempo de viaje de 25.83 seg a 24.64 seg (mejora del 4.61%), y aumentar la velocidad de viaje de 9.59 km/h a 11.74 km/h (mejora del 22.42%). Estos resultados respaldan la eficacia de la propuesta en la optimización de la intersección y la mejora general de las condiciones de tráfico en la zona.

Palabras clave: Semaforización, Intersección, Microsimulación, Transitabilidad, Congestión vehicular.

ABSTRACT

The thesis proposes a solution to vehicular congestion at the intersection of Jr. Leoncio Prado and Jr. Ayacucho streets through the implementation of a traffic light strategy, utilizing microsimulation in the VISSIM software. The thesis had a quantitative approach, a correlational scope and a non-experimental design. Traffic flow is modeled, evaluating various scenarios to identify effective solutions. Parameters such as traffic light synchronization, directions of circulation, and pedestrian flows are considered to optimize coordination and reduce waiting times. Simulating individual vehicle behavior in VISSIM allows for anticipating the impact of changes before their physical implementation, supporting informed decision-making. The proposal aims to enhance vehicular mobility, reduce travel times, decrease queue lengths, and minimize congestion at the intersection. The proposed traffic light system reduces queue length from 30.865 m to 22.01 m (28.69% improvement), decreases travel time from 25.83 sec to 24.64 sec (4.61% improvement), and increases travel speed from 9.59 km/h to 11.74 km/h (22.42% improvement). These results support the effectiveness of the proposed solution in optimizing the intersection and improving overall traffic conditions in the area.

Keywords: Traffic lights, Intersection, Microsimulation, Trafficability, Vehicle congestion.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de crecientes desafíos de tráfico urbano, este estudio se centra en abordar el congestionamiento vehicular en la intersección de las calles Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho a través de una propuesta innovadora de semaforización respaldada por microsimulación en el software VISSIM.

La congestión en intersecciones plantea problemas clave de movilidad, eficiencia y emisiones. Para superar estos obstáculos, se propone un enfoque que combina la optimización de los tiempos de semáforo con la evaluación exhaustiva de diferentes configuraciones de tráfico mediante simulaciones precisas.

La utilización de VISSIM permite modelar el comportamiento individual de vehículos y peatones, lo que brinda una perspectiva realista de la interacción vial. Al implementar soluciones respaldadas por resultados de simulación. El software Vissim nos brindara resultados de las velocidades promedio, los retrasos, las longitudes de cola y tiempo de viajes en la presente tesis.

Esta tesis se enfoca en estudiar y analizar el estado actual de la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho, para ello se recopila datos durante 5 días, estos datos serán procesados para calcular el aforo vehicular que transitarían en un futuro de 4 años, posterior con el software Vissim generar simulaciones en ese periodo, tomando en cuenta una propuesta de semaforización que reduce la cogestión vehicular y mejorará la transitabilidad vehicular y peatonal.

El capítulo I nos muestra la problemática presente en la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho, que aborda desde una perspectiva internacional hasta una perspectiva local, se plantea los problemas y objetivos, se justifica la investigación y se analiza la viabilidad de investigación. El capítulo II muestra los antecedentes que tiene nuestro tema de investigación para la presente tesis, menciona las bases teóricas necesarias para comprender lo realizado en la tesis, se plantea la hipótesis y las variables de esta investigación. El capítulo III se menciona que se tiene un

enfoque cuantitativo un nivel correlacional y un diseño no experimental, se define la población y muestra, los materiales, equipos y técnicas para la recolección y el análisis de datos. El capítulo IV se muestran todos los resultados obtenidos conjuntamente con la contrastación de hipótesis. El capítulo V la contrastación de resultados para finalizar con las conclusiones y recomendaciones propuestas en la presente tesis.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Una de las desventajas de las grandes ciudades de los países en desarrollo es la congestión del tráfico, que afecta la calidad de vida de sus habitantes. La principal manifestación de esto es una disminución gradual de la velocidad de rotación, lo que significa un mayor tiempo de conducción, un alto consumo de combustible y una alta contaminación atmosférica, auditiva y visual. La congestión se debe principalmente al uso intensivo del automóvil, que ha crecido enormemente en América Latina en las últimas décadas. El automóvil tiene ventajas porque facilita la movilidad personal, brinda una sensación de seguridad y aumenta el estatus social en los países en desarrollo. (Peréz & Porras, 2019)

En nuestro país, el aumento del tráfico y la congestión se nota todos los días, con un claro énfasis en los últimos cinco años. Hoy en día, el caos del tráfico se ha convertido en el "pan de cada día" y muchas personas prefieren viajar a pie que en vehículo porque sus tiempos de viaje son cada vez más largos. Una de las principales razones del fenómeno es el aumento del número de vehículos sin medidas reglamentarias por parte de las autoridades estatales responsables. Según informa la asociación automotriz del Perú, Se incorporaron al parque automotor nacional 2.602.030 vehículos livianos y pesados y 2.675.558 vehículos menores. (Rosales, 2015)

Una de las intersecciones viales de gran importancia en la ciudad de Huánuco es el Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, ubicado a una cuadra del Mercado Modelo de Huánuco, el Jr. Leoncio prado es vía fundamental para el medio de transporte público para la Ciudad de Huánuco, AA.HH. Héroes de Jactay, AA. HH. Nuevo Puelles y URB Puelles. En la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho se genera una gran congestión vehicular. Esta problemática genera la idea de desarrollar el presente proyecto, con el objetivo de proporcionar una solución que permita mejorar la circulación

vehicular a través de tiempos de cruce que se presenta en la intersección o también llamados Nodos. (Peréz & Porras, 2019)

Los problemas que se presentan en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho son:

Alta congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho: La situación se debe a la falta de un sistema de regularización de tránsito adecuado en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, ocasionalmente se basa según la policía de tránsito que detiene el flujo de vehículos según criterio individual y observación directa.

Escasa señalización de tránsito: Las señalizaciones de tránsito vertical y horizontal a los alrededores de la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho es prácticamente nula, se puede disminuir el ingreso de vehículos a la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho si parte del volumen vehicular estaría limitada a circular por la zona.

Falta de semaforización: la utilización de un semáforo es un factor influyente en el control del tránsito vehicular, los conductores en especial los conductores de transporte público (combis) no tienen la educación vial necesaria para ceder el paso a vehículos que intentan pasar por la vía. Si se implementa un semáforo en la intersección, los conductores se verían obligados de ceder el paso vehicular y mantener el orden del transporte para liberar al flujo vehicular.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo proponer la semaforización que reduce la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, Huánuco – Huánuco – 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo constatar los flujos de transporte a través de aforos, identificando el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) para el modelo de microsimulación, Huánuco – Huánuco – 2023?

- ¿Cómo generar un modelo de microsimulación para la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho utilizando los tiempos de viaje de los vehículos como parámetro de eficiencia, calibrado y validado actualmente, Huánuco – Huánuco – 2023?

- ¿Cómo identificar los principales problemas que causan la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco – 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer la semaforización que reduce la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, Huánuco – Huánuco – 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Constatar los flujos de transporte a través de aforos, identificando el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) para el modelo de microsimulación, Huánuco – Huánuco – 2023.

- Generar un modelo de microsimulación para la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho utilizando los tiempos de viaje de los vehículos como parámetro de eficiencia, calibrado y validado actualmente, Huánuco – Huánuco – 2023.

- Identificar los principales problemas que causan la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco – 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente tesis "Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM", se realizó con la finalidad de determinar los tiempos óptimos para los cruces de vehículos y peatones en función de los flujos de estos, cuantificar el número diario de vehículos que pasan por esa intersección y simular el comportamiento diario para detectar deficiencias y proponer soluciones que ayuden a mejorar la transitabilidad vehicular en la ciudad de la eterna primavera de la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

En esta época en la que la tecnología y la informática están alcanzando niveles sin precedentes, al sector del transporte se le han dado más herramientas con la ayuda de programas informáticos para mejorar el nivel de tráfico en calles, carreteras y autopistas, dicha tecnología nos permite simular estas mejoras y a su vez detectar deficiencias en el sistema de transporte.

En la presente tesis se necesitó conocer el flujo vehicular y peatonal para realizar microsimulaciones y determinar tiempo óptimos para el cruce vehicular y peatonal.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La presente tesis se llevó a cabo mediante procesos de microsimulación utilizando los softwares VISSIM. Dicho estudio implicó el uso de herramientas computacionales que en la actualidad están siendo explotadas por su gran eficiencia y son nuevas metodologías para los ciudadanos de Huánuco, las cuales nos otorgan un nuevo enfoque para tratar la problemática presente.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se limita a los siguientes puntos para interpretar mejor el problema y sus resultados exactos:

- Hay pocos estudios de este tipo a nivel local; pero se cuenta con investigaciones en otras localidades.
- La investigación ha sido limitada solamente a una intersección entre el Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho en la ciudad de Huánuco.
- Los gobiernos de la ciudad de Huánuco y las instituciones públicas no cuentan con datos estadísticos sobre el tránsito vehicular y peatonal urbano.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis “Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM” es viable, ya que se cuenta con recursos teóricos, recursos humanos, recursos económicos y recursos éticos.

1.6.1. RECURSOS TEÓRICOS

Se dispone de suficiente información bibliográfica actual, nacional e internacional vía internet, revistas o libros para orientación y apoyo relacionado con el tema de la tesis.

1.6.2. RECURSOS HUMANOS

Se tuvo el apoyo de personal calificado y especializado en el tema de investigación para el desarrollo de la presente tesis.

1.6.3. RECURSOS ECONÓMICOS

La presente tesis requiere de un fondo económico moderado, nuestra problemática se basa en un desarrollo no experimental, se tomaron las muestras en campo y se avaluaron mediante inteligencia artificial, por ende, la presente tesis fue costeado por el mismo tesista.

1.6.4. RECURSOS ÉTICOS

Las Notas de información y los resultados obtenidos fueron correctos, el objetivo es dar respuesta al problema planteado para mejorar el tránsito de vehículos y peatones el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Muñoz (2019) en su investigación: *"Propuesta de mitigación para la congestión vehicular a través de corredores de vida alternativos para la ciudad de Armenia, Quíndio, Colombia"* tiene como objetivo: Elaborar una estrategia de reducción de la congestión vehicular a largo plazo que abarque medidas de prevención vial y la introducción de un sistema de transporte público alternativo, como el tranvía, con el propósito de establecer una coexistencia armoniosa entre el espacio público, los vehículos y los usuarios. En el desarrollo de la investigación, se emplearon simulaciones a pequeña escala para llegar a la conclusión de que es viable proponer un proyecto de largo alcance que transforme la infraestructura para facilitar la adopción de medios de transporte alternativos y respetuosos con el entorno. Considerando todos los aspectos urbanos, este enfoque tiene el potencial de generar un impacto significativo en la calidad de vida y elevar el estatus de una ciudad, no solo en su apariencia física sino también en su estructura organizativa.

Mejía (2017) en su investigación *"Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca"* tiene como objetivo: Plantear una solución completa para abordar la congestión de tráfico en la intersección de la Avenida 24 de Mayo y el Camino a El Valle-Ecuador. Se utilizo simulaciones en el software Vissim y se obtuvieron los siguientes resultados: se examinó y concluyó que la congestión en la intersección vial surge debido a una inadecuada distribución del espacio entre los grupos de carriles en investigación. Se sugiere ajustar los anchos de los carriles sin alterar los niveles actuales de la carretera, con el fin de extender la durabilidad de la intersección hasta el año 2036.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Cereceda (2018) en su investigación: *"Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular"* tiene como objetivo: Disminuir el tráfico congestionado en los cruces con semáforos de la Av. Universitaria en las intersecciones con la Av. Los Alisos y la Av. Naranjal, a través de una reconfiguración de la estructura de la intersección, para poder desarrollarlo utilizó el programa SYNCHRO 8.0 que dio como resultado: La intersección se ha simulado la intersección mediante el software SYNCHRO 8.0, resultando en una mejora del nivel de servicio a un grado E y una demora total en la intersección de 65 segundos.

Arteaga (2018) en su investigación: *""Microsimulación del Tráfico en la Ciudad de Cerro de Pasco con el Programa PTV Vissim 9" Caso: Intersección Ca. Alfonso Rivera, Ca. Lima y Ca. Huancavelica."* tiene como objetivo: Examinar y evaluar el flujo de tráfico en un cruce en la localidad de Cerro de Pasco utilizando un enfoque microscópico de modelado., para poder desarrollarlo utilizó microsimulaciones en el software Vissim 9 que dio como resultado: Es posible afirmar que estas carreteras operan en su capacidad máxima, siendo sobrepasadas durante los momentos de mayor demanda. Este nivel de servicio deficiente se origina principalmente debido a las largas filas y los retrasos en el tiempo (consultar tabla 18 y 19). Durante las horas de mayor tráfico, se ha confirmado que la velocidad promedio de viaje es de aproximadamente 18.29 Km/h. Aunque esta velocidad es prudente, solo alcanza el 50% de su diseño y la normativa correspondiente, que establece 40 km/h para una vía colectora.

Abanto (2020) en su investigación: *"Microsimulación de los desplazamientos peatonales y vehiculares utilizando los softwares vissim 9.0 y viswalk 9.0 en la plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca"* tiene como objetivo: Calcular los intervalos de tiempo ideales para los desplazamientos de vehículos y peatones en la Plazuela

Bolognesi en Cajamarca, utilizando los flujos de tráfico vehicular y peatonal junto con la infraestructura vial. Este estudio se llevó a cabo mediante las herramientas de simulación VISSIM 11.0 y VISWALK 11.0. A través de simulaciones en ambos programas, se obtuvieron los siguientes resultados: El enfoque de micro simulación se centró en la formulación de tres alternativas viables destinadas a mejorar el funcionamiento de la rotonda Bolognesi. La principal meta de estas alternativas es asegurar su seguridad, viabilidad económica y funcionalidad.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Lizarbe (2022) en su investigación: *"Congestión vehicular y contaminación del aire en el Centro Histórico de Ayacucho"* tiene por objetivo: Evaluar si la acumulación de tráfico vehicular contribuye al aumento de la contaminación atmosférica en la zona histórica de Ayacucho. Utilizando simulaciones con el software VISSIM se obtuvieron los siguientes resultados: El tráfico congestionado que surge en el área histórica resulta en una mayor densidad del flujo vehicular y una disminución en la velocidad de los automóviles, creando un estado de congestión. Como consecuencia, las intersecciones examinadas experimentan un incremento en las emisiones. Además, la falta de sincronización en los semáforos contribuye a la generación de un mayor flujo de tráfico, lo cual se refleja en el mapa de velocidades.

Mamani (2020) en su investigación: *"Propuesta de mejora de los niveles de servicio para reducir la congestión vehicular de los accesos al puente señor de burgos en la ciudad de Huánuco, 2019"* tiene por objetivo: Plantear una configuración geométrica renovada para los puntos de entrada al Puente Señor de Burgos en Huánuco, que incluya una señalización eficiente, con el objetivo de elevar los estándares de funcionamiento y disminuir la congestión de tráfico. Utilizando simulaciones con el software VISSIM se obtuvieron los siguientes resultados: la presente tesis tiene como objetivo generar una notable mejora en los niveles de servicio en la intersección, contribuyendo así a

la disminución significativa de la congestión del tráfico. En relación con la optimización del diseño geométrico, se implementaron cambios sustanciales: se introdujeron nuevas islas en la intersección 1, mientras que en la intersección 2 se planificó la construcción de un paso deprimido que atraviesa la carretera Central en su tramo transversal.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MODELO

Un modelo es una forma simple de representación de un sistema para facilitar su comprensión y controlar su comportamiento. (Alvarez, 2017). El propósito de esta tesis es crear un modelo de micro simulación para imitar el flujo de tráfico de las intersecciones seleccionadas para realizar un análisis detallado en etapas posteriores.

2.2.2. SISTEMA

Un sistema, generalmente se define como un conjunto de entidades que interactúan con algún propósito lógico. (Alvarez, 2017).

El sistema de esta investigación consta de los siguientes elementos: Los jirones Leoncio Prado y Ayacucho, y también por los peatones, vehículos, etc. Lo primero que se mencionó son la geometría del proyecto. Por su parte, el otro elemento mencionado es la representación de los componentes dinámicos del modelo.

2.2.3. MODELO DEL TRAFICO

Es una noción que convierte un sistema de transporte (como intersecciones de autopistas, avenidas principales, rotondas, etc.) desde su forma real a una representación virtual, con el propósito de examinar su funcionamiento con la ayuda de modelos probabilísticos y programas informáticos (Pursula, 2015)

El modelado le permite estudiar el estado actual y futuro la circulación de automóviles en una zona específica a través de la

recolección de datos de campo paramétricos durante una ejecución de modelado.

- **Tipos de modelación del trafico**

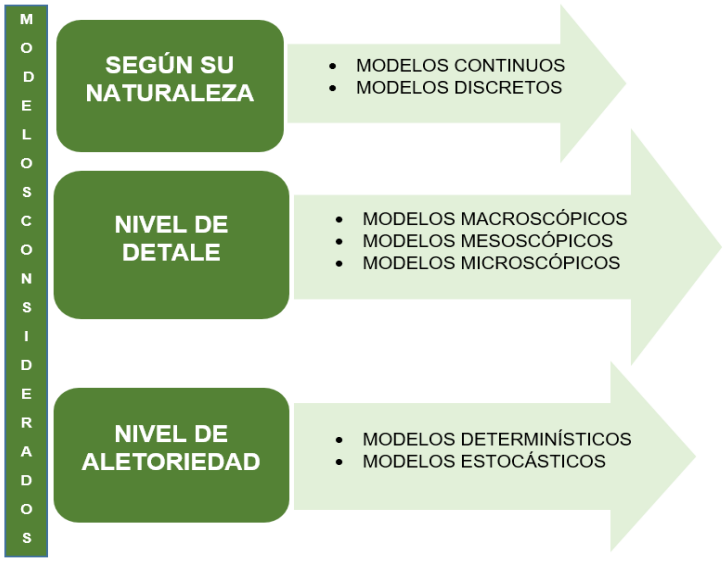
La categorización de los modelos utilizados para llevar a cabo la investigación del proyecto se puede hacer de varias maneras.

Por ejemplo, es posible organizar de acuerdo al tipo y propósito del proyecto a llevar a cabo. Este estudio considera los modelos primordiales empleados en la elaboración de este estudio.

En la figura que se muestra la organización del modelo por tipo (continuo o discreto), nivel de detalle (macroscópico, mesoscópico, microscópico) y nivel de aleatoriedad (determinista o probabilístico).

Figura 1

Modelo de Tráfico



Nota: Adaptado de Alvarez (2017)

- **Modelos discretos**

Estos modelos se caracterizan porque consideran modelar el sistema mediante representaciones en las que las condiciones de las variables experimentan cambios instantáneos en distintos momentos (Candelaria, 2011). Por ejemplo, en un modelo de flujo vehicular en una

autopista, las propiedades de los vehículos y sus desplazamientos individuales experimentan cambios continuos a lo largo del tiempo.

- **Modelos continuos**

Contienen ecuaciones diferenciales matemáticas que relacionan la tasa de cambio de una variable o parámetro a lo largo del tiempo. Además, las variables empleadas en el modelo están en constante cambio. Por ejemplo, la dinámica del tráfico en las intersecciones, la velocidad de los automóviles y la duración de la congestión, entre otros. (Alvarez, 2017).

Presentamos los dos primeros modelos según el tipo, pero también podemos clasificarlos según su previsibilidad. Depende del tipo de proyecto y el propósito de desarrollo. Esta categorización se aplica a los modelos que son tanto deterministas como probabilísticos, como se detallará a continuación.

- **Modelos determinísticos**

Son modelos que tienen soluciones únicas y siempre iguales para una condición dada, también son aquellos donde los datos son definitivamente conocidos, es decir, cuando el modelo es evaluado, se dispone de toda la información necesaria para la toma de decisiones. (Alvarez, 2017).

- **Modelos estocásticos**

El modelo estocástico a diferencia de los modelos deterministas, leste modelo contiene uno o más parámetros aleatorios (variables intrínsecas). Por lo tanto, cuando se utiliza para realizar una encuesta, produce un conjunto de respuestas.

Los resultados obtenidos con este modelo se utilizan para apreciar el comportamiento real del sistema (Chavez, 2013). Un caso ejemplar de software que opera bajo esta metodología es el programa Vissim.

- **Modelos macroscópicos**

Los macroscópicos se destacan por ser representaciones continuas del movimiento del tráfico, centrándose en medidas globales modelos como la relación entre flujo, velocidad y densidad. Estas particularidades del modelo implican una pérdida significativa de minuciosidad, en contrapartida, se logra una destreza notable para abordar desafíos de dimensiones enormes en un período de ejecución breve. (Fontalvo, 2013)

- **Modelos mesoscópicos**

La estrategia seguida por estos modelos implica la simulación de un grupo limitado de vehículos como una única entidad. Sin embargo, esto no implica un análisis del vehículo en su totalidad. Esto se debe a que, en ciertos aspectos como el tiempo de giro, se examinan por separado los intervalos de entrada (Suárez, 2007).

En otra perspectiva, no se trata de discernir o describir de manera independiente la conducta del vehículo y del conductor; en cambio, se representa a través de funciones de distribución de probabilidad. Estas distribuciones dependen de varias variables que describen el comportamiento de cada conductor, como la aceleración, la interacción vehículo a vehículo y los cambios de carril (Holgado, 2012).

- **Modelos microscópicos**

Un modelo microscópico es aquel que se dirige hacia el comportamiento singular de cada vehículo con el propósito de obtener una visión integral del tráfico en la vía. Por lo tanto, se tienen en cuenta los parámetros relevantes que determinan la dinámica de conducción. Por ejemplo, si conocemos la aceleración de cada vehículo en cualquier momento, podemos usar su posición y velocidad para saber cuál será la situación después de un tiempo determinado (Alvarez, 2017).

2.2.4. MICROSIMULACIÓN DEL TRÁFICO

El uso de modelos microscópicos con fines de simulación ha crecido exponencialmente durante el último siglo. Estos se utilizaron para investigar y analizar el tráfico (comportamiento, problema, solución, etc.). El hecho de que podamos procesar cantidades tan grandes de información abre la posibilidad de abordar los problemas de tráfico a nivel "celular" esto quiere decir, que cada vehículo es visto como un objeto independiente que forma parte de un sistema (flujo de tráfico) y, al igual que el resto de vehículos, puede interrelacionarse con otros componentes del mismo sistema (Alvarez, 2017).

Uno de los programas que basó su investigación en modelos microscópicos es el software informático Vissim.

2.2.5. FUNDAMENTOS DE LA MICROSIMULACIÓN

Un fundamento de microsimulación forma la base del análisis desarrollado en este trabajo para lograr los objetivos propuestos. Estos incluyen la incertidumbre del modelo, el tiempo de calentamiento o estabilización, la interacción del vehículo, la calibración del modelo y su validación.

La microsimulación es útil para investigar la circulación de vehículos en los sistemas de transporte público y privado. Los resultados de este estudio se basan en el modelo de seguimiento de vehículos descrito anteriormente. Para que el software refleje más fielmente la realidad, debe satisfacer una serie de fundamentos o principios que se deben seguir.

Los fundamentos elementales de la microsimulación empleados en Vissim abarcan la incorporación de aleatoriedad en el modelo, la cantidad de arranques, el número de ejecuciones, el lapso de establecimiento, la interacción vehicular, el ajuste del modelo y la verificación de datos. Puedo agregar que estos conceptos básicos de se aplican a casi cualquier software de simulación.

- **Nivel de aleatoriedad en el flujo del tráfico**

El grado de aleatoriedad de un flujo de tráfico está directamente relacionado con sus parámetros. Esto se debe a que reflejan el comportamiento y la manipulación del tráfico bajo investigación. Esta aleatoriedad puede ser determinista o estocástica. Hay una clara diferencia entre estas dos representaciones.

Para los rasgos probabilísticos, las estadísticas arrojan rasgos especiales que se relacionan con el estilo de conducción de los conductores y sus vehículos. No se observan desviaciones con respecto a los detalles del vehículo y del conductor en muestras deterministas.

- **Numero de semilla**

Las evaluaciones realizadas en el modelo que utilizan simulaciones deben emplear valores aleatorios originados de una única fuente en cada análisis, con el fin de reducir al mínimo los errores aleatorios inherentes a la simulación. (Alvarez, 2017).

Esto se observa en modelos con cambios en el comportamiento del conductor (suave, agresivo, etc.) y diversidad de vehículos involucrados (motocicletas, camiones, autobuses, etc.).

Siempre que este valor, llamado "semilla", cambia, estos parámetros cambian, creando diferentes pautas de comportamiento y flujos de vehículos.

- **Número de corridas**

El número de semilla definido anteriormente tiene un impacto directo al realizar análisis de modelos microscópicos. Porque esto asegura que cada ejecución que se ejecute sea diferente de cualquier otra ejecución que se ejecute. Los resultados típicos suelen situarse en una proximidad al valor promedio de las respuestas obtenidas en las ejecuciones realizadas. Los datos extraídos de estas ejecuciones deben

ser validados mediante un número mínimo de repeticiones. (Fellendorf & Vortisch, 2010).

Este número específico de carreras se logra con la ayuda de estadísticas. Por lo tanto, es necesario extraer una muestra que sea bien representativa de la población (ejecución), es decir, una muestra no homogénea e imparcial. Cuanto más representativa sea la muestra de la población en el conjunto de trabajo, más precisos serán los resultados al proyectarlos al conjunto total de la población. (Flores & Gonzales, 2007)

Finalmente, es necesario contar con las siguientes fórmulas Estadísticas para llevar a cabo el análisis numérico:

$$\boldsymbol{S^2 = \frac{\sum(x - \bar{\bar{x}})^2}{N - 1}}$$

Donde:
$S =$ Desviación estándar
$x =$ Parámetro de eficiencia en una corrida
$\bar{\bar{x}} =$ Media del parámetro de todas las corridas
$N =$ Numero de corridas

La recomendación de la Administración de Carreteras Federales (FHWA) es utilizar la distribución "T de Student" para lograr un número mínimo de ejecuciones, y por tanto se aplica las siguientes fórmulas:

$$\boldsymbol{CI_{(1-\alpha\%)} = 2 * t_{(\alpha/2),N-1} * \frac{S}{\sqrt{N}}}$$

Donde:
$CI =$ Intervalo de confianza
$t_{(\alpha/2)} =$ t-student con N-1 grados de libertad
$N =$ Numero de corridas
$S =$ Desviación estándar

La cantidad mínima de repeticiones necesarias, de acuerdo con los análisis realizados por la FHWA en 2004, se estima utilizando el siguiente procedimiento:

$$\boldsymbol{N = \left(t_{(\alpha/2)} * \frac{S}{e}\right)^2}$$

Donde:
$N =$ Numero de corridas
$t_{(\alpha/2)} =$ t-student con N-1 grados de libertad
$S =$ Desviación estándar
$e =$ Margen de error

El método analítico propuesto por la Administración Federal de Carreteras (FHWA) para calcular el número mínimo de viajes consta de los siguientes pasos: Primero, se evalúan los modelos que han procesado al menos cuatro corridas.

A continuación, debemos determinar la medida promedio, la dispersión estándar y el grado de confianza utilizando las fórmulas anteriores. Al realizar cálculos estadísticos como los descritos anteriormente, se debe considerar una posible variación en los resultados obtenidos.

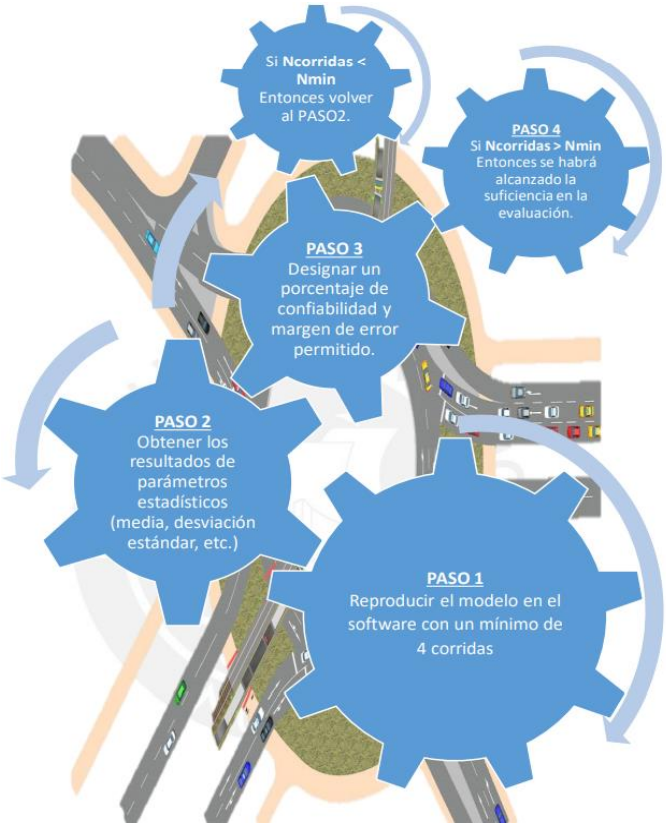
Al concluir el proceso, se determina el mínimo de iteraciones mediante el cálculo de la Ecuación 3, para luego compararlo con el número de iteraciones del modelo. Se consideran dos opciones posibles. Si el número de ejecuciones cae por debajo del mínimo y viceversa si el número de ejecuciones supera el mínimo. La segunda es una opción a lograr.

Porque si se logra, es un indicio de la validez de la evaluación del modelo.

Por otro lado, si el valor está por debajo del número mínimo de corridas, se realiza una nueva ejecución y una nueva evaluación de los parámetros. Este procedimiento debe repetirse hasta alcanzar la segunda alternativa mencionada anteriormente.

Figura 2

Pasos para calcular el número de corridas



Nota: Adaptado de Alvarez (2017)

➢ Interacción de vehículos

La interacción del vehículo constituye una característica esencial en los modelos de simulación a nivel microscópico. Esto se logra mediante la implementación de un modelo de cambio de carril y seguimiento de vehículos (Fellendorf & Vortisch, 2010). Además de estos modelos, el software Vissim agrega un comportamiento no fundamentada en el seguimiento. El modelo de posición del vehículo tiene en cuenta específicamente la velocidad y la distancia de seguridad en el análisis. En el modelo de cambio de carril, prevalece la intención de adelantar al vehículo o la necesidad de realizar esta acción, que puede deberse al estilo de conducción del conductor. El comportamiento independiente del carril se fundamenta en la viabilidad de adelantar en el mismo carril.

- **Calibración del modelo**

La calibración implica el procedimiento de afinar los parámetros de un modelo de simulación que impactan en el funcionamiento de la red de tráfico creada hasta que representa mejor las condiciones del mundo real. (Gitakrishnan & Siddharth, 2013).

Los parámetros ajustables incluyen la longitud de la cola, el tiempo de viaje y la velocidad.

- **Validación del modelo**

El modelo ajustado se somete a una evaluación utilizando un conjunto fresco de datos de campo que abarca el volumen de tráfico ingresante, la composición vehicular y otros datos esenciales. Este procedimiento se conoce como validación del modelo. Un modelo se considera validado si se logran valores concordantes entre el software Vissim y los resultados obtenidos en el terreno. (Gitakrishnan & Siddharth, 2013).

2.2.6. INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y LA MICROSIMULACIÓN

La ingeniería de tránsito forma parte integral de la disciplina de la ingeniería civil. Sus campos de aplicación son la investigación y análisis de la planificación, diseño y explotación de carreteras, autovías y tráfico de autopistas con el fin de optimizar las demandas de los usuarios en la circulación de personas y mercancías y hacerlas más productivos, seguras y eficientes. rápido y económico.

En las últimas décadas, se han desarrollado varios modelos de simulación a medida que la tecnología ha evolucionado. Por ejemplo, operaciones, metas que la ingeniería de tránsito busca desarrollar, etc.

El software de simulación actual se basa en teorías propuestas por científicos sobre este tema, conservando la flexibilidad para mapear la realidad con amplio nivel de detalle y una diversidad de flujos de tráfico de distintos modos de transporte.

La aplicación de la micro simulación no solo constituye una opción, sino que resulta apropiada para llevar a cabo estudios con enfoque práctico en proyectos de ingeniería de tránsito, tanto en términos ambientales como de adaptación al medio, y el modelado flexible que ofrece sienta precedentes. herramienta. Atención al detalle. (Vidal, 2010).

2.2.7. SIMULACIÓN DEL TRAFICO

Las simulaciones son modelos e imitaciones de la realidad o hechos de objetos. La simulación de tráfico implica una reproducción virtual de la realidad, con el propósito de analizar el funcionamiento del flujo de vehículos y peatones.

Este ámbito de aplicación está ganando cada vez más popularidad en entornos académicos y entre el público en general, debido a su capacidad para derivar conclusiones que describen la situación del participante y los factores que intervienen en la trata de personas, resaltan carencias y ofrecen posibles soluciones.

2.2.8. INTERSECCIÓN

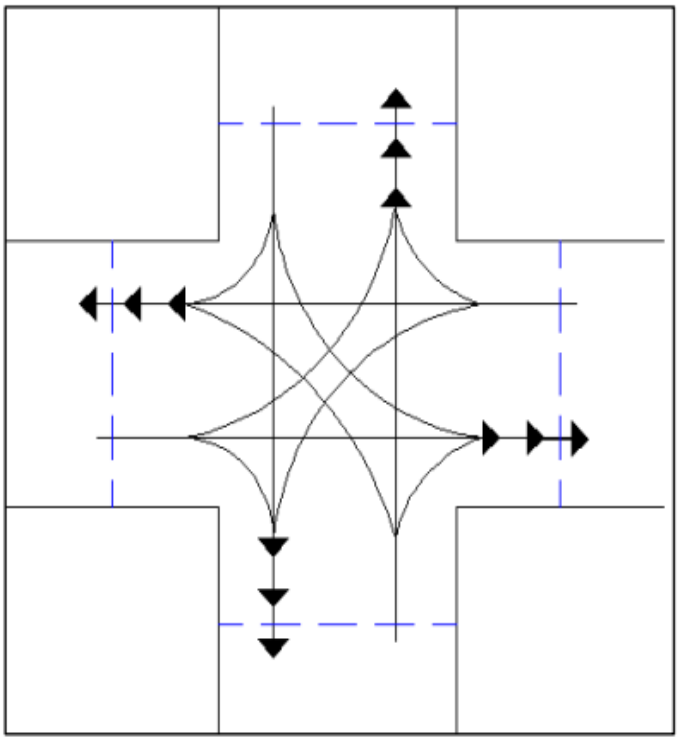
Una intersección es el punto de encuentro donde se cruzan dos o más vías férreas, carreteras o caminos, donde los automóviles y los vehículos terrestres pueden hacer los cambios de vía necesarios para seguir moviéndose.

Dentro de áreas densamente pobladas, las intersecciones son una parte importante de las calles de la ciudad, ya que permiten el tráfico vehicular y no vehicular.

De manera similar, las intersecciones tienen la mayor contención en la infraestructura vial puede experimentar congestión debido a la cantidad de tráfico que puede originarse.

Figura 3

Conflicto típico en una intersección de dos carriles



Nota: Adaptado de Arteaga (2018)

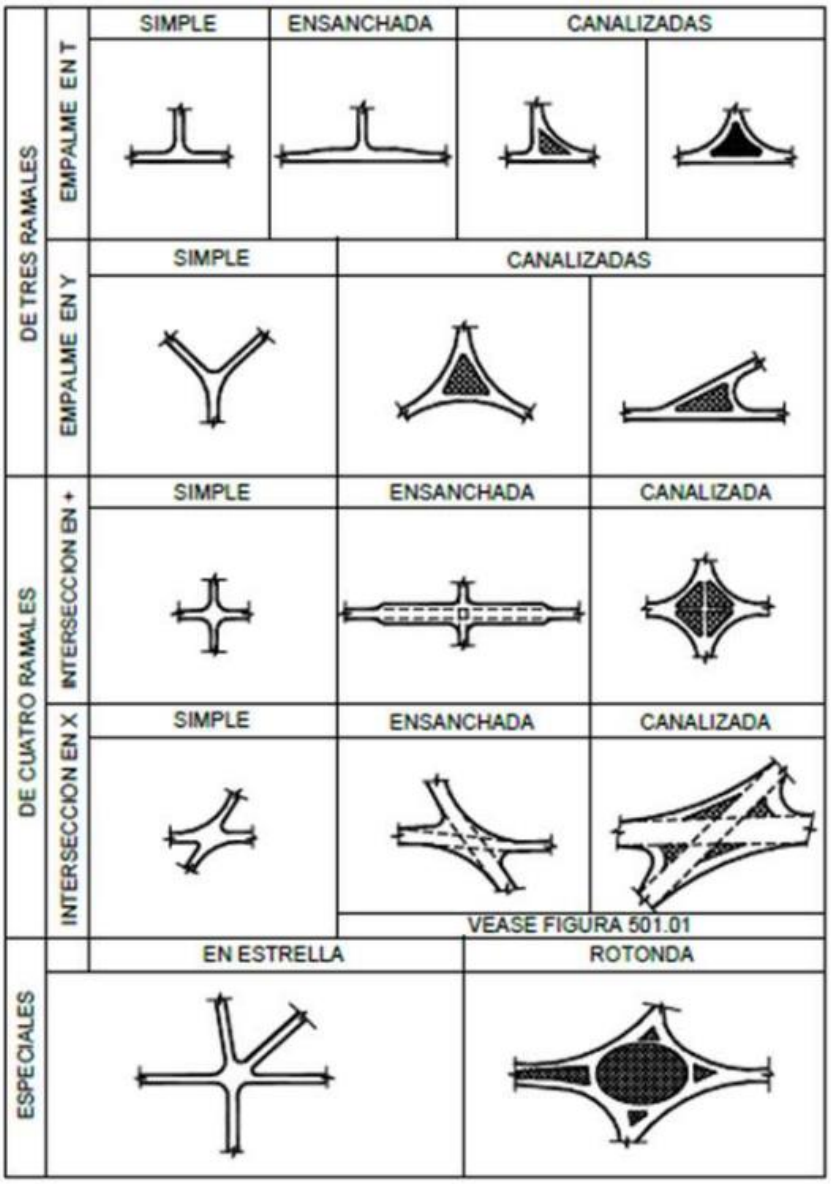
➢ Tipos de Intersección

Una intersección puede manifestarse como una pendiente o una superficie inclinada. En el caso de esta última, se necesita una infraestructura adecuada que se eleve desde el suelo y sea capaz de sostener el peso de los vehículos, además de resistir las cargas asociadas con fenómenos naturales.

A continuación, se expone la categorización establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú en relación a las intersecciones a nivel y en desnivel.

Figura 4

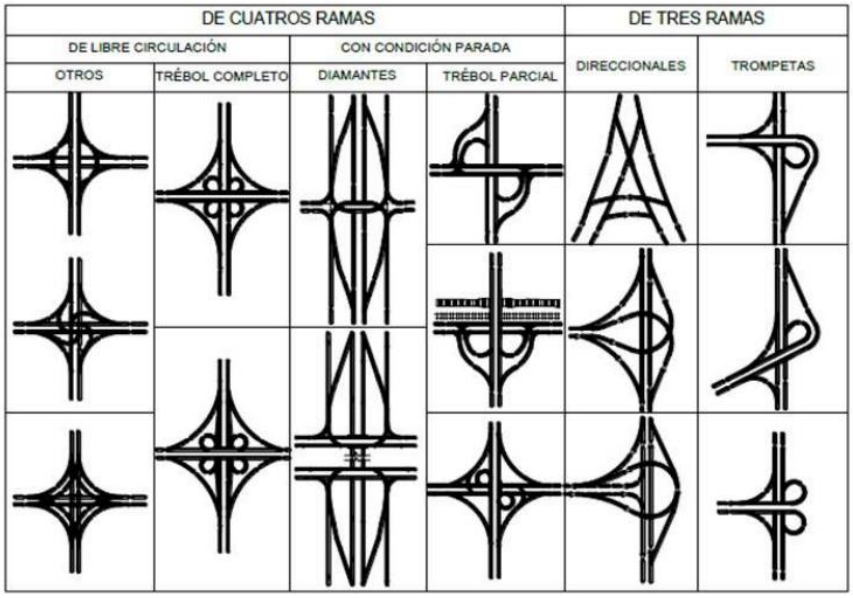
Tipo de intersección a nivel



Nota: Adaptado de Arteaga (2018)

Figura 5

Tipo de intersecciones a desnivel



Nota: Adaptado de Arteaga (2018)

2.2.9. PUNTOS DE CONFLICTO

Los puntos de conflicto son nodos creados por intersecciones de líneas de trayectoria de vehículos o peatones. Estas trayectorias se basan en la geometría de la carretera, los vehículos y los posibles movimientos. En consecuencia, para identificar de manera precisa los puntos de conflicto, es fundamental tener conocimiento tanto de la configuración de la carretera en el plano como del tipo de vehículo bajo investigación.

En este proyecto de investigación, se ha tomado en cuenta la siguiente categorización de vehículos, Nota (Allemant, 2006):

- Motocicleta y Trimoto.
- Autos (Sedán, coupé, hatchback, convertible)
- Station Wagon
- Camioneta (SUV, combi, pick up, panel)
- Microbus
- Bus (De: 2 ejes, 3 ejes, 4 ejes)
- Camión (De: 2 ejes, 3 ejes, 4 ejes)

- Semi trayler (Remolcador de: 2 ejes, de 3 ejes con carreta de 1 eje, 2 ejes, 3 ejes)
- Trayler (Con: 2 ejes,3 ejes

➢ **Clasificación de los puntos de conflicto**

Cada cambio posee su propia singularidad y carácter distintivo. En cambio, cada reacción dentro de la misma red vial de transporte no es lo mismo que otra intersección en la misma red. Por lo tanto, dado que las diferentes intersecciones exhiben diferentes tipos de conflicto, se realizan las siguientes clasificaciones para evaluar el nivel de conflicto.

- **Primarios:** Las trayectorias se cruzan en un ángulo recto entre ellas.
- **Secundarios:** Surgen de la intersección de un camino recto y otro camino que viene de una curva.
- **Terciarios:** En este caso, las líneas de ruta no se cruzan. Pero siguen en paralelo en rotondas.

2.2.10. LONGITUD DE COLA

Las longitudes de las colas para la simulación de tráfico se basan en la "Teoría de las colas" realizada por Dane Agner Krarup Erlang en 1909. La teoría de Agner es un análisis matemático de los sistemas de colas que se enfoca en la duración de espera y la capacidad operativa del sistema.

Se forma una cola cuando llega un segundo participante (vehículo o peatón) esperando ser atendido o ingresar a un sistema en particular. Al analizar la longitud de la fila, se puede determinar el nivel óptimo de atención y capacidad para el sistema seleccionado, y en última instancia, lograr un estado de equilibrio. Si la cola formada es demasiado extensa, esto indica un mal funcionamiento sospechoso en el sistema. En nuestro caso, atascos y accidentes.

En ingeniería de tráfico, la duración de la congestión se utiliza a menudo para evaluar la atención en las cabinas de peaje, las líneas de atención al cliente, las paradas de autobús, etc. En este estudio, usamos esta teoría para evaluar la capacidad de rendimiento del tráfico en las intersecciones dentro de las rotondas.

- **Capacidad y nivel de servicio de una vía**

La capacidad se refiere al máximo número de vehículos que pueden transitar sin obstáculos en una carretera o autopista. Medido en vehículos por hora (Vph) a intervalos de 15 minutos después de la hora pico. Esta capacidad se encuentra influenciada por los siguientes elementos: la velocidad máxima del vehículo, la configuración de la vía, la estructura geométrica de la vía, el flujo vehicular y las circunstancias de uso. El nivel de servicio es una característica cualitativa de una vía de tráfico que evalúa la utilización percibida por el usuario. Estos criterios se evalúan en función de los factores subsiguientes: confort, velocidad de traslado, duración del viaje y seguridad.

Tanto la capacidad como el nivel de servicio determinan la calidad del flujo de vehículos en un sistema de transporte y sus caminos. De acuerdo con el Highway Capacity Manual presentado por la Transportation Research Board (TRB), los niveles de servicio, y por lo tanto la calidad del río, se califican de F a A, de peor a mejor. (García, 2014).

Tabla 1

Niveles de Servicio para una Intersección por Demora

Nivel de servicio	Demora Promedio (seg)	Nivel de servicio	Demora Promedio (seg)
A	<10	A	<10
B	10.1 – 15	B	10.1 – 20
C	15.1 – 25	C	20.1 – 35
D	25.1 – 35	D	35.1 – 55
E	35.1 – 50	E	55.1 – 80

F	>50	F	>80
Niveles de servicio para una intersección sin semáforo		Niveles de servicio para una intersección con semáforo	

Nota: Adaptado de Fontalvo (2013)

La tabla presenta la categorización de las vías según el tiempo necesario para que un vehículo se detenga en una intersección, y esta interpretación es la siguiente.

- Nivel A: Alto grado de libertad funcional.
- Nivel B: Transporte estable ajustado a vehículos más rápidos.
- Nivel C: Tráfico estable, viable de todos los vehículos.
- Nivel D: Transito voluble. Vía trabaja a toda su capacidad.
- Nivel E: La vía está funcionando su máxima capacidad y ha habido muy pocas detenciones.
- Nivel F: Vía congestionada, la demanda está sobrepasando la capacidad.

2.2.11. CLASIFICACIÓN DE VÍAS

Las calificaciones de las calles están asociadas con los niveles de servicio requeridos según ciertos parámetros de diseño. Estos factores incluyen: velocidad de diseño, volumen de tráfico, cantidad de carriles, tipo de servicio, facilidad para cargar y descargar pasajeros y/o mercancías.

La categorización actual de una carretera comprende cuatro clases: Vía expresa, arteria, colectora y local. (Chavéz, 2005).

Vía Expresa: Las velocidades de diseño oscilan entre 80 y 100 km/h (kilómetros por hora), con tres o más carriles de doble sentido funcionando sin interrupciones. No se permite la circulación de vehículos livianos como bicicletas y motocicletas. Su característica distintiva es la extensa longitud que abarcan. No se ha destinado espacio para actividades de carga y descarga.

Vía Arterial: La velocidad planificada oscila entre 50 y 80 km/h. Esta velocidad posibilita el tránsito de múltiples vehículos y permite la implementación de semáforos haciéndolos lo más ininterrumpidos posible. Debe tener un máximo de 3 carriles de doble sentido e incluir vías secundarias de acceso.

Vías Colectoras: La velocidad de diseño es de 40-60 km/h. Hay 2 carriles con un máximo de en cada sentido. Su infraestructura incluye intersecciones señalizadas. Se instala infraestructura especial como ensanchamiento de carreteras, pasos elevados, etc. cuando hay mucho tráfico. Para el transporte público, permitir áreas de paradas de autobús con zonas especiales para no obstaculizar el flujo de tráfico.

Vías locales: La velocidad máxima se encuentra en 40 km/h. Esto permite el tránsito de vehículos tanto ligeros como pesados. Damos servicio a las propiedades cercanas: ubicación y acceso al garaje. No está permitido viajar en transporte público. pero se permite aparcar.

2.2.12. VISSIM

El software Vissim es una herramienta de simulación empleada en la concepción de sistemas de control de tráfico. El programa es parte de PTV Vision Traffic Suite, que engloba también Visum, una utilidad de simulación macros.

Vissim constituye una herramienta que facilita la simulación a nivel microscópico. Esto se debe a que estamos usando un modelo que se enfoca en cada vehículo como una entidad individual específica. Esto lo hace aplicable a varios proyectos de evaluación de flujo vehicular en lugares como intersecciones, rotondas, entre otros. Además, el programa se puede usar en varios teléfonos móviles, como automóviles, camionetas, motocicletas, bicicletas y camiones. (Papageorgiou, 2006).

2.2.13. ANTECEDENTES DEL VISSIM

Vissim es una herramienta de simulación de tráfico multimodal a nivel microscópico, desarrollada por PTV (Planung Transport Verkehr)

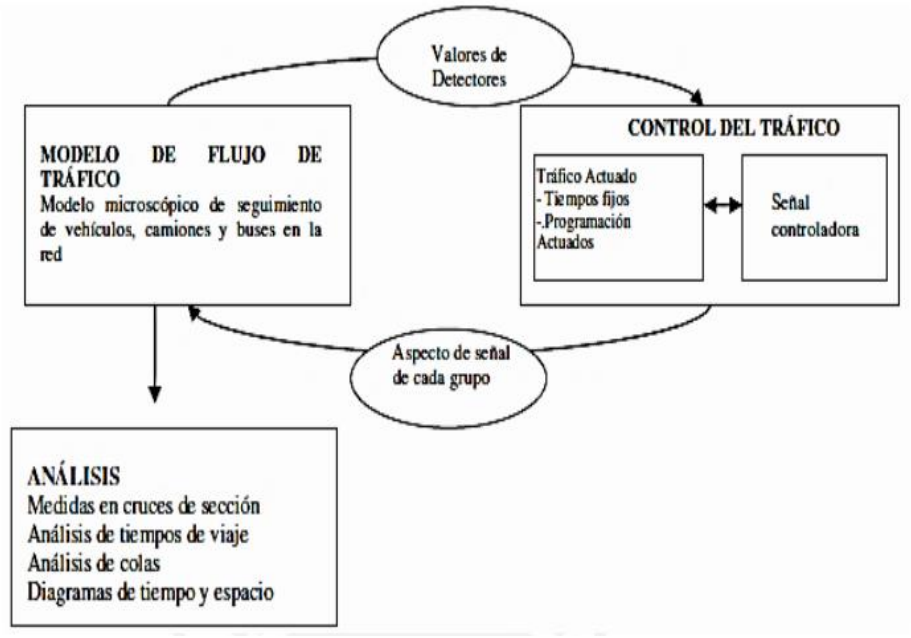
en Karlsruhe, Alemania. El nombre del programa es un acrónimo. de "Verkehr In Städte - Simulation" en alemán. Esto se interpreta como una simulación del tráfico urbano. El software Vissim se desarrolló a principios de la década de 1970 en la Universidad de Karlsruhe, Alemania. La comercialización y distribución comenzó en 1973 por PTV América Inc. Se utilizó por primera vez en Eugene, Oregón, EE. UU. en 1995 (Suárez, 2007). La versión 8.0 del programa ya está disponible. Esta última versión se utiliza para desarrollar este proyecto.

2.2.14. FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE VISSIM

El programa Vissim es un programa de simulación que se fundamenta en parámetros psicofísicos para el seguimiento de vehículos, desarrollados por Wiedemann. La estructura del sistema Vissim comprende dos programas distintos: uno para el modelado de flujos de tráfico y otro para el control de señales. (Papageorgiou, 2006).

Figura 6

La arquitectura del sistema de Vissim



Nota: Adaptado de Alvarez (2017)

Los modelos de tráfico le permiten animar el movimiento del vehículo. Los modelos de semáforos, por otro lado, pueden generar archivos de salida que acumulan estadísticas como la longitud de las colas y los tiempos de viaje. (Alvarez, 2017).

Las áreas principales en las que se aplica Vissim son la investigación en señalización vial y la planificación de intersecciones y el flujo del tráfico.(Alvarez, 2017)

Las operaciones del software Vissim están asociadas con el conjunto de modelos de seguimiento de vehículos y cambio de carril que más afectan a Vissim. En el primer modelo, la distancia de seguimiento se ajusta cuando un vehículo más rápido se acerca a un vehículo más lento. El comportamiento del conductor se incorpora a esta regulación de separación entre vehículos. Esto está determinado por la velocidad de desplazamiento y la variación de distancia entre los vehículos. El segundo modelo se ve afectado por la necesidad de modificar la dirección o recorrido del vehículo. (Alvarez, 2017)

2.2.15. COMPONENTE ESTÁTICO

Los elementos que componen la infraestructura de la red de transporte incluyen estos componentes. Los enlaces y conectores son ejemplos de este tipo de elementos. Los primeros consisten en caminos o carreteras designados con un número determinado de carriles. Un conector, por otro lado, es un medio para unir enlaces. Estos permiten curvas y movimientos en las intersecciones y rotondas que se quieran modelar. (Alvarez, 2017)

Además, hay otros elementos estáticos como las señales de tráfico, las cuales desempeñan un papel fundamental en el cumplimiento de las regulaciones establecidas.

2.2.16. COMPONENTE DINÁMICO

Un ejemplo de estos elementos son los semáforos. Porque afecta el comportamiento del conductor. Esto tiene un gran impacto en el

sistema. Esto se debe a que el nivel de detalle requerido para los modelos de simulación microscópicos está directamente relacionado con la precisión de dichos componentes. Además, estos elementos del ciclo del tráfico cambian con el tiempo. (Narváez & Zapardiel, 2015).

2.2.17. INFRAESTRUCTURA DEL MODELO

La estructura del modelo de microsimulación en el software de computadora Vissim depende del propósito del análisis a realizar. Por ejemplo, si desea evaluar señales de peaje lógicas en una intersección, el boceto es suficiente. Por otro lado, si queremos analizar una naviera y analizar su comportamiento, necesitamos un modelado minucioso del área de estudio. El mismo debe editarse a gran escala y debe usarse la metodología establecida para lograr el resultado deseado. Las herramientas sugeridas para obtener datos comprenden mediciones en diseños de CAD, imágenes satelitales y mediciones directas en el terreno. (Fellendorf & Vortisch, 2010)

- **Link y conectores**

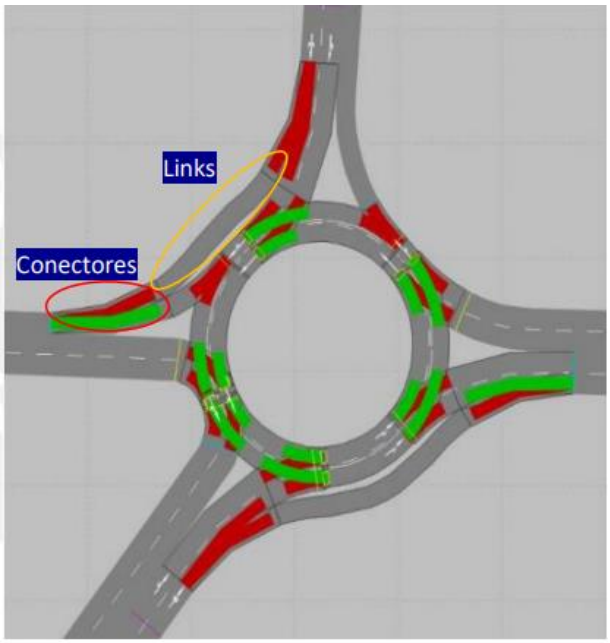
Una red vial consta de los enlaces y conexiones esenciales que construyen la infraestructura del modelo. Esto se debe a que son la base fundamental para representar el sistema de tráfico que utilizamos, en este caso la intersección. Existen ciertas circunstancias en las que el uso de estos elementos es imprescindible. La primera es cuando necesita realizar cruces en su modelo. Para lograr este objetivo, necesitamos usar enlaces y conectores para crear las uniones requeridas.

Otra situación en la que es esencial usar ambos ocurre cuando una conexión raíz de seguimiento se divide en dos o más ramas y es necesario fusionarlas (el conector hace este trabajo). Otra posible situación ocurre cuando cambia el número de carriles en la ruta o el ancho de la vía. Los nodos ubicados en secciones adyacentes y las conexiones ubicadas a lo largo de las secciones de la carretera generalmente representan el diseño de la carretera. (Fellendorf & Vortisch, 2010).

En la imagen se representa un conjunto de enlaces y conexiones que constituyen una parte de un modelo de una rotonda en proceso de construcción.

Figura 7

Modelo de rotonda en construcción



Nota: Adaptado de Alvarez (2017)

- **Otros elementos del modelo**

El software Vissim tiene otros comandos para aumentar el nivel de detalle en el modelo que se está construyendo, si lo desea. Algunos de ellos se enumeran a continuación.

Por un lado, tienes la opción de crear zonas para reducir la velocidad. Estos se pueden utilizar para las curvas de los vehículos para aumentar la correspondencia entre el modelo y la situación real. Otro factor a destacar es la jerarquía de preferencia entre los usuarios. Porque de ello depende la interrelación entre ellos. En consecuencia, la identificación de los vehículos debe llevarse a cabo con prioridad en comparación con otros aspectos. Esta prioridad se refleja en el óvalo, por ejemplo, donde los conductores que pasan por el óvalo tienen prioridad sobre los conductores en las carreteras adyacentes al óvalo.

Otro elemento crucial implica la incorporación de la representación de los semáforos en el modelo. Estos se transfieren de la realidad al entorno virtual del modelo por medio de los llamados "transmisores de señales".

2.2.18. CONTROL DEL TRAFICO

El control del tráfico puede ser alcanzado a través de la simulación microscópica del área en análisis. Una de las herramientas informáticas utilizadas para este propósito es el software Vissim. El mismo utilizado para desarrollar este trabajo. Basado en el modelo probabilístico, este programa es útil para examinar sistemas de tráfico tales como rotondas e intersecciones.

Hay dos tipos de este último sistema: intersecciones reguladas por semáforos y aquellas que no están señalizadas.

- **Intersecciones no señalizadas**

En este tipo de intersección, se aplican las reglas de derecho de paso entre el cruce y la carretera utilizada por el vehículo. Son aplicables en todas las circunstancias.

Algunos ejemplos de modelado en los cuales se aplican estas reglas de prioridad son:

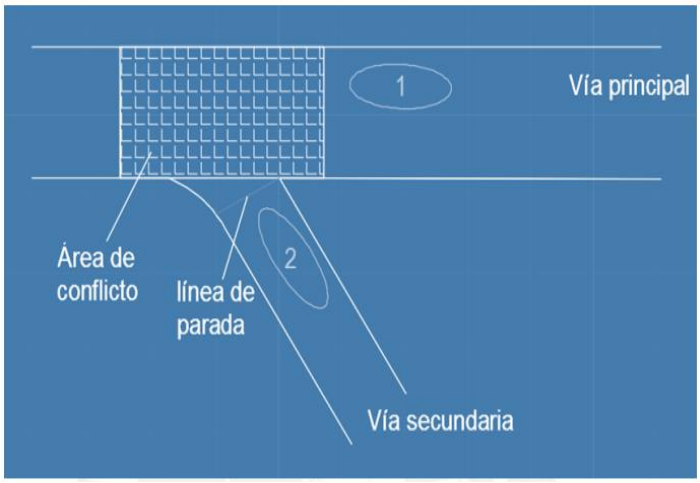
- Una intersección no controlada donde el tráfico debe ceder el paso al tráfico que circula por el lado derecho
- Una intersección no controlada donde el último el flujo de tráfico en la carretera debe ceder el paso al siguiente tráfico en la carretera.
- Una rotonda en la que los vehículos que ingresan a la rotonda deben ceder el paso al tráfico que ya se encuentra dentro de la rotonda.

- La unión de áreas donde el flujo vehicular proveniente de una rampa debe otorgar el derecho de paso al tráfico que circula por la vía principal.

En la a Figura se muestra la aplicación de la regla de precedencia cuando el vehículo 1 tiene precedencia. Está a lo largo de la calle principal. En este caso, el vehículo 2 debe permanecer detenido en la línea de parada hasta que el vehículo 1 haya cruzado la zona de conflicto. (Fellendorf & Vortisch, 2010).

Figura 8

Concepto de modelación con reglas de prioridad



Nota: Adaptado de Fellendorf & Vortisch (2010)

➢ Intersecciones semaforizadas

En las intersecciones semaforizadas rigen los denominados “control de semáforos” se aplica a las intersecciones con semáforos, a diferencia de las intersecciones sin regulación de semáforos, y es responsable de controlar las operaciones de tráfico en la intersección.

Los semáforos tienen fases, generalmente representadas mediante los colores rojo, amarillo y verde. Estos atributos del semáforo se introducen en el modelo mediante grupos de señales.

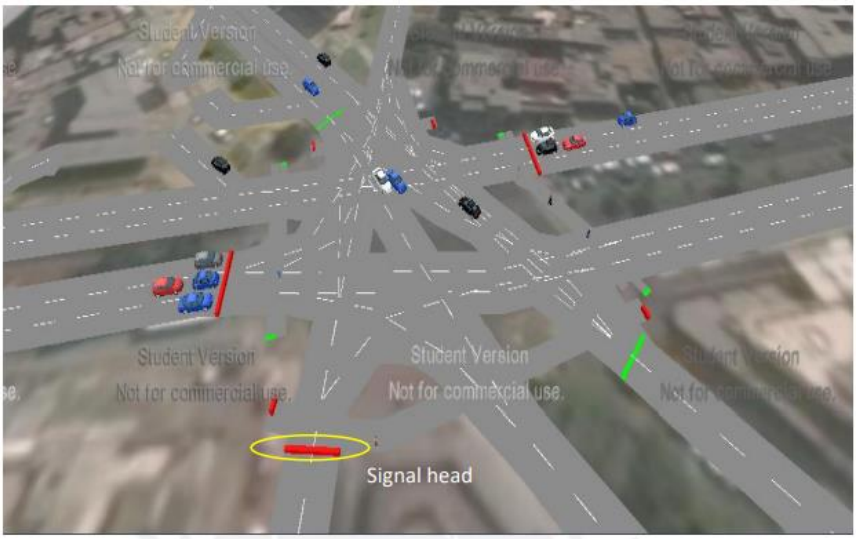
Los semáforos son identificados en el modelo de simulación a nivel microscópico a través de las estructuras conocidas como "cabezales de

señal. Estos se colocan en la construcción de modelos en las intersecciones y donde se requiere el control de señales. (Fellendorf & Vortisch, 2010).

La figura siguiente muestra una representación gráfica de la simulación de una intersección urbana con semáforos.

Figura 9

Intersección semaforizada



Nota: Adaptado de Alvarez (2017)

2.2.19. RED VIAL URBANA

Atraviesan o delimitan áreas sobre solares urbanos o áreas de ensanche urbano integradas en el desarrollo urbanístico o previstas por la ordenación del territorio. Corredores que rodean áreas urbanas (circunvalaciones) Corredores que son utilizadas parcial o completamente por el tráfico urbano, y que cumplen con los requerimientos de movilidad, conexión, permeabilidad y accesibilidad de las infraestructuras, además de ser adecuadas para usos urbanos.

La red de carreteras se crea a partir de una combinación de varias solicitudes de rutas de desplazamiento que enlazan puntos de partida y llegada. Estos itinerarios están vinculados a variados niveles de solicitud y regiones que atraen y generan paseos.

Por lo tanto, la red se compone básicamente en base a dos aspectos. Por un lado, el modelo de movilidad y oferta de viajes de corta, media y larga distancia, por otro lado, el modelo urbano y ordenamiento de la estructura territorial relacionada con la distribución del uso del suelo y la actividad económica. (IDU, Instituto de Desarrollo Urbano, 2008).

2.2.20. CULTURA CIUDADANA

La cultura ciudadana o la cultura cívica es el conocimiento adquirido en diversos ámbitos como la familia, la escuela, el trabajo, el espacio público y las actitudes conscientes hacia la convivencia comunitaria. Término para personas, organizaciones e instituciones. Incrementa el sentido de pertenencia y promueve la convivencia urbana nuestro patrimonio compartido y la valoración de los derechos y responsabilidades de los habitantes. Adquiere conocimientos acerca de la conducta ciudadana en los lugares públicos y en la participación con la sociedad. (Ballén, 2007).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Capacidad vehicular: Teóricamente, se describe como el flujo máximo que una carretera o vía puede manejar. Específicamente, la capacidad de una infraestructura vial se refiere al máximo número de vehículos que pueden circular de manera razonable por un punto o tramo uniforme de carril o calzada durante un período de tiempo determinado, considerando las condiciones actuales de la infraestructura vial, el tráfico y los dispositivos de control. (Arteaga, 2018).

Transporte: Se trata del desplazamiento de individuos, animales o objetos desde un lugar hasta otro mediante una vía física. (MTC, 2002)

Movilidad urbana: Se entiende por movilidad la totalidad del movimiento de personas y mercancías dentro del medio físico. La movilidad urbana se refiere a todo movimiento que tiene lugar en una ciudad. (Arteaga, 2018).

Trafico: Se define como el tránsito de un vehículo, persona o carga a través de un espacio determinado. También puede ser considerado como el movimiento de vehículos, individuos y bienes a lo largo de carreteras públicas o privadas, haciendo referencia a la cantidad de vehículos, personas y mercancías que tienen la capacidad de circular y avanzar en esa vía. (Arteaga, 2018).

Automóvil: Un automóvil o vehículo, ya sea a través de tierra, agua o aire, es un dispositivo motorizado independientemente de si puede moverse de un punto a otro de una carretera. Se utiliza para movilizar personas y mercancías. Vienen en diferentes tamaños, dependiendo de la cantidad y número de personas y mercancías a transportar. (Arteaga, 2018).

Peatón: En los espacios públicos, son hombres o mujeres, niños o adultos los que viajan con otras personas en vías compartidas. (RAE, 2014).

Área de conflicto: Es el espacio generado por la convergencia y la interacción de todas las rutas de vehículos o peatones en una intersección. (Díaz, 2022).

Punto de conflicto: Es el punto resultante de la intersección de dos trayectorias de vehículos o peatones. (Díaz, 2022).

Volumen de tránsito o Flujo de tránsito: El número de vehículos, peatones y otros usuarios que pasan por un punto (intersección) y una cantidad de tiempo predefinida. Al calcular, es necesario tener en cuenta todas las características de las intersecciones, tales como: Ejemplos: ancho de vía, tipo de carretera, etc. (MTC/14, 2013).

Microsimulación: Es la representación detallada de vehículos y peatones a nivel individual en el modelo por separado en puntos específicos en el tiempo para mejorar los sistemas de tráfico en carreteras y autopistas. (Arteaga, 2018)

Vía: Es definido como como un espacio destinado al paso de personas y vehículos que se desplazan de un lugar a otro. Las carreteras tienen sus propias particularidades y conformaciones, en función del número de

personas y vehículos que están en circulación por ellas. Infraestructura vial que puede ser de asfalto, concreto o tierra. (MTC/14, 2013).

Transitabilidad: La capacidad de una persona (peatón), objeto o vehículo para moverse de un punto a otro en un avión en cualquier dirección con la menor dificultad posible. (MTC/14, 2013).

Semaforización: Un semáforo es un dispositivo eléctrico cuya función es comandar y regular el movimiento de vehículos y peatones en carreteras y autopistas mediante la regulación de semáforos comúnmente codificados en rojo, amarillo y verde, los cuales son controlados por una unidad de gestión. (DNV, 2006)

Aforo: es medir el conteo de la cantidad de vehículos y peatones que transitan por un punto determinado previamente identificado de un cruce, carretera o autopista. Las modalidades de conteo más utilizadas son manual, mecánica y portátil. (DNV, 2006)

Modelo: Es una representación o réplica de la realidad que debe ser lo más precisa posible para el usuario. (RAE, 2014).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_0: La propuesta de semaforización que reduce la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM mejora la transitabilidad de peatones y vehículos, Huánuco – Huánuco – 2023.

H_1: La propuesta de semaforización que reduce la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM no mejora la transitabilidad de peatones y vehículos, Huánuco – Huánuco – 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTE

Propuesta de semaforización

Indicadores

- Escenario actual
- Volúmenes actuales y futuros

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTE

- Reducción de congestionamiento vehicular
- Mejora de transitabilidad peatonal y vehicular

Indicadores

- Horas de mayor flujo vehicular
- Horas de mayor demanda vehicular
- Duración de ciclos semafóricos
- Comportamiento del transito

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala de medición	unidad
V. Independiente Propuesta de semaforización	**- Conteo vehicular**	• **Escenario actual** • **Volúmenes actuales y futuros**	**Cuantitativa**	**continua**	**-Adimensional**
V. Dependiente - Reducción de congestionamiento vehicular - Mejora de transitabilidad peatonal y vehicular	**- Causas de congestión vehicular** **- Tiempos de viaje**	• **Horas de mayor flujo vehicular** • **Horas de mayor demanda vehicular** • **Duración de ciclos semafóricos** • **Comportamiento del transito**	**Cuantitativa**	**continua**	**-Adimensional**

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La presente tesis tiene un enfoque **cuantitativo**, sustraeremos datos cuantificados de las observaciones realizadas para el flujo vehicular y peatonal en el lugar de estudio para luego realizar microsimulaciones en el software VISSIM.

Una investigación cuantitativa damos por aludido al ámbito estadístico, es en esto en lo que se fundamenta dicho enfoque, en analizar una realidad objetiva a partir de mediciones numéricas y análisis estadísticos para determinar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

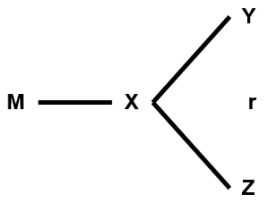
La presente tesis es del tipo **correlacional**. El nivel de investigación correlativo puede ser positivo, sucede cuando la variable aumenta o tiene valores altos las variables que están relacionadas también poseen resultados elevados. De lo contrario la correlación negativa implica que una variable sea elevada y la variable con la que se relaciona baja. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

La presente tesis adopta un enfoque correlacional con el objetivo de examinar las relaciones estadísticas entre la propuesta de semaforización y los efectos que ocasiona si implementación en la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho. Utilizando la herramienta de microsimulación VISSIM, se busca cuantificar cómo la implementación de esta propuesta impacta la fluidez del tráfico en el área de estudio.

3.1.3. DISEÑO

La presente tesis propone un diseño de investigación **No Experimental,** se desarrolla a partir de la adquisición de datos de campo y los cuales son sometidos en el desarrollo de la investigación (se puede llamar experimentación) sin modificaciones para producir resultados que describan un patrón de comportamiento o situación en la que se encuentra la muestra.

En los estudios de la presente tesis se selecciona la población muestral y se plantea una propuesta de semaforización, esta propuesta se realiza con la finalidad de reducir la congestión vehicular y mejorar la transitabilidad vehicular, estas variables serán comparadas en un estado natural (datos tomados en campo) y una microsimulación con la propuesta de semaforización en el software VISSIM, mejorado así los niveles de servicio de la intersección.



Donde:

M = Población Muestral.
r = Niveles de servicio en la intersección semaforizada.
X = Propuesta de Semaforización.
Y = Reducción de Congestión Vehicular
Z = Mejora de transitabilidad peatonal y vehicular

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En esta tesis, la población está compuesta por todos los usuarios que utilizan diariamente la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr.

Ayacucho, Huánuco - Huánuco. Los usuarios están conformados por los conductores, vehículos y peatones.

3.2.2. MUESTRA

En esta tesis, la muestra está conformado por el flujo vehicular en la hora pico comprendido entre las 11:00 hasta las 14:00 horas del día durante un periodo de 5 días: lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, en donde se presenta el mayor volumen de tránsito en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco.

- **Procedimiento de muestreo**

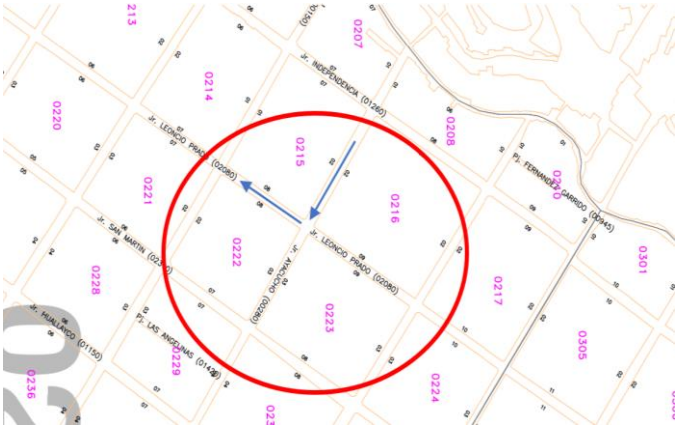
En la presente tesis el muestreo es de forma no probabilística (Muestreo deliberado, crítico o por juicio), se cuantifica el flujo vehicular y peatonal, este proceso está comprendido entre las 11:00 hasta las 14:00 horas del día durante un periodo de 5 días, considerado los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, siendo estos días y el horario donde se presenta un mayor volumen de vehículos y peatones.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Plano de ubicación: nos indica el lugar de estudio.

Figura 10

Plano de Ubicación



Formato para conteo vehicular y peatonal: cuaderno de campo para contabilizar el flujo vehicular y peatonal.

Wincha: Sirve para medir distancias grandes (30 metros).

Figura 11

Wincha de medir

Flexómetro: Sirve para medir distancias cortas.

Figura 12

Flexómetro

Cronometro: nos permite medir los tiempos del paso vehicular y peatonal.

Figura 13

Cono de seguridad

Cámara fotográfica: se utiliza para obtener las imágenes sobre el ámbito de estudio.

Figura 14

Cámara fotografía

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

A) Técnicas: Se tomaron puntos de control, estos puntos de control son líneas imaginarias que el proyectista toma como referencia para contabilizar los vehículos y peatones que pasan por la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, de esta forma se obtiene los datos de campo que son necesarios para hacer las simulaciones en el software VISSIM. Se tomaron en cuenta dos puntos de control uno en el Jr. Leoncio Prado y el otro Jr. Ayacucho en el sentido de la vía antes de llegar a la intersección, para ello se necesitó de la ayuda de un colaborador para obtener datos de ambos jirones al mismo tiempo.

La técnica utilizada en la presente tesis es:

Observación Directa: Observadores registran manualmente el flujo peatonal, anotando la cantidad de personas y vehículos, la dirección y sentido de flujo. Esto se realizó de manera visible.

- **Descripción de aforo vehicular**

Las estaciones de control, se desarrolló en la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho.

Para estudiar el comportamiento del flujo vehicular en la intersección, se eligió 5 días de la semana, en el periodo de (11:00 am - 2:00 pm); en el horario de mayor flujo vehicular del día.

Los conteos vehiculares se llevaron a cabo en intervalos de 15 minutos por tipo de vehículos. La clasificación vehicular se utilizó según lo considerado en el Manual de Conteo de Tráfico.

- **Identificación de estaciones de aforo**

La ubicación de estaciones de control de tráfico comprende la identificación de puntos estratégicos para el conteo vehicular, es importante porque facilita al aforador en la toma de datos. Se identificará 2 estaciones de aforo vehicular.

b) Instrumentos: Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes herramientas:

- Plantillas de aforo vehicular.
- Plantillas de aforo peatonal.
- Imágenes satelitales de la intersección en estudio para describir el sentido del flujo vehicular en los accesos de las intersecciones.
- Material bibliográfico:

Se utilizaron materiales bibliográficos internacionales y nacionales, documentos de información como revistas o informes validados y certificados por universidades nacionales y privadas.

- Norma DNV - 2006
- Tesis de metodologías similares
- Libros

- Guías del software VISSIM

Adicionalmente, también se hizo uso de inteligencia artificial como computadoras, cámaras fotográficas, USB, para el almacén y procesamiento de los datos obtenidos.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para determinar los tiempos óptimos para los cruces de vehículos y peatones en función de los flujos vehículos y peatones, se tuvo que hacer microsimulaciones de los datos obtenidos en campo, estos datos se ingresaron al software VISSIM y se muestra los tiempos para cada simulación, de estos tiempos obtenidos se realizó un estudio para saber cuál es el mejor tiempo estimado para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

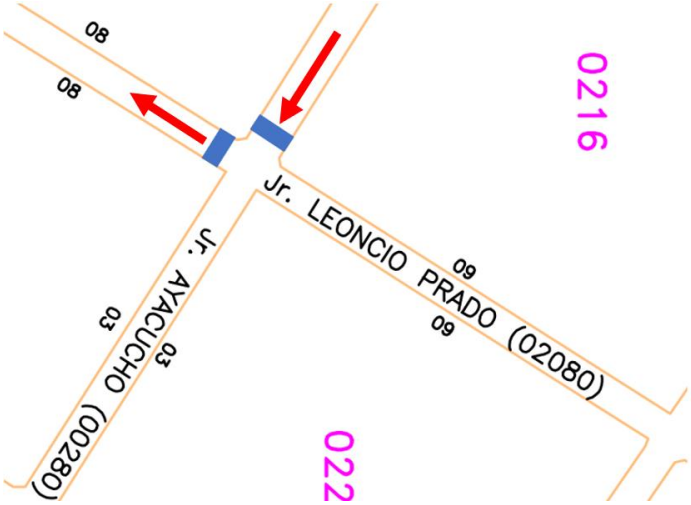
- **Geometría de la Intersección**

Las mediciones tomadas permitieron la elaboración del plano en planta de la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, en donde se muestra el sentido del tráfico en las vías correspondientes y el número de carriles.

Ambas vías cuentan con un solo sentido de tráfico como indican las flechas en la siguiente imagen, y también ambas vías cuenta con dos carriles de circulación.

Figura 15

Geometría de la Intersección



➢ Aforo Vehicular

Se obtuvo el flujo total de vehículos durante los cinco (05) días establecidos en el horario de 11:00 a 14:00 horas del día, donde se aprecia la mayor cantidad de flujo vehicular

Figura 16

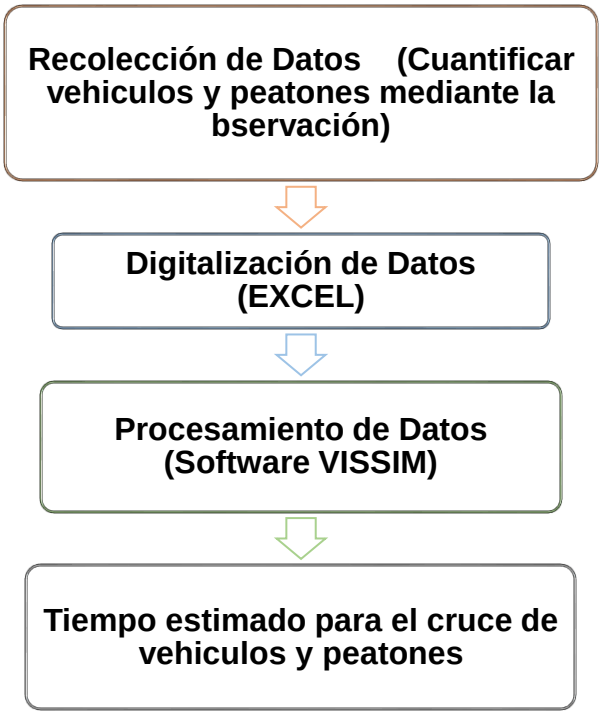
Ejemplo de Aforo Vehicular

HORA	TRIMOTO, MOTO LINEAL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICKUP, SUV	COMBI		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
VEH																					
11:30	4	56	20	21	18	1	1	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131.00
11:40	4	66	18	14	18	1	1	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132.00
11:50	4	62	20	14	19	1	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124.00
12:00	4	50	28	18	16	2	-	1	-	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	125.00
12:10	4	54	22	15	18	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117.00
12:20	-	63	24	16	17	-	1	1	-	6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	130.00
12:30	2	61	28	14	17	-	1	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129.00
12:40	3	75	18	22	17	-	1	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142.00
12:50	4	54	33	16	25	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135.00
13:00	2	58	28	20	16	-	1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131.00
13:10	2	75	21	14	16	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133.00
13:20	-	47	32	20	17	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.00
TOTAL	33	721	292	204	214	5	8	4	1	47	18	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1549.00

Nota: Adaptado de Arteaga (2018).

Figura 17

Procesamiento de Datos



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

- **Resultados Análisis de Tránsito**

Se realizo el estudio de tránsito durante 5 días, desde el lunes 22/05/2023 hasta el viernes 26/05/2023 en el horario de 11:00 a 14:00 horas del día, donde se aprecia la mayor cantidad de flujo vehicular.

La recopilación de datos se hizo mediante un conteo visual en la zona de estudio, se clasifico los vehículos cada 15 minutos por un periodo de 3 horas totales para cada jirón de la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el día lunes 22/05/2023.

Tabla 3

Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Lunes 22/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	52	78	14	3	0	0	18	0	0	0	165
	11:15 - 11:30	59	77	16	1	0	0	14	1	0	0	168
	11:30 - 11:45	53	81	19	6	0	0	19	0	0	0	178
	11:45 - 12:00	56	81	17	5	1	0	20	0	0	0	180
	12:00 - 12:15	54	81	19	6	0	0	12	0	0	0	172
	12:15 - 12:30	68	81	29	3	0	0	17	1	0	0	199
	12:30 - 12:45	63	90	24	4	0	0	19	0	1	0	201
	12:45 - 13:00	68	96	13	2	1	0	23	0	1	0	204
	13:00 - 13:15	59	83	16	7	0	0	18	0	0	0	183
	13:15 - 13:30	64	89	18	6	0	0	24	0	1	0	202
	13:30 - 13:45	51	74	27	7	0	0	17	1	0	0	177
	13:45 - 14:00	62	78	20	2	0	0	15	0	0	0	177
Total, vehículos		**709**	**989**	**232**	**52**	**2**	**0**	**216**	**3**	**3**	**0**	**2206**

Nota: El flujo vehicular máximo el lunes 22/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado se presenta entre las 13.15 y 13.30 horas, y el flujo vehicular mínimo se da entre las 11:00 y 11.15 horas.

Tabla 4

Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en el Jr. Ayacucho

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4 E	
Lunes 22/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	21	48	23	4	0	0	0	0	0	0	96
	11:15 - 11:30	23	54	14	8	1	0	0	0	0	0	100
	11:30 - 11:45	22	48	18	5	0	1	0	1	0	0	95
	11:45 - 12:00	24	56	20	3	0	0	0	0	2	0	105
	12:00 - 12:15	19	59	21	3	0	0	0	0	0	0	102
	12:15 - 12:30	28	76	16	4	0	1	0	1	0	0	126
	12:30 - 12:45	40	53	28	7	0	0	0	0	4	0	132
	12:45 - 13:00	31	47	22	6	0	0	0	0	2	0	108
	13:00 - 13:15	28	36	17	5	1	0	0	0	0	0	87
	13:15 - 13:30	36	67	26	6	0	0	0	2	3	0	140
	13:30 - 13:45	34	64	25	2	0	1	0	0	0	0	126
	13:45 - 14:00	28	49	21	5	0	0	0	0	1	0	104
Total, vehículos		**334**	**657**	**251**	**58**	**2**	**3**	**0**	**4**	**12**	**0**	**1321**

Nota: El flujo vehicular máximo el lunes 22/05/2023 en el Jr. Ayacucho se presenta entre las 13.15 y 13.30 horas, y el flujo vehicular mínimo se da entre las 13:00 y 13.15 horas.

Tabla 5

Flujo vehicular, lunes 22/05/2023 en la Intersección

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Lunes 22/05/2023 Intersección	11:00 - 11:15	73	126	37	7	0	0	18	0	0	0	**261**
	11:15 - 11:30	82	131	30	9	1	0	14	1	0	0	**268**
	11:30 - 11:45	75	129	37	11	0	1	19	1	0	0	**273**
	11:45 - 12:00	80	137	37	8	1	0	20	0	2	0	**285**
	12:00 - 12:15	73	140	40	9	0	0	12	0	0	0	**274**
	12:15 - 12:30	96	157	45	7	0	1	17	2	0	0	**325**
	12:30 - 12:45	103	143	52	11	0	0	19	0	5	0	**333**
	12:45 - 13:00	99	143	35	8	1	0	23	0	3	0	**312**
	13:00 - 13:15	87	119	33	12	1	0	18	0	0	0	**270**
	13:15 - 13:30	100	156	44	12	0	0	24	2	4	0	**342**
	13:30 - 13:45	85	138	52	9	0	1	17	1	0	0	**303**
	13:45 - 14:00	90	127	41	7	0	0	15	0	1	0	**281**
Total vehículos (3h)		**1043**	**1646**	**483**	**110**	**4**	**3**	**216**	**7**	**15**	**0**	**3527**
		29.57%	46.67%	13.69%	3.12%	0.11%	0.09%	6.12%	0.20%	0.43%	0.00%	
Total vehículos (VHMax)		**389**	**561**	**164**	**43**	**2**	**0**	**84**	**2**	**12**	**0**	
		30.95%	44.63%	13.05%	3.42%	0.16%	0.00%	6.68%	0.16%	0.95%	0.00%	
Total vehículos (VHMin)		**310**	**523**	**141**	**35**	**2**	**1**	**71**	**2**	**2**	**0**	
		28.52%	48.11%	12.97%	3.22%	0.18%	0.09%	6.53%	0.18%	0.18%	0.00%	

Nota: El flujo vehicular máximo el lunes 22/05/2023 en la intersección se presenta entre las 13.15 y 13.30 horas, y el flujo vehicular mínimo se da entre las 11:00 y 11.15 horas.

Con los datos de la intersección podemos encontrar FPH.

Tabla 6

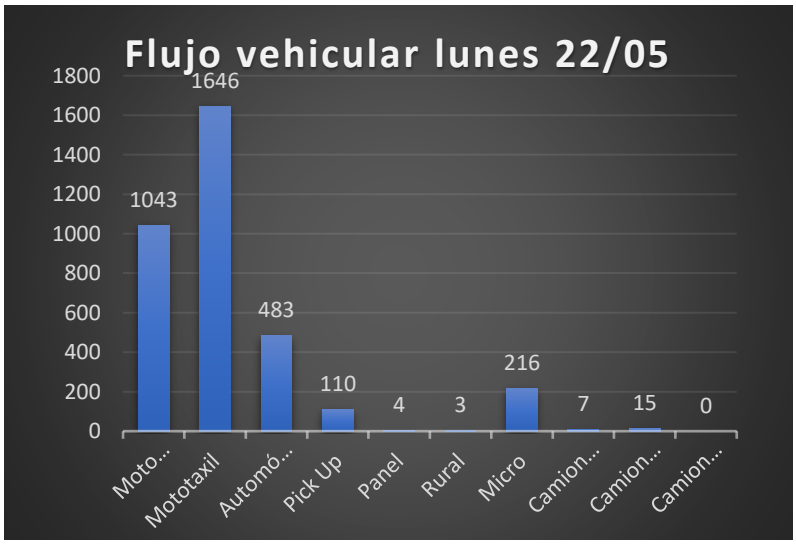
Factor Pico Horario Lunes 22/05/2023

Periodo Max.	**342**
Hora Max.	1257
FHP	0.92

Nota: El periodo máximo del lunes 22/05/2023 es de 342 y un total de 1257 vehículos en la hora máxima.

Figura 18

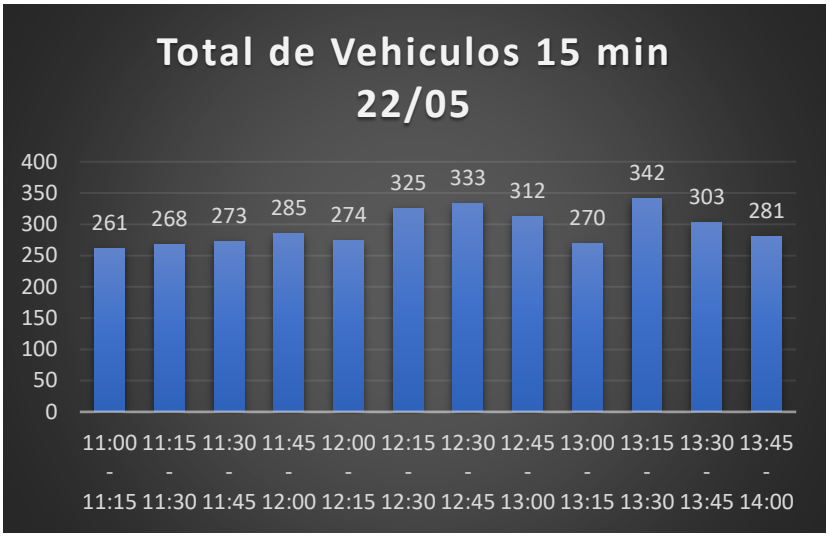
Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el lunes 22/05/2023



Nota: El vehículo de mayor circulación del lunes 22/05/2023 son los Bajaj que brindan servicios de mototaxi, y el de menor circulación son los carros que brindan servicio Rural.

Figura 19

Total de Vehículos cada 15 min 22/05/2023



Nota: La hora del flujo del lunes 22/05/2023 de máxima cantidad de vehículos son entre las 13:15 y 13:30 horas, y la mínima cantidad de vehículos se da entre las 11:00 y 11.15 horas.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el día martes 23/05/2023.

Tabla 7

Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Martes 23/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	56	69	18	5	0	0	20	0	0	0	**168**
	11:15 - 11:30	60	76	20	2	0	0	18	1	0	0	**177**
	11:30 - 11:45	57	80	13	5	1	0	15	0	0	0	**171**
	11:45 - 12:00	60	79	20	8	1	0	21	0	0	0	**189**
	12:00 - 12:15	55	79	22	3	0	0	10	2	0	0	**171**
	12:15 - 12:30	63	84	22	7	0	0	20	1	0	0	**197**
	12:30 - 12:45	69	91	32	6	0	0	22	0	1	0	**221**
	12:45 - 13:00	73	86	20	6	2	0	27	0	1	0	**215**
	13:00 - 13:15	64	85	22	3	0	0	17	0	1	0	**192**
	13:15 - 13:30	66	87	23	3	0	0	25	0	1	0	**205**
	13:30 - 13:45	59	88	25	10	2	0	19	1	1	0	**205**
	13:45 - 14:00	53	76	21	0	0	0	12	2	0	0	**164**
Total vehículos		**735**	**980**	**258**	**58**	**6**	**0**	**226**	**7**	**5**	**0**	**2275**

Nota: El flujo vehicular máximo el martes 23/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y el flujo vehicular mínimo se da entre las 13:45 y 14:00 horas.

Tabla 8
Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en el Jr. Ayacucho

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Martes 23/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	28	46	14	1	1	0	0	0	0	0	**90**
	11:15 - 11:30	18	62	19	11	0	1	0	0	4	0	**115**
	11:30 - 11:45	13	40	23	3	0	0	0	2	1	0	**82**
	11:45 - 12:00	27	51	22	7	1	0	0	0	2	0	**110**
	12:00 - 12:15	16	53	23	5	0	0	0	0	0	0	**97**
	12:15 - 12:30	31	69	10	10	0	1	0	3	0	0	**124**
	12:30 - 12:45	46	56	24	12	1	0	0	0	1	0	**140**
	12:45 - 13:00	32	43	23	8	0	0	0	0	2	0	**108**
	13:00 - 13:15	26	38	12	4	1	1	0	1	0	0	**83**
	13:15 - 13:30	31	59	21	7	1	0	0	0	1	0	**120**
	13:30 - 13:45	27	59	17	4	0	0	0	1	2	0	**110**
	13:45 - 14:00	20	58	15	6	0	1	0	0	1	0	**101**
Total vehículos		**315**	**634**	**223**	**78**	**5**	**4**	**0**	**7**	**14**	**0**	**1280**

Nota: El flujo vehicular máximo el martes 23/05/2023 en el Jr. Ayacucho se presenta entre las horas 12:30 y 12:45 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:30 y 11:45 horas.

Tabla 9
Flujo vehicular, martes 23/05/2023 en la Intersección

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Martes 23/05/2023 Intersección	11:00 - 11:15	84	115	32	6	1	0	20	0	0	0	**258**
	11:15 - 11:30	78	138	39	13	0	1	18	1	4	0	**292**
	11:30 - 11:45	70	120	36	8	1	0	15	2	1	0	**253**
	11:45 - 12:00	87	130	42	15	2	0	21	0	2	0	**299**
	12:00 - 12:15	71	132	45	8	0	0	10	2	0	0	**268**
	12:15 - 12:30	94	153	32	17	0	1	20	4	0	0	**321**
	12:30 - 12:45	115	147	56	18	1	0	22	0	2	0	**361**
	12:45 - 13:00	105	129	43	14	2	0	27	0	3	0	**323**
	13:00 - 13:15	90	123	34	7	1	1	17	1	1	0	**275**
	13:15 - 13:30	97	146	44	10	1	0	25	0	2	0	**325**
	13:30 - 13:45	86	147	42	14	2	0	19	2	3	0	**315**
	13:45 - 14:00	73	134	36	6	0	1	12	2	1	0	**265**
Total vehículos (3h)		**1050**	**1614**	**481**	**136**	**11**	**4**	**226**	**14**	**19**	**0**	**3555**
		29.54%	45.40%	13.53%	3.83%	0.31%	0.11%	6.36%	0.39%	0.53%	0.00%	
Total vehículos (VHMax)		**407**	**545**	**177**	**49**	**5**	**1**	**91**	**1**	**8**	**0**	
		31.70%	42.45%	13.79%	3.82%	0.39%	0.08%	7.09%	0.08%	0.62%	0.00%	
Total vehículos (VHMin)		**319**	**503**	**149**	**42**	**4**	**1**	**74**	**3**	**7**	**0**	
		28.95%	45.64%	13.52%	3.81%	0.36%	0.09%	6.72%	0.27%	0.64%	0.00%	

Nota: El flujo vehicular máximo el martes 23/05/2023 en la intersección se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y el flujo vehicular mínimo se presenta entre las 11:30 y 11:45 horas.

Con los datos de la intersección podemos encontrar FPH.

Tabla 10

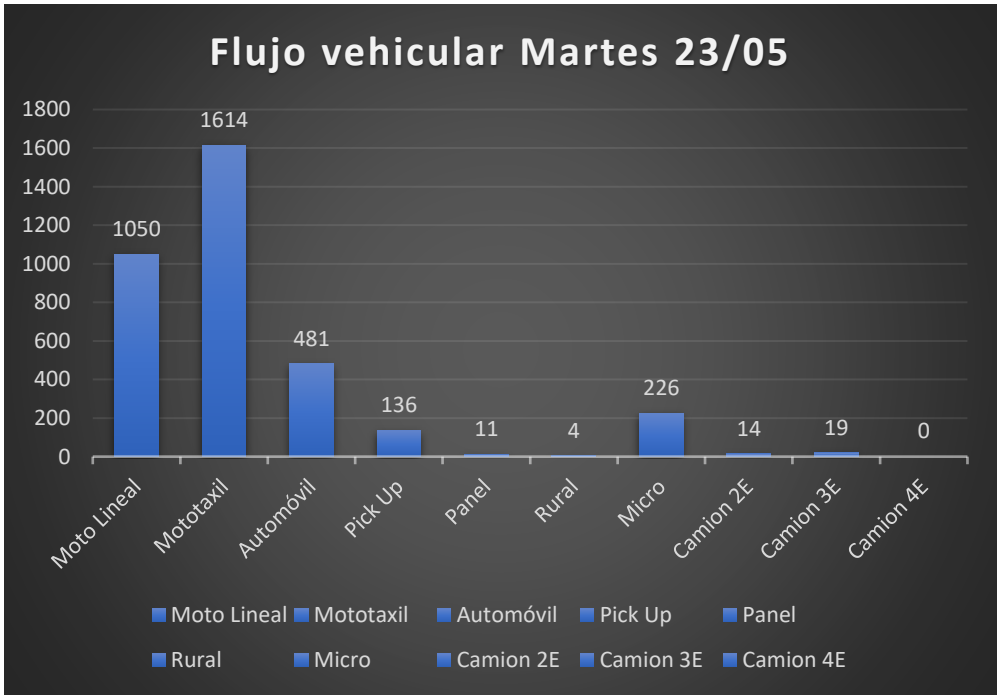
Factor Pico Horario Martes 23/05/2023

Periodo Max.	**361**
Hora Max.	1284
FHP	0.89

Nota: El periodo máximo el martes 23/05/2023 es de 361 y un total de 1284 vehículos en la hora máxima.

Figura 20

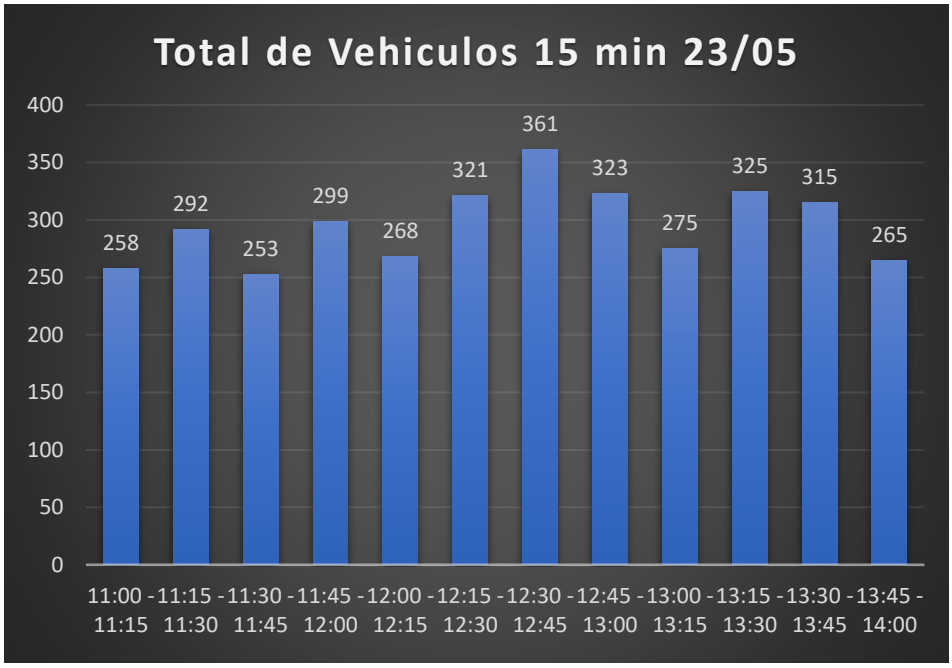
Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el martes 23/05/2023



Nota: El vehículo de mayor circulación el martes 23/05/2023 son los Bajaj que brindan servicios de mototaxi, y el de menor circulación son los carros que brindan servicio Rural.

Figura 21

Total de Vehículos cada 15 min 23/05/2023



Nota: La hora del flujo de máxima cantidad el martes 23/05/2023 de vehículos es a las 12:30 y 12:45 horas, y la mínima cantidad de vehículos se da entre las 11:00 y 11:15 horas.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el día miércoles 24/05/2023.

Tabla 11

Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Miércoles 24/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	57	79	19	4	0	0	16	4	0	0	**179**
	11:15 - 11:30	59	76	22	4	0	0	20	1	0	0	**182**
	11:30 - 11:45	59	76	14	10	0	0	24	0	0	0	**183**
	11:45 - 12:00	62	84	24	2	1	0	17	0	0	0	**190**
	12:00 - 12:15	58	67	28	4	0	0	16	0	0	0	**173**
	12:15 - 12:30	61	82	26	1	2	0	19	1	0	0	**192**
	12:30 - 12:45	64	93	27	8	2	0	24	0	1	0	**219**
	12:45 - 13:00	75	96	21	0	0	0	11	0	0	0	**203**
	13:00 - 13:15	65	85	17	2	0	0	24	0	0	0	**193**
	13:15 - 13:30	66	91	20	9	0	0	17	0	1	0	**204**
	13:30 - 13:45	52	77	24	6	1	0	21	1	1	0	**183**
	13:45 - 14:00	58	68	29	4	0	0	12	0	0	0	**171**
Total vehículos		**736**	**974**	**271**	**54**	**6**	**0**	**221**	**7**	**3**	**0**	**2272**

Nota: El flujo vehicular máximo el miércoles 24/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 13:45 y 14:00 horas.

Tabla 12

Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en el Jr. Ayacucho

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Miércoles 24/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	28	42	28	2	0	0	0	0	1	0	**101**
	11:15 - 11:30	15	50	17	5	0	1	0	0	1	0	**89**
	11:30 - 11:45	24	41	26	1	0	0	0	0	1	0	**93**
	11:45 - 12:00	27	60	25	8	1	0	0	0	0	0	**121**
	12:00 - 12:15	11	63	24	6	0	0	0	0	0	0	**104**
	12:15 - 12:30	22	71	23	8	1	0	0	2	0	0	**127**
	12:30 - 12:45	45	60	34	8	1	1	0	0	1	0	**150**
	12:45 - 13:00	34	55	14	7	0	0	0	0	0	0	**110**
	13:00 - 13:15	33	41	12	8	0	0	0	0	0	0	**94**
	13:15 - 13:30	35	62	21	8	0	0	0	0	0	0	**126**
	13:30 - 13:45	31	65	34	4	0	0	0	1	0	0	**135**
	13:45 - 14:00	37	48	26	10	0	0	0	0	0	0	**121**
Total vehículos		**342**	**658**	**284**	**75**	**3**	**2**	**0**	**3**	**4**	**0**	**1371**

Nota: El flujo vehicular máximo el miércoles 24/05/2023 en el Jr. Ayacucho se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:15 y 11:30 horas.

Tabla 13

Flujo vehicular, miércoles 24/05/2023 en la Intersección

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Miércoles 24/05/2023 Intersección	11:00 - 11:15	85	121	47	6	0	0	16	4	1	0	**280**
	11:15 - 11:30	74	126	39	9	0	1	20	1	1	0	**271**
	11:30 - 11:45	83	117	40	11	0	0	24	0	1	0	**276**
	11:45 - 12:00	89	144	49	10	2	0	17	0	0	0	**311**
	12:00 - 12:15	69	130	52	10	0	0	16	0	0	0	**277**
	12:15 - 12:30	83	153	49	9	3	0	19	3	0	0	**319**
	12:30 - 12:45	109	153	61	16	3	1	24	0	2	0	**369**
	12:45 - 13:00	117	151	35	7	0	0	11	0	0	0	**321**
	13:00 - 13:15	98	126	29	10	0	0	24	0	0	0	**287**
	13:15 - 13:30	101	153	41	17	0	0	17	0	1	0	**330**
	13:30 - 13:45	83	142	58	10	1	0	21	2	1	0	**318**
	13:45 - 14:00	95	116	55	14	0	0	12	0	0	0	**292**
Total vehículos (3h)		**1086**	**1632**	**555**	**129**	**9**	**2**	**221**	**10**	**7**	**0**	**3651**
		29.75%	44.70%	15.20%	3.53%	0.25%	0.05%	6.05%	0.27%	0.19%	0.00%	
Total vehículos (VHMax)		**425**	**583**	**166**	**50**	**3**	**1**	**76**	**0**	**3**	**0**	
		32.52%	44.61%	12.70%	3.83%	0.23%	0.08%	5.81%	0.00%	0.23%	0.00%	
Total vehículos (VHMin)		**315**	**517**	**180**	**40**	**2**	**1**	**77**	**1**	**2**	**0**	
		27.68%	45.43%	15.82%	3.51%	0.18%	0.09%	6.77%	0.09%	0.18%	0.00%	

Nota: El flujo vehicular máximo el miércoles 24/05/2023 en la intersección se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:15 y 11:30 horas.

Con los datos de la intersección podemos encontrar FPH.

Tabla 14

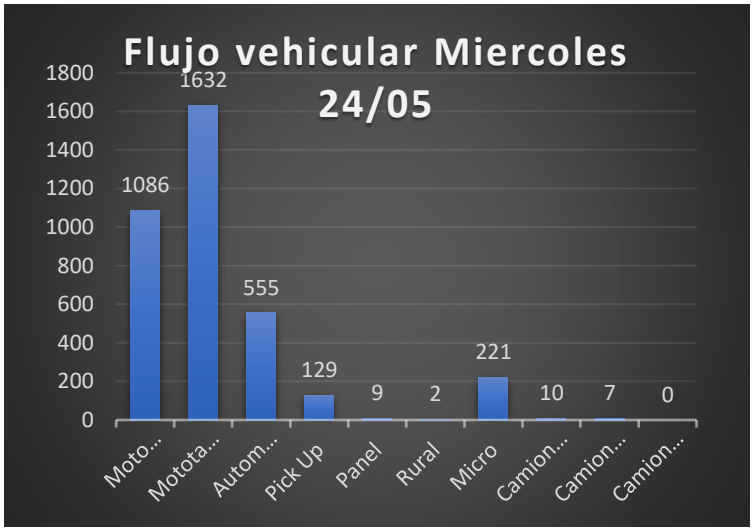
Factor Pico Horario miércoles 24/05/2023

Periodo Max.	**369**
Hora Max.	1307
FHP	0.89

Nota: El periodo máximo el miércoles 24/05/2023 es 369 y un total de 1307 vehículos en la hora máxima.

Figura 22

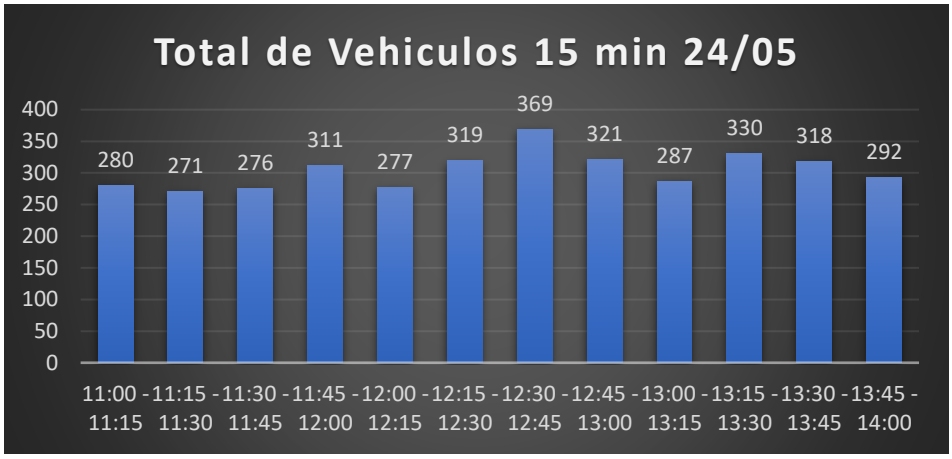
Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el miércoles 24/05/2023



Nota: El vehículo de mayor circulación el miércoles 24/05/2023 son los Bajaj que brindan servicios de mototaxi, y el de menor circulación son los carros que brindan servicio Rural.

Figura 23

Total de Vehículos cada 15 min 24/05/2023



Nota: La hora del flujo de máxima cantidad el miércoles 24/05/2023 de vehículos es a las 12:30 y 12:45 horas, y la mínima cantidad de vehículos se da entre las 11:15 y 11:30 horas.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el día jueves 25/05/2023.

Tabla 15

Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Jueves 25/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	58	77	15	2	0	0	27	0	0	0	**179**
	11:15 - 11:30	54	82	18	4	0	0	21	0	0	0	**179**
	11:30 - 11:45	54	76	15	4	0	0	21	0	0	0	**170**
	11:45 - 12:00	59	87	23	7	1	0	16	0	0	0	**193**
	12:00 - 12:15	59	82	25	3	1	0	15	4	0	0	**189**
	12:15 - 12:30	59	81	24	5	1	0	14	0	0	0	**184**
	12:30 - 12:45	70	89	28	5	0	0	23	0	2	0	**217**
	12:45 - 13:00	74	95	15	6	0	0	19	0	2	0	**211**
	13:00 - 13:15	60	84	23	0	0	0	11	0	0	0	**178**
	13:15 - 13:30	73	76	21	9	0	0	22	0	0	0	**201**
	13:30 - 13:45	55	86	25	11	3	0	17	0	0	0	**197**
	13:45 - 14:00	58	83	27	6	0	0	25	0	3	0	**202**
Total vehículos		**733**	**998**	**259**	**62**	**6**	**0**	**231**	**4**	**7**	**0**	**2300**

Nota: El flujo vehicular máximo el jueves 25/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado se presenta entre las 12:30 y 12:45 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:30 y 11:45 horas.

Tabla 16

Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en el Jr. Ayacucho

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Jueves 25/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	20	55	24	8	0	0	0	0	0	0	**107**
	11:15 - 11:30	27	45	7	7	0	0	0	0	0	0	**86**
	11:30 - 11:45	23	50	23	1	0	0	0	0	0	0	**97**
	11:45 - 12:00	22	60	25	5	1	0	0	0	0	0	**113**
	12:00 - 12:15	14	64	22	8	0	0	0	0	0	0	**108**
	12:15 - 12:30	20	84	21	7	1	0	0	0	0	0	**133**
	12:30 - 12:45	34	47	26	4	0	0	0	0	1	0	**112**
	12:45 - 13:00	26	46	16	9	0	0	0	1	0	0	**98**
	13:00 - 13:15	36	40	16	6	0	0	0	0	0	0	**98**
	13:15 - 13:30	45	61	29	8	1	0	0	3	0	0	**147**
	13:30 - 13:45	35	65	17	7	1	0	0	2	0	0	**127**
	13:45 - 14:00	35	45	23	9	0	0	0	0	0	0	**112**
Total vehículos		**337**	**662**	**249**	**79**	**4**	**0**	**0**	**6**	**1**	**0**	**1338**

Nota: El flujo vehicular máximo el jueves 25/05/2023 en el Jr. Ayacucho se presenta entre las 12:15 y 12:30 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:15 y 11:30 horas.

Tabla 17

Flujo vehicular, jueves 25/05/2023 en la Intersección

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Jueves 25/05/2023 Intersección	11:00 - 11:15	78	132	39	10	0	0	27	0	0	0	**286**
	11:15 - 11:30	81	127	25	11	0	0	21	0	0	0	**265**
	11:30 - 11:45	77	126	38	5	0	0	21	0	0	0	**267**
	11:45 - 12:00	81	147	48	12	2	0	16	0	0	0	**306**
	12:00 - 12:15	73	146	47	11	1	0	15	4	0	0	**297**
	12:15 - 12:30	79	165	45	12	2	0	14	0	0	0	**317**
	12:30 - 12:45	104	136	54	9	0	0	23	0	3	0	**329**
	12:45 - 13:00	100	141	31	15	0	0	19	1	2	0	**309**
	13:00 - 13:15	96	124	39	6	0	0	11	0	0	0	**276**
	13:15 - 13:30	118	137	50	17	1	0	22	3	0	0	**348**
	13:30 - 13:45	90	151	42	18	4	0	17	2	0	0	**324**
	13:45 - 14:00	93	128	50	15	0	0	25	0	3	0	**314**
Total vehículos (3h)		**1070**	**1660**	**508**	**141**	**10**	**0**	**231**	**10**	**8**	**0**	**3638**
		29.41%	45.63%	13.96%	3.88%	0.27%	0.00%	6.35%	0.27%	0.22%	0.00%	
Total vehículos (VHMax)		**418**	**538**	**174**	**47**	**1**	**0**	**75**	**4**	**5**	**0**	
		33.12%	42.63%	13.79%	3.72%	0.08%	0.00%	5.94%	0.32%	0.40%	0.00%	
Total vehículos (VHMin)		**317**	**532**	**150**	**38**	**2**	**0**	**85**	**0**	**0**	**0**	
		28.20%	47.33%	13.35%	3.38%	0.18%	0.00%	7.56%	0.00%	0.00%	0.00%	

Nota: El flujo vehicular máximo el jueves 25/05/2023 en la intersección se presenta entre las 13:15 y 13:30 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:15 y 11:30 horas.

Con los datos de la intersección podemos encontrar FPH.

Tabla 18

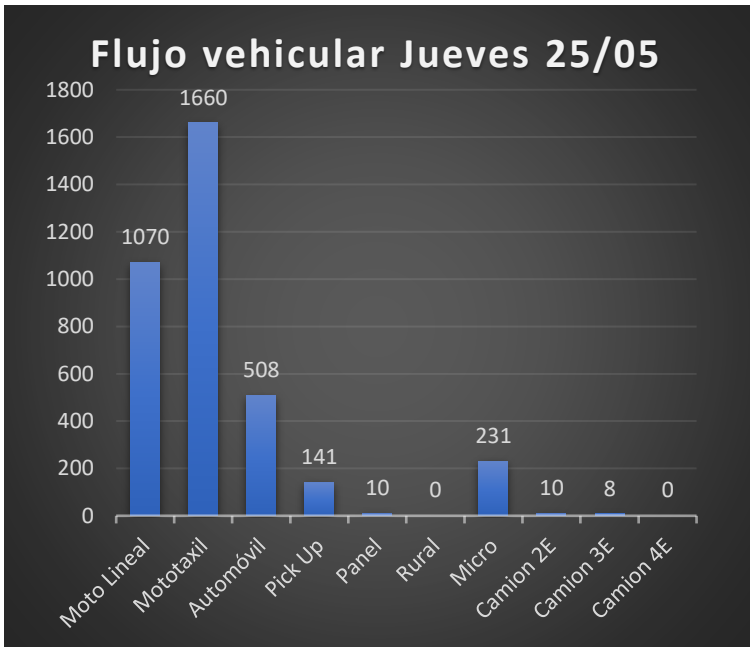
Factor Pico Horario miércoles 25/05/2023

Periodo Max.	**348**
Hora Max.	1262
FHP	0.91

Nota: El periodo máximo del jueves 25/05/2023 es de 348 y un total de 1262 vehículos en la hora máxima.

Figura 24

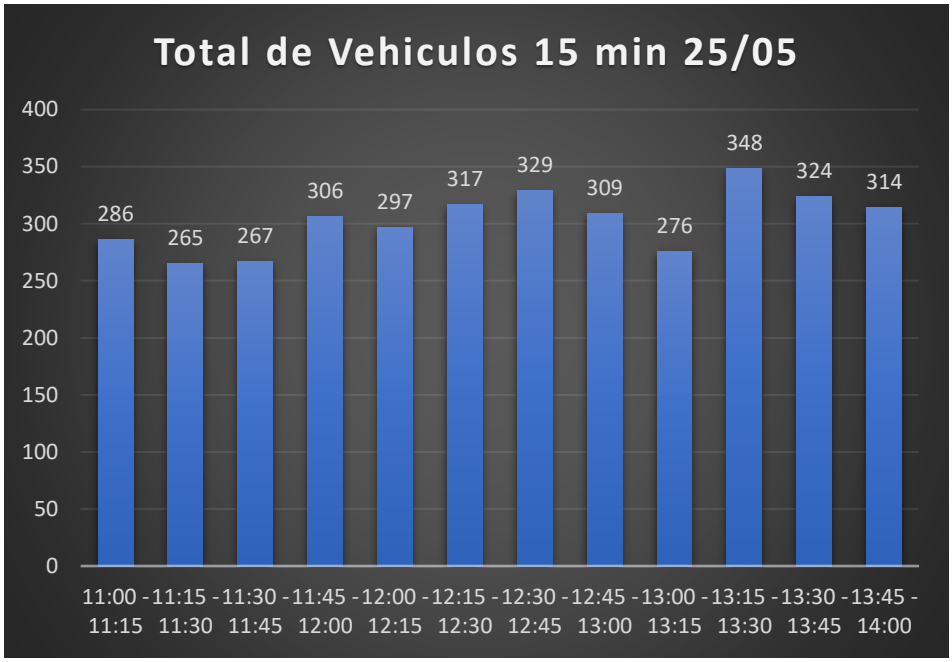
Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el jueves 25/05/2023



Nota: El vehículo de mayor circulación el jueves 25/05/2023 son los Bajaj que brindan servicios de mototaxi, y el de menor circulación son los Camión 3E.

Figura 25

Total de Vehículos cada 15 min 25/05/2023



Nota: La hora del flujo del jueves 25/05/2023 de máxima cantidad de vehículos son a las 13:15 y 13:30 horas, y la mínima cantidad de vehículos se da a las 11:15 y 11:30 horas.

Se obtuvieron los siguientes resultados, para el día viernes 26/05/2023.

Tabla 19

Flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Viernes 26/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	53	75	21	4	1	0	20	0	0	0	**174**
	11:15 - 11:30	56	59	18	3	1	0	20	0	0	0	**157**
	11:30 - 11:45	62	79	19	10	1	0	27	2	0	0	**200**
	11:45 - 12:00	61	82	26	9	0	0	12	0	1	0	**191**
	12:00 - 12:15	57	87	26	4	0	0	18	0	1	0	**193**
	12:15 - 12:30	64	81	25	4	1	0	19	1	0	0	**195**
	12:30 - 12:45	68	87	32	2	0	0	28	0	0	0	**217**
	12:45 - 13:00	73	95	22	5	0	0	24	0	1	0	**220**
	13:00 - 13:15	60	86	21	0	1	0	11	2	0	0	**181**
	13:15 - 13:30	70	92	22	9	0	0	31	0	0	0	**224**
	13:30 - 13:45	57	79	25	9	0	0	22	0	0	0	**192**
	13:45 - 14:00	55	69	26	1	0	0	16	0	0	0	**167**
Total vehículos		**736**	**971**	**283**	**60**	**5**	**0**	**248**	**5**	**3**	**0**	**2311**

Nota: El flujo vehicular máximo el viernes 26/05/2023 en el Jr. Leoncio Prado se presenta entre las 13.15 y 13.30 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:15 y 11:30 horas.

Tabla 20

flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en el Jr. Ayacucho

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Viernes 26/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	12	40	18	3	0	0	0	0	0	0	**73**
	11:15 - 11:30	21	58	9	13	0	0	0	0	1	0	**102**
	11:30 - 11:45	25	44	11	8	3	0	0	0	2	0	**93**
	11:45 - 12:00	17	51	12	6	0	0	0	0	1	0	**87**
	12:00 - 12:15	15	61	23	5	2	0	0	2	0	0	**108**
	12:15 - 12:30	31	80	24	1	0	1	0	2	0	0	**139**
	12:30 - 12:45	35	48	27	2	0	0	0	1	4	0	**117**
	12:45 - 13:00	33	52	23	7	1	0	0	1	0	0	**117**
	13:00 - 13:15	37	28	15	1	0	0	0	0	0	0	**81**
	13:15 - 13:30	33	68	27	8	0	0	0	0	0	0	**136**
	13:30 - 13:45	39	69	21	6	0	0	0	0	0	0	**135**
	13:45 - 14:00	29	57	26	6	0	0	0	0	0	0	**118**
Total vehículos		**327**	**656**	**236**	**66**	**6**	**1**	**0**	**6**	**8**	**0**	**1306**

Nota: El flujo vehicular máximo el viernes 26/05/2023 en el Jr. Ayacucho se presenta entre las 12:15 y 12.30 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:00 y 11:15 horas.

Tabla 21

flujo vehicular el viernes 26/05/2023 en la Intersección

Día	Hora	Moto Lineal	Bajaj	Automóvil	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	
Viernes 26/05/2023 Intersección	11:00 - 11:15	65	115	39	7	1	0	20	0	0	0	**247**
	11:15 - 11:30	77	117	27	16	1	0	20	0	1	0	**259**
	11:30 - 11:45	87	123	30	18	4	0	27	2	2	0	**293**
	11:45 - 12:00	78	133	38	15	0	0	12	0	2	0	**278**
	12:00 - 12:15	72	148	49	9	2	0	18	2	1	0	**301**
	12:15 - 12:30	95	161	49	5	1	1	19	3	0	0	**334**
	12:30 - 12:45	103	135	59	4	0	0	28	1	4	0	**334**
	12:45 - 13:00	106	147	45	12	1	0	24	1	1	0	**337**
	13:00 - 13:15	97	114	36	1	1	0	11	2	0	0	**262**
	13:15 - 13:30	103	160	49	17	0	0	31	0	0	0	**360**
	13:30 - 13:45	96	148	46	15	0	0	22	0	0	0	**327**
	13:45 - 14:00	84	126	52	7	0	0	16	0	0	0	**285**
Total vehículos (3h)		**1063**	**1627**	**519**	**126**	**11**	**1**	**248**	**11**	**11**	**0**	**3617**
		29.39%	44.98%	14.35%	3.48%	0.30%	0.03%	6.86%	0.30%	0.30%	0.00%	
Total vehículos (VHMax)		**376**	**591**	**202**	**30**	**4**	**1**	**89**	**7**	**6**	**0**	
		29.08%	45.71%	15.62%	2.32%	0.31%	0.08%	6.88%	0.54%	0.46%	0.00%	
Total vehículos (VHMin)		**307**	**488**	**134**	**56**	**6**	**0**	**79**	**2**	**5**	**0**	
		28.51%	45.31%	12.44%	5.20%	0.56%	0.00%	7.34%	0.19%	0.46%	0.00%	

Nota: El flujo vehicular máximo el viernes 26/05/2023 en la intersección se presenta entre las 13:15 y 13:30 horas, y flujo vehicular mínimo se da entre 11:00 y 11:15 horas.

Con los datos de la intersección podemos encontrar FPH.

Tabla 22

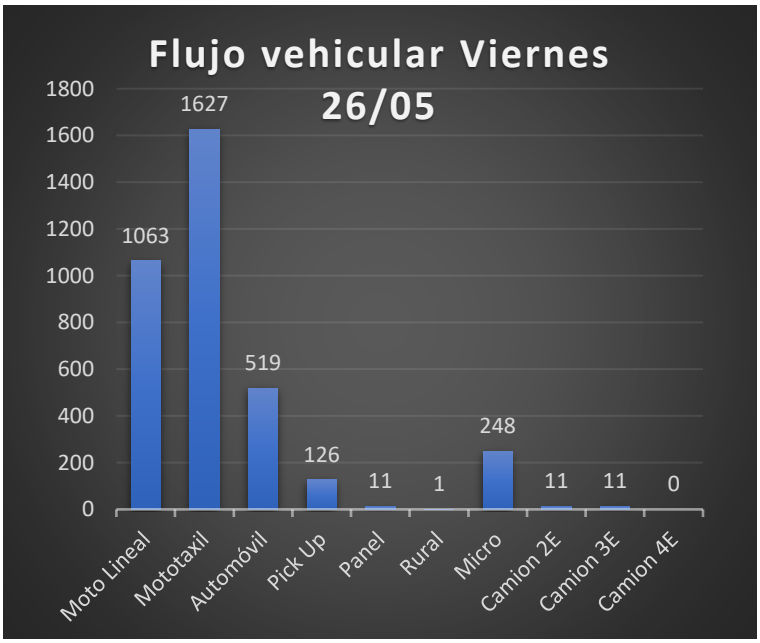
Factor Pico Horario miércoles 26/05/2023

Periodo Max.	**337**
Hora Max.	1306
FHP	0.97

Nota: El periodo máximo del viernes 26/05/2023 es de 337 y un total de 1306 vehículos en la hora máxima.

Figura 26

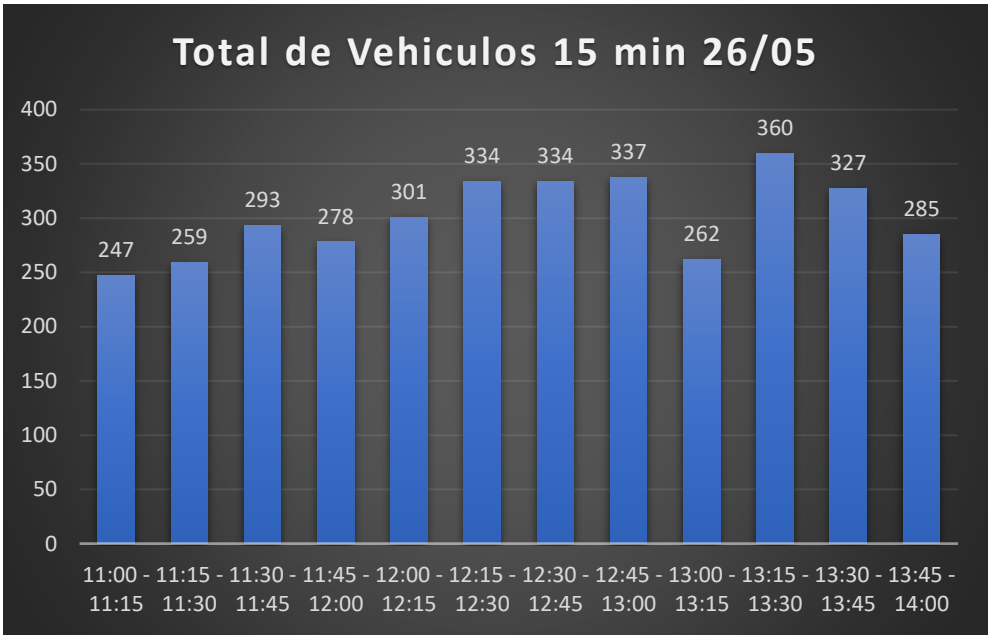
Tipo de vehículo de mayor de mayor circulación el viernes 26/05/2023



Nota: El vehículo de mayor circulación el viernes 26/05/2023 son los Bajaj que brindan servicios de mototaxi, y el de menor circulación son los carros que brindan servicio Rural.

Figura 27

Total de Vehículos cada 15 min 26/05/2023



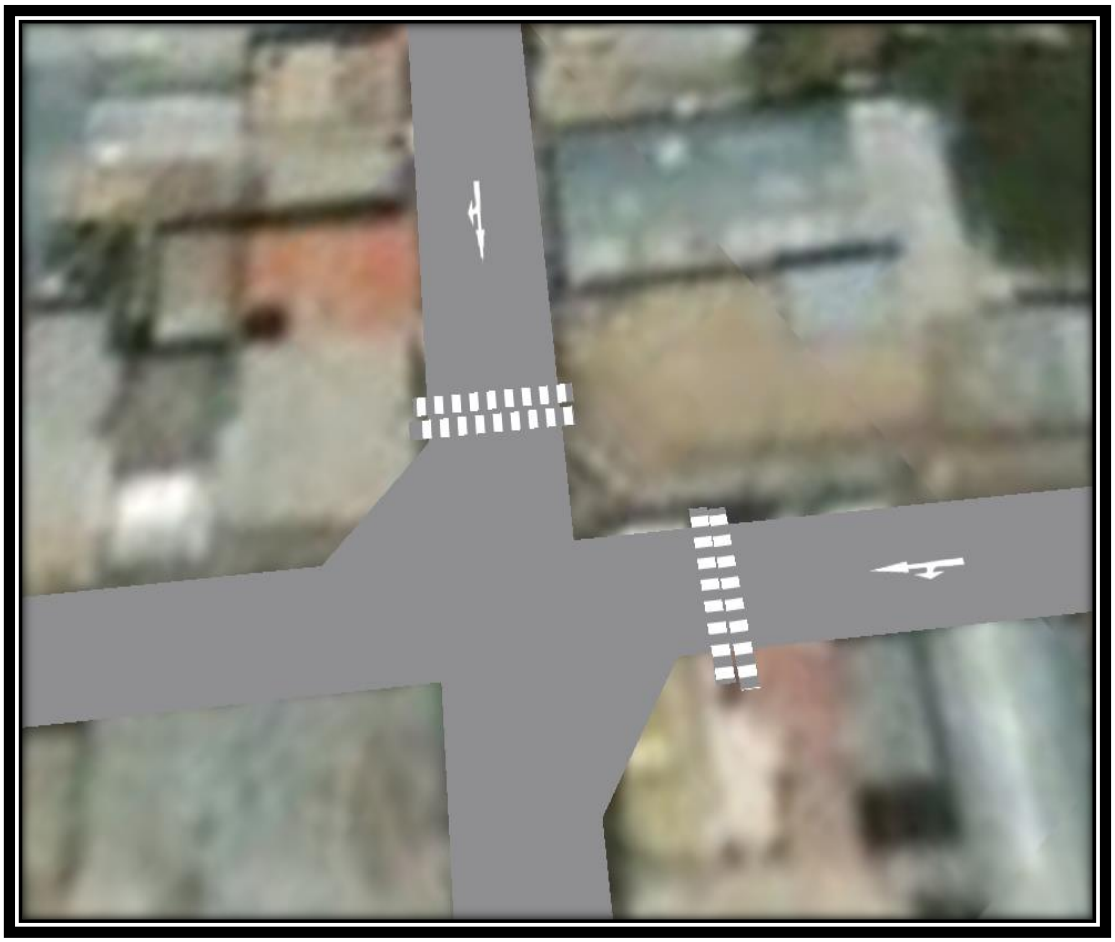
Nota: La hora del flujo del viernes 26/05/2023 de máxima cantidad de vehículos son entre 13:15 y 13:30 horas y la mínima cantidad de vehículos se da a las 11:00 y 11:15 horas.

- **Microsimulación de tránsito en el software VISSIM:**

Se realizó la microsimulación del estudio de tránsito de la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho en su estado actual, se tomó en consideración los problemas que se presentan en ambos jirones que pueden afectar el libre desplazamiento de los vehículos.

Figura 28

Microsimulación de tránsito sin semáforo



Nota: La figura es adaptado del software Vissim.

En la figura se presenta el modelo de las vías del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, este será el modelo para la microsimulación de tránsito vehicular y peatonal en la intersección presente.

Rendimiento promedio de la vía: Los indicadores como retraso promedio, numero de paradas promedio y velocidad promedio son esenciales para comprender y mejorar la eficiencia del sistema de transporte.

Figura 29
Rendimiento promedio de la vía sin semáforo

Vehicle Network Performance Evaluation Results

Count: 1	SimRun	TimeInt	DelayAvg(todos)	StopsAvg(todos)	SpeedAvg(todos)
1	1	0-4200	16.64	1.26	9.59

Nota: Para la microsimulación de tránsito sin semáforo se tiene un retraso promedio de 16.64 segundo, 1.26 paradas promedios y la velocidad promedio de transporte es de 9.59 km/h. La figura es adaptada del software Vissim.

Velocidad promedio de transporte sin semáforo: **9.59 km/h**

Longitud de cola: Las longitudes de las colas para la simulación de tráfico se basan en la "Teoría de las colas" realizada por Dane Agner Krarup Erlang en 1909. La teoría de Agner es un estudio matemático de los servicios de colas la cual estudia el tiempo de espera para poder seguir con normalidad sus funciones.

Figura 30
Longitud de cola sin semáforo

Queue Results

Count: 2	SimRun	TimeInt	QueueCounter	QLen	QLenMax
1	1	0-4200	1: Cola LP	43.80	78.99
2	1	0-4200	2: Cola A	17.93	65.57

Nota: Para la microsimulación de tránsito sin semáforo se tiene una longitud de cola promedio para el Jr. Leoncio Prado de 43.80 m y una longitud de cola máximo de 78.99 m. Por otra parte, la longitud de cola promedio del Jr. Ayacucho es de 17.93 m y su longitud es cola máxima de 65.57 m La figura es adaptada del software Vissim.

Longitud de cola promedio sin semáforo: Se considera el promedio de las longitudes de cola del Jr. Leoncio prado y Jr. Ayacucho.

$$Longitud\ de\ cola = \frac{Longitud\ de\ cola\ Lp + Longitud\ de\ cola\ A}{2}$$

$$Longitud\ de\ cola = \frac{43.80 + 17.93}{2} = \mathbf{30.865\ m}$$

Tiempo de viaje: Es la duración o cantidad de tiempo que lleva recorrer una distancia específica entre dos puntos por un vehículo.

Figura 31

Tiempo de viaje sin semáforo

Vehicle Travel Time Results

Count: 4	SimRun	TimeInt	VehicleTravelTimeMeasurement	TravTm(todos)	DistTrav(todos)
1	1	0-4200	1: Tiempo de Viaje LP 65 m	23.34	65.55
2	1	0-4200	2: Tiempo de viaje LP-A 56 m	19.52	56.49
3	1	0-4200	3: Tiempo de viaje A 72 m	28.91	72.06
4	1	0-4200	4: Tiempo de viaje A-P 69 m	30.12	69.63

Nota: Para la microsimulación de tránsito sin semáforo se tiene un tiempo de viaje para el Jr. Leoncio Prado de 23.34 segundos para una distancia relativa de 65.55 m, por otra pare para el jr. Ayacucho se obtiene un tiempo de 28.91 segundos para una distancia relativa de 72.06 m, para los vehículos que ingresan por el Jr. Leoncio Prado y gira al Jr. Ayacucho se obtiene 19.52 segundos para 56.49 m y para los vehículos que ingresan por el Jr. Ayacucho y gira al Jr. Leoncio Prado se obtiene 30.12 segundos para 69.63 m. La figura es adaptada del software Vissim.

Tiempo de viaje promedio sin semáforo: Es la sumatoria del producto del tiempo (TravTm) por su distancia (DistTrav) entre la sumatoria de todas las distancias (DistTrav) del Jr. Leoncio prado y Jr. Ayacucho.

$$Tiempo\ de\ viaje\ promedio\ = \frac{\sum(Trav_i)(Dist_i)}{\sum(Dist_i)} =$$

$$= \frac{23.34x65.55 + 19.52x56.49 + 28.21x72.06 + 30.12x69.63}{65.55 + 56.49 + 72.06 + 69.63}$$

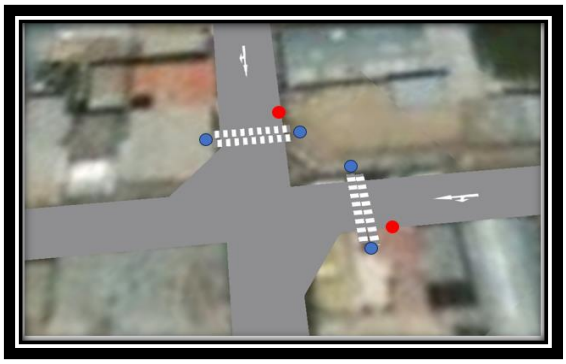
$$Tiempo\ de\ viaje\ promedio\ = 25.83\ seg$$

- **Propuesta de semaforización**

Se realizó la microsimulación del estudio de tránsito de la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho con una propuesta de solución (Propuesta de semaforización), se tomó en consideración los problemas que se presentan en ambos jirones que pueden afectar el libre desplazamiento de los vehículos.

Figura 32

Microsimulación de tránsito con semáforo



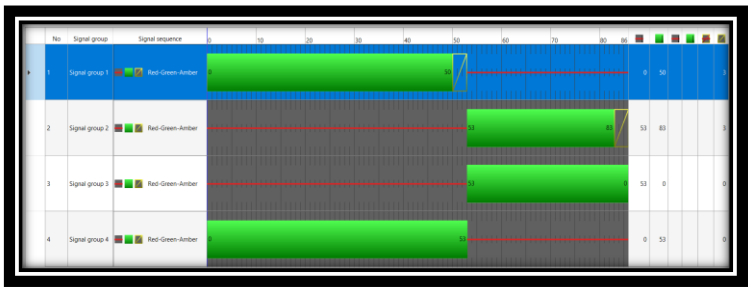
Nota: Los puntos rojos representan un semáforo para los vehículos para cada jirón respectivamente, los puntos azules son los semáforos para los peatones. La figura es adaptada del software Vissim.

Fases de semaforización: Se plantearon cuatro fases de semáforos, uno para los peatones y uno para los vehículos en total, dos por cada jirón.

La fase 1 y 2 corresponde a las fases para el tránsito vehicular, las fases 3 y 4 para los peatones que son la inversa de las fases de sus jirones como se muestra en la siguiente figura.

Figura 33

Propuesta de semaforización

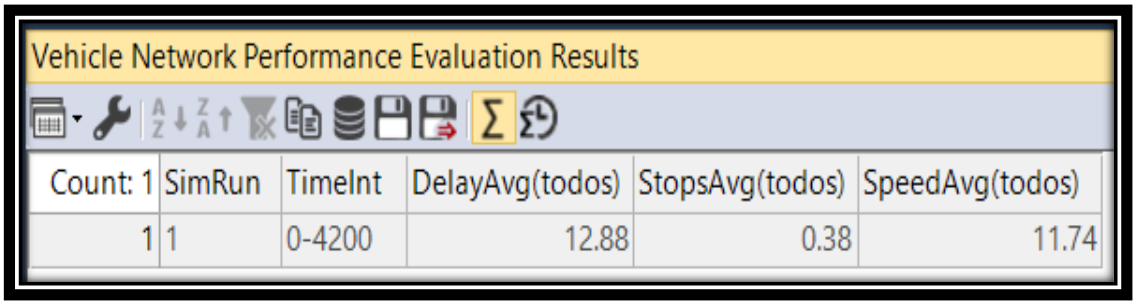


Nota: La fase vehicular consta de 50 segundos para el Jr. Leoncio Prado y 30 Segundos PARA EL Jr. Ayacucho. La figura es adaptada del software Vissim.

Una vez definida las fases semafóricas se evalúa de la misma manera con las condiciones primarias para poder realizar un cuadro comparativo entre las propiedades obtenidas en un inicio con las propiedades obtenidas con la propuesta de semaforización planteada.

Figura 34

Rendimiento promedio de la vía promedio con semáforo



Vehicle Network Performance Evaluation Results

Count: 1	SimRun	TimeInt	DelayAvg(todos)	StopsAvg(todos)	SpeedAvg(todos)
1	1	0-4200	12.88	0.38	11.74

Nota: Para la microsimulación de tránsito con semáforo se tiene un retraso promedio de 12.88 segundo, 0.38 paradas promedios y la velocidad promedio de transporte es de 11.74 km/h. La figura es adaptada del software Vissim.

Velocidad promedio de transporte con semáforo: **11.74 km/h**

Figura 35

Longitud de cola con semáforo

Queue Results

Count: 2	SimRun	TimeInt	QueueCounter	QLen	QLenMax
1	1	0-4200	1: Cola LP	22.46	71.69
2	1	0-4200	2: Cola A	21.56	65.59

Nota: Para la microsimulación de tránsito con semáforo se tiene una longitud de cola promedio para el Jr. Leoncio Prado de 22.46 m y una longitud de cola máximo de 71.69 m. Por otra parte, la longitud de cola promedio del Jr. Ayacucho es de 21.56 m y su longitud e cola máxima de 65.59 m La figura es adaptado del software Vissim.

Longitud de cola promedio con semáforo: Se considera el promedio de las longitudes de cola del Jr. Leoncio prado y Jr. Ayacucho.

$$Longitud\ de\ cola = \frac{Longitud\ de\ cola\ Lp + Longitud\ de\ cola\ A}{2}$$

$$Longitud\ de\ cola = \frac{22.46 + 21.56}{2} = \mathbf{22.01\ m}$$

Figura 36

Tiempo de viaje con semáforo

Vehicle Travel Time Results

Count: 4	SimRun	TimeInt	VehicleTravelTimeMeasurement	TravTm(todos)	DistTrav(todos)
1	1	0-4200	1: Tiempo de Viaje LP 65 m	16.07	65.55
2	1	0-4200	2: Tiempo de viaje LP-A 56 m	13.66	56.49
3	1	0-4200	3: Tiempo de viaje A 72 m	34.23	72.06
4	1	0-4200	4: Tiempo de viaje A-P 69 m	31.68	69.63

Nota: Para la microsimulación de tránsito con semáforo se tiene un tiempo de viaje para el Jr. Leoncio Prado de 16.07 segundos para una distancia relativa de 65.55 m, por otra pare para el jr. Ayacucho se obtiene un tiempo de 34.23 para una distancia relativa de 72.06 m, para los vehículos que ingresan por el Jr. Leoncio Prado y gira al Jr. Ayacucho se obtiene 13.66 segundos para 56.49 m y para los vehículos que ingresan por el Jr. Ayacucho y gira al Jr.

Leoncio Prado se obtiene 31.68 segundos para 69.63 m. La figura es adaptada del software Vissim.

Tiempo de viaje promedio con semáforo: Es la sumatoria del producto del tiempo (TravTm) por su distancia (DistTrav) entre la sumatoria de todas las distancias (DistTrav) del Jr. Leoncio prado y Jr. Ayacucho.

$$Tiempo\ de\ viaje\ promedio\ = \frac{\sum(Trav_i)(Dist_i)}{\sum(Dist_i)} =$$

$$= \frac{16.07x65.55 + 13.66x56.49 + 34.23x72.06 + 31.68x69.63}{65.55 + 56.49 + 72.06 + 69.63}$$

$$Tiempo\ de\ viaje\ promedio\ = 24.64\ seg$$

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Mediante el estudio realizado, la hipótesis "H_0: La propuesta de semaforización que reduce la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM mejora la transitabilidad de peatones y vehículos", queda comprobado como se muestra en el capítulo IV.

La propuesta de semaforización reduce la longitud de cola promedio de la intersección de 30.865 m a 22.01 m teniendo una optimización del 28.69 %. La propuesta de semaforización disminuye el tiempo de viaje promedio de la intersección de 25.83 segundos a 24.64 segundos teniendo una optimización del 4.61 %. Si bien es cierto que la optimización es mínima, esto es debido a que se tomó como vía principal al Jr. Leoncio Prado, esto hace que el tiempo de viaje del Jr. Ayacucho aumente. La propuesta de semaforización aumenta la velocidad promedio de transporte en la intersección de 9.59 km/h a 11.74 Km/h teniendo una optimización de 22.42%.

La propuesta de semaforización efectivamente nos resuelve el problema con niveles de servicio óptimos, tal como planteamos en nuestra hipótesis.

La simulación del flujo vehicular se llevó a cabo utilizando el software Vissim, permitiendo mejorar la eficiencia mediante la regulación y ajuste de los tiempos de las fases de los semáforos.

Se evaluaron los niveles de servicio en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho utilizando el software Vissim, obteniendo un nivel de servicio actual de E, después de la implementación de la propuesta de semáforo se obtuvo un nivel de servicio C.

Cuadro de relación de variables

Tabla 23

Cuadro de relación de variables

	Sin semáforo	Con semáforo	Porcentaje de mejora
Longitud de cola (m)	30.865	22.01	28.69 %
Tiempo de viaje promedio (seg)	25.83	24.64	4.61 %
velocidad promedio (Km/h)	9.59	11.74	22.42%

Por tanto, se comprueba la Hipótesis H_0 como verdadera

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La propuesta de semaforización reduce la longitud de cola promedio de la intersección de 30.865 m a 22.01 m teniendo una optimización del 28.69 %. Disminuye el tiempo de viaje promedio de la intersección de 25.83 segundos a 24.64 segundos teniendo una optimización del 4.61 %. Aumenta la velocidad promedio de transporte en la intersección de 9.59 km/h a 11.74 Km/h teniendo una optimización de 22.42%.

El nivel de servicio de la interseccion es de nivel E, con la propuesta de semaforizacion mejora el nivel de servicio hasta el nivel C. Para la presente tesis se reduce la congestion vehicular y mejora la transitabilidad con una propuesta de semaforizacion.

Mediante el estudio realizado por Guamán & Mosquera (2020), en su tesis, muestra como resultado de su inestigacion que la semaforizacion no es aplicable en su problema, por ello plantea implementar reductores de velocidad de diseño trapezoidal o pompeyano, estos reductores a su vez cumple la funcion de mejorar la seguridad de peatones y ciclistas.

Por otra parte Basurto & Yzaguirre (2019), en su tesis, evalua la propuesta de semaforización utilizando el software PTV VISSIM 9.0, experimentando una disminución del 77.53% en la extensión de la fila de vehículos, en contraste, en el acceso sur se redujo en un 63.13%. Además, en los accesos de MiFarma y la Estación de Bicicletas, se registraron reducciones del 51.31% y del 73.85%, respectivamente.

La aplicación de software en las simulaciones de transito es de mucha ayuda en la actualidad, permite realizar un analisis detallado de un estado actual o uno completamente nuevo para realizar pronosticos como lo menciona Ccalli & Coronel (2023), que utiliza el software PTV Vissim 9.00

(versión estudiantil). Para la intersección de la Av. Jorge Basadre Grohmann con la Av. Patricio Meléndez, se obtuvo un nivel de servicio "Tipo C" y en la intersección entre la Av. Patricio Meléndez y la Av. Industrial, con un nivel de servicio "Tipo B". Se propone ciclos semáforicos para ambas intersecciones en estudio. Lo mejores resultados se obtuvieron con los ciclos de duración específicos para los diferentes accesos. Para los accesos ED1 y ED2 se determinó un ciclo de 56 segundos.

CONCLUSIONES

- La propuesta de semaforización que se plantea en la presente tesis en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho consta de 4 fases y un periodo total de 86 segundos: Primera fase para el Jr. Leoncio Prado, con un tiempo de luz verde de 50 segundo la segunda fase para el Jr. Ayacucho, con una luz verde de 30 segundo, la tercera fase es para el cruce peatonal del Jr. Leoncio Prado y la cuarta fase para el cruce peatonal del Jr. Ayacucho, con esta propuesta se reduce la longitud de cola en 28.69%, el tiempo de viaje se reduce en 4.61% y la velocidad de viaje aumenta en 22.42%. Esta propuesta disminuye la congestión vehicular y mejora la transitabilidad vehicular y peatonal en la intersección como se muestra en el capítulo IV.

- Los vehículos que más transitan por la intersección son las motos lineales, trimoviles, y autos, teniendo un promedio de motos líneas de 1060 vehículos, de mototaxis un promedio de 1635 vehículos siendo este el que más transita por la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho, en tercer lugar, se tiene a los automóviles con un promedio de 509 vehículos.

- Se realizó una microsimulación del tránsito teniendo en cuenta los parámetros necesarios en el software Vissim para su correcta ejecución, como son el número de corridas y su calibración, obteniendo los resultados primarios en las que se encuentra la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho, en el software nos menciona que el tiempo de demora esta alrededor de los 30 segundos, pero en la realidad hay momentos en que por la imprudencia de conductores se obstruye el paso y se pueden quedar estancados hasta por 5 minutos.

- Los principales problemas en la intersección del Jr. Leoncio Prado y el Jr. Ayacucho son los vehículos estacionados, la imprudencia de los conductores y los vendedores ambulantes, falta una propuesta de reorganización por parte de las autoridades responsables para mejorar la transitabilidad vehicular.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de diferentes softwares para el análisis del tránsito, como es el software Synchro 8, plantear diferentes tipos de fases semafóricas para hacer un cuadro comparativo y elegir la opción mas viable para un determinado lugar.

- El software Vissim no tiene todas las clasificaciones vehiculares, por este motivo es primordial utilizar un factor de corrección para hacer un equivalente de vehículos, como los es de motos a autos o mototaxis a autos.

- El diseño que se hace en el software Vissim no necesita ser exacto en lo que refiere al diseño geométrico de la vía, mientras cumpla con los aspectos generales, como es el ancho de vía, la composición vehicular y la cantidad de vehículos que se presenta el software nos ofrece resultados casi exactos, el software Vissim en su versión para estudiantes tiene funciones limitadas, si se requiere hacer el estudio de un gran área o con una composición vehicular compleja se necesita la versión original del software para obtener los resultados de la forma más real posible.

- Se recomienda realizar un estudio completo con el ancho de vía sin ningún obstáculo, y uno con las limitaciones, de los vehículos estacionados u obstáculos presentes en la vía

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, K. (2020). *Microsimulación de los desplazamientos peatonales y vehiculares utilizando los softwares vissim 9.0 y viswalk 9.0 en la plazuela Bolognesi de la ciudad de Cajamarca.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca: https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3731

Alvarez, J. (Abril de 2017). *Micro-simulación intermodal en la ciudad del Cusco empleando los software Vissim 8 y Viswalk 8.* Obtenido de Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8642

Arteaga, J. (Julio de 2018). *"Microsimulación del Tráfico en la Ciudad de Cerro de Pasco con el Programa PTV Vissim 9" Caso: Intersección Ca. Alfonso Rivera, Ca. Lima y Ca. Huancavelica.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/274

Ballén, F. (2007). Derecho a la movilidad. La experiencia de Bogotá D. C. En *Prolegómenos Derechos y valores* (págs. 169-181). Obtenido de Dialnet: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2667871

Basurto, L., & Yzaguirre, R. (2019). *Propuesta de un sistema de semaforización para reducir el grado de saturación en las intersecciones de Av. Angamos Este con Av. República de Panamá, Av. Tomás Marsano y Av. Aviación; a través de la metodología del Ramp Metering.* Obtenido de Repositorio Academico UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/629963?show=full

Candelaria, B. (2011). Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura. *Scielo*. https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300004

Ccalli, F., & Coronel, J. (2023). *Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial con software PTV VISSIM en av. Patricio Meléndez tramo av. Jorge Basadre Grohmann hasta av. Industrial, provincia de Tacna – 2022.* Obtenido de Red de Repositorios Latinoamericanos: https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6620277

Cereceda, C. (2018). *Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624787

Chavez, M. (2013). *Simulacion de Sistemas*. Obtenido de Scribd: https://es.scribd.com/doc/116361993/simulacion-de-sistemas#

Chavéz, V. (2005). *manual de diseño geométrico de vías urbanas.* Obtenido de Instituto de la Construcción y Gerencia: https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual%20VCHI%20(2005).pdf

Díaz, J. (2022). *Influencia de la geometría en la determinación de los puntos de conflicto en una intersección de viales.* Obtenido de INGEGRAF: https://personal.ua.es/es/roberto-tomas/documentos/influencia-de-la-geometria-en-puntos-de-conflicto-de-intersecciones-ingegraf-badajoz.pdf

DNV. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.* Obtenido de Dirección de Normatividad Vial: https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf

Fellendorf, M., & Vortisch, p. (2010). *Simulador de flujo de tráfico microscópico VISSIM. En: Barceló, J., Ed., Fundamentals of Traffic Simulation, International Series in Operations Research & Management Science.* Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6142-6_2

Flores, C., & Gonzales, R. (2007). *Análisis comparativo del cálculo del tamaño de muestra para la realización de encuestas domiciliarias en la construcción de una matriz origen-destino de pasajeros, entre un diseño muestral y la aplicación de un porcentaje de la población.* Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100014&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-5609.

Flórez, S. (2019). *Calibración y validación de parámetros de comportamiento mediante microsimulación en intersecciones, caso estudio Tunja.* Obtenido de Repositorio de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3772?mode=full

Fontalvo, K. (2013). *Modelación del transito vehicular con el software pvt vissim tramo Bomba el Gallo - Bomba el Amparo.* Obtenido de Repositorio de la universidad de Cartegena: https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/532

García, T. (2014). *Capacidad y niveles de servicio.* Obtenido de Slideshare: https://es.slideshare.net/thayragarcia/capacidad-y-niveles-de-servicio

Gitakrishnan, R., & Siddharth, S. (2013). *Calibration of VISSIM for Indian Heterogeneous Traffic.* Obtenido de ScienceDirect: https://pdf.sciencedirectassets.com/277811/1-s2.0-S1877042813X00369/1-s2.0-S1877042813045229/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHQaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDzn%2FY2xEfPrBnP45Viqat5NfRmITQ4WeOzLIjZFSGqOAIgW5xcNxB%2B78cLxwD%2FUXkGmypS5PZqcfTyw8dGG3

Guamán, I., & Mosquera, N. (2020). *Propuesta de semaforización mediante modelación en el programa Vissim de la intersección vial de la calle 15 con carrera 31, Acancias - Meta.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia: https://repository.ucc.edu.co/items/6fbe3f1b-8fb0-443f-b934-63bb8bdd4530

Holgado, E. (2012). *studio de regulación del tránsito de vehículos y peatones en los alrededores de la avenida Portugal de Salamanca.* Obtenido de Universidad Politécnica de Catalunya: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16776/EstudioDeRegulacionDelTransito_EmmaHolgado.pdf

IDU, Instituto de Desarrollo Urbano. (2008). *Guía Para el Diseño De Vías Urbanas Para Bogotá DC.* Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: https://docplayer.es/23267551-Guia-para-el-diseno-de-vias-urbanas-para-bogota-d-c.html

Lizarbe, H. (2022). *Congestión vehicular y contaminación del aire en el Centro Histórico de Ayacucho.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán: https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7425

Mamani, K. (2020). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para reducir la congestión vehicular de los accesos al puente señor de burgos en la ciudad de Huánuco, 2019.* Obtenido de Repositorio de la universidad de Huánuco: http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2315

Mejía , I. (2017). *Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca.* Obtenido de Repositorio Universidad de Cuenc: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28111

MTC. (2002). *Código Nacional de Tránsito Ley 769 de 2002.* Obtenido de Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

MTC/14. (14 de 06 de 2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.* Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicacíones- PROVIAS: http://www.proviasdes.gob.pe/Prog_incentivos/Normatividad/Norm_sectorial_vinc_meta_40/Glosario_Terminos_Uso_Frecuente_jun13.pdf

Muñoz, A. (2021). *Propuesta de mitigación para la congestión vehicular a través de corredores de vida alternativos para la ciudad de Armenia,*

Quíndio, Colombia. Obtenido de Repositorio de la Universidad Antonio Nariño: http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6636

Narváez, R., & Zapardiel, A. (2015). *Modelación del tránsito vehicular en el sector bomba El Amparo -Sao la Plazuela, Cartagena por medio del software PTV Vissim.* Obtenido de Repositorio de la Universidad de Cartagena.

Papageorgiou, J. (Enero de 2006). *A Microscopic Traffic Simulation Model for Transportation Planning in Cyprus.* Obtenido de University of Cyprus: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45359462/A_Microscopic_Traffic_Simulation_Model_f20160504-25886-a329hz-libre.pdf?1462403366=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA_Microscopic_Traffic_Simulation_Model_f.pdf&Expires=1675444004&Signature=

Peréz, C. M., & Porras, C. M. (23 de octubre de 2019). *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Americas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9.* Obtenido de Repositorio académico UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621586/browse?type=dateissued

Pursula, M. (2015). Simulation of Traffic Systems - An Overview. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*. Obtenido de https://publish.uwo.ca/~jmalczew/gida_5/Pursula/Pursula.html

Quezada, L. (2019). *Metodología de la investigación.* Lima. MACRO.

RAE. (2014). *Diccionario de la lengua española (23a ed.).* Obtenido de Real Academia Española: https://dle.rae.es/conservar?m=form

Rosales, J. (2015). *Informe de Movilidad.* Obtenido de Lima como vamos: https://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2016/09/InformeMovilidad2015-1.pdf

Suárez, L. (2007). *Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante la micro-simulación.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia.

Vidal, R. (05 de Mayo de 2010). *Aplicación de Modelos de Microsimulación en la Ingeniería de Tránsito.* Obtenido de Revista Vial: http://revistavial.com/aplicacion-de-modelos-de-microsimulacion-en-la-ingenieria-del-transito-25993/

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ordoñez Melgarejo, K. (2024). *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en el cruce del jr. leoncio prado y jr. ayacucho aplicando microsimulación en el software Vissim, Huánuco – Huánuco – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. http://...

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Figura 37
Resolución de aprobación del proyecto de trabajo de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN Nº 898-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de abril de 2023

Visto, el Oficio N° 623-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO – 2023.",** presentado por el (la) Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO.**

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 288-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023, perteneciente a la Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 623-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO – 2023.",** presentado por el (la) Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria (Secretario) y Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "**PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO – 2023.",** presentado por el (la) Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jhovani Monzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Exp. Graduando – Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

Figura 38
Resolución de nombramiento de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN Nº 2177-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de setiembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1498-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 439430-0000008370, de la Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO,** quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 439430-0000008370, presentado por el (la) Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 288-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO** al Mg. Joel Luis Guarniz Flores; quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 288-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023.

Artículo Segundo.-. DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Karla Romina ORDOÑEZ MELGAREJO** al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Ibeyani Monzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería – PAIC– Asesor– Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BCR/EIJML/nto

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 24
Matriz de Consistencia

TÍTULO: PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN EL CRUCE DEL JR. LEONCIO PRADO Y JR. AYACUCHO APLICANDO MICROSIMULACIÓN EN EL SOFTWARE VISSIM, HUÁNUCO – HUÁNUCO – 2023.

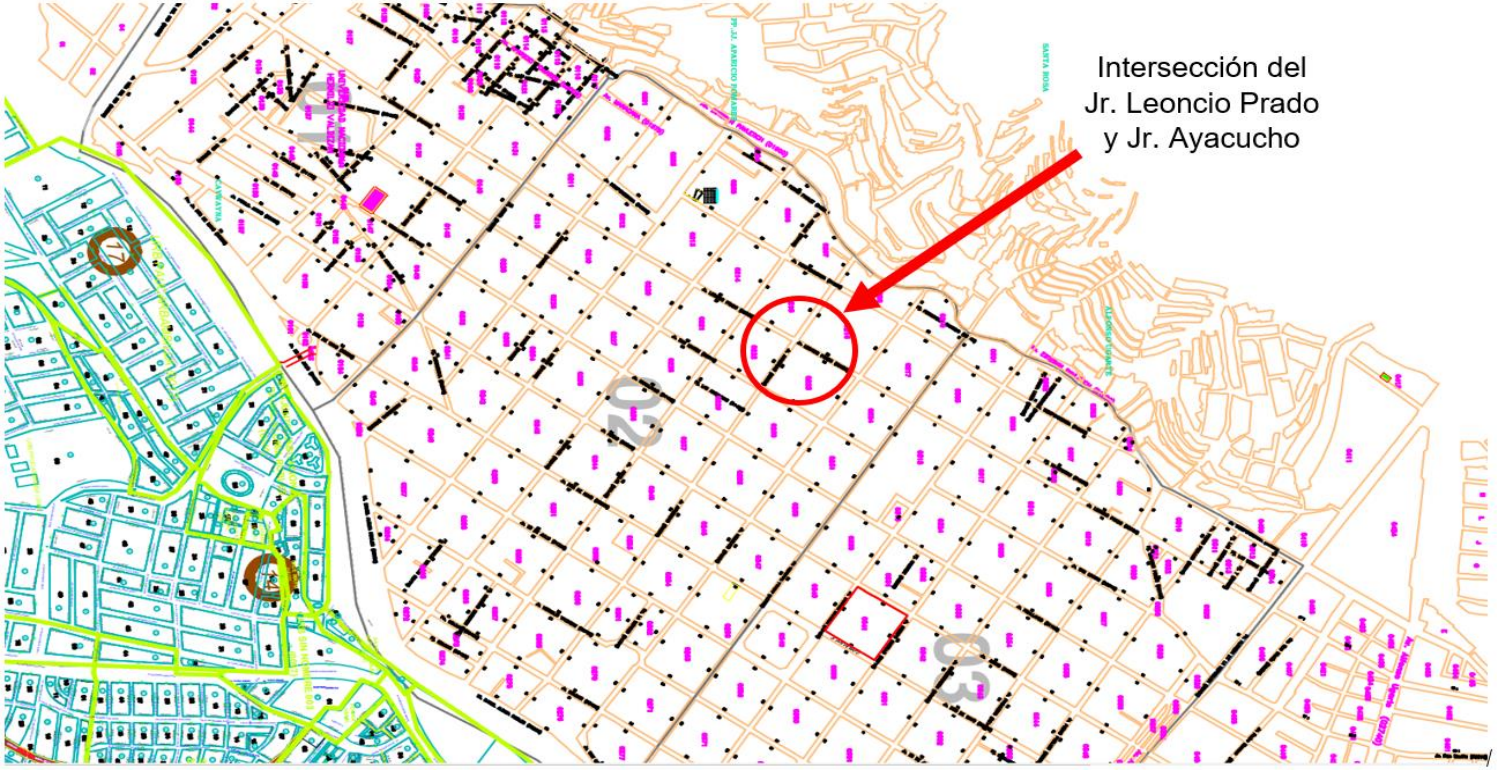
Formulación del problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Metodología**	**Población y muestra**
Problema general: **¿Cómo proponer la semaforización que reduce la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, Huánuco – Huánuco – 2023?** Problema específico: • **¿Cómo constatar los flujos de transporte a través de aforos, identificando el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) para el modelo de microsimulación, Huánuco – Huánuco – 2023?**	**Objetivo General** Proponer la semaforización que reduce la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, Huánuco – Huánuco – 2023. **Objetivos específicos** • Constatar los flujos de transporte a través de aforos, identificando el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) para el modelo de microsimulación, Huánuco – Huánuco – 2023.	**Hipótesis General** H_0: La propuesta de semaforización que reduce la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM mejora la transitabilidad de peatones y vehículos, Huánuco – Huánuco – 2023. H_1: La propuesta de semaforización que reduce la congestión vehicular en el cruce del Jr. Leoncio Prado y Jr.	**Variable dependiente:** - Reducción de congestionamiento vehicular. - Mejora de transitabilidad peatonal y vehicular. **Variable independiente:** - Propuesta de semaforización.	**Enfoque** El enfoque de la investigación es cuantitativo **Alcance o nivel** El alcance de la investigación es correlacional. **Diseño** El diseño de la investigación es no experimental	**Población** La población está compuesta por todos los usuarios que utilizan diariamente la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco - Huánuco. Los usuarios están conformados por los conductores, vehículos y peatones. **Muestra** La muestra está conformado el flujo vehicular en la hora pico comprendido

• **¿Cómo generar un modelo de microsimulación para la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho utilizando los tiempos de viaje de los vehículos como parámetro de eficiencia, calibrado y validado actualmente, Huánuco – Huánuco – 2023?** • **¿Cómo identificar los principales problemas que causan la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco – 2023?**	• Generar un modelo de microsimulación para la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho utilizando los tiempos de viaje de los vehículos como parámetro de eficiencia, calibrado y validado actualmente, Huánuco – Huánuco – 2023. • Identificar los principales problemas que causan la congestión vehicular en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco – 2023.	Ayacucho aplicando microsimulación en el software VISSIM no mejora la transitabilidad de peatones y vehículos, Huánuco – Huánuco – 2023.	entre las 11:00 hasta las 14:00 horas del día en donde se presenta el mayor volumen de tránsito en la intersección del Jr. Leoncio Prado y Jr. Ayacucho, Huánuco – Huánuco.

ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN

Figura 39
Plano de Ubicación



ANEXO 5

PLANTILLA AFORO VEHICULAR

Figura 40
Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado lunes 22/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Lunes 22/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	52	78	14	3	0	0	18	0	0	0	165	691
	11:15 - 11:30	59	77	16	1	0	0	14	1	0	0	168	
	11:30 - 11:45	53	81	19	6	0	0	19	0	0	0	178	
	11:45 - 12:00	56	81	17	5	1	0	20	0	0	0	180	
	12:00 - 12:15	54	81	19	6	0	0	12	0	0	0	172	776
	12:15 - 12:30	68	81	29	3	0	0	17	1	0	0	199	
	12:30 - 12:45	63	90	24	4	0	0	19	0	1	0	201	
	12:45 - 13:00	68	96	13	2	1	0	23	0	1	0	204	
	13:00 - 13:15	59	83	16	7	0	0	18	0	0	0	183	739
	13:15 - 13:30	64	89	18	6	0	0	24	0	1	0	202	
	13:30 - 13:45	51	74	27	7	0	0	17	1	0	0	177	
	13:45 - 14:00	62	78	20	2	0	0	15	0	0	0	177	
Total vehículos		709	989	252	52	2	0	216	3	3	0	2206	

Figura 41
Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho lunes 22/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Lunes 22/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	21	48	23	4	0	0	0	0	0	0	96	396
	11:15 - 11:30	23	54	14	8	1	0	0	0	0	0	100	
	11:30 - 11:45	22	48	18	5	0	1	0	1	0	0	95	
	11:45 - 12:00	24	56	20	3	0	0	0	0	2	0	105	
	12:00 - 12:15	19	59	21	3	0	0	0	0	0	0	102	468
	12:15 - 12:30	28	76	16	4	0	1	0	1	0	0	126	
	12:30 - 12:45	40	53	28	7	0	0	0	0	4	0	132	
	12:45 - 13:00	31	47	22	6	0	0	0	0	2	0	108	
	13:00 - 13:15	28	36	17	5	1	0	0	0	0	0	87	457
	13:15 - 13:30	36	67	26	6	0	0	0	2	3	0	140	
	13:30 - 13:45	34	64	25	2	0	1	0	0	0	0	126	
	13:45 - 14:00	28	49	21	5	0	0	0	0	1	0	104	
Total vehículos		334	667	231	58	2	3	0	4	12	0	1321	

Figura 42

Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado martes 23/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Martes 23/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	56	69	18	5	0	0	20	0	0	0	168	705
	11:15 - 11:30	60	76	20	2	0	0	18	1	0	0	177	
	11:30 - 11:45	57	80	13	5	1	0	15	0	0	0	171	
	11:45 - 12:00	60	79	20	8	1	0	21	0	0	0	189	
	12:00 - 12:15	55	79	22	3	0	0	10	2	0	0	171	804
	12:15 - 12:30	63	84	22	7	0	0	20	1	0	0	197	
	12:30 - 12:45	69	91	32	6	0	0	22	0	1	0	221	
	12:45 - 13:00	73	86	20	6	2	0	27	0	1	0	215	
	13:00 - 13:15	64	85	22	3	0	0	17	0	1	0	192	766
	13:15 - 13:30	66	87	23	3	0	0	25	0	1	0	205	
	13:30 - 13:45	59	88	25	10	2	0	19	1	1	0	205	
	13:45 - 14:00	53	76	21	0	0	0	12	2	0	0	164	
Total vehículos		735	980	258	58	6	0	226	7	5	0	2275	

Figura 43

Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho martes 23/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Martes 23/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	28	46	14	1	1	0	0	0	0	0	90	397
	11:15 - 11:30	18	62	19	11	0	1	0	0	4	0	115	
	11:30 - 11:45	13	40	23	3	0	0	0	2	1	0	82	
	11:45 - 12:00	27	51	22	7	1	0	0	0	2	0	110	
	12:00 - 12:15	16	53	23	5	0	0	0	0	0	0	97	469
	12:15 - 12:30	31	69	10	10	0	1	0	3	0	0	124	
	12:30 - 12:45	46	56	24	12	1	0	0	0	1	0	140	
	12:45 - 13:00	32	43	23	8	0	0	0	0	2	0	108	
	13:00 - 13:15	26	38	12	4	1	1	0	1	0	0	83	414
	13:15 - 13:30	31	59	21	7	1	0	0	0	1	0	120	
	13:30 - 13:45	27	59	17	4	0	0	0	1	2	0	110	
	13:45 - 14:00	20	58	15	6	0	1	0	0	1	0	101	
Total vehículos		315	634	223	78	5	4	0	7	14	0	1280	

Figura 44

Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado miércoles 24/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Miércoles 24/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	57	79	19	4	0	0	16	4	0	0	179	734
	11:15 - 11:30	59	76	22	4	0	0	20	1	0	0	182	
	11:30 - 11:45	59	76	14	10	0	0	24	0	0	0	183	
	11:45 - 12:00	62	84	24	2	1	0	17	0	0	0	190	
	12:00 - 12:15	58	67	28	4	0	0	16	0	0	0	173	787
	12:15 - 12:30	61	82	26	1	2	0	19	1	0	0	192	
	12:30 - 12:45	64	93	27	8	2	0	24	0	1	0	219	
	12:45 - 13:00	75	96	21	0	0	0	11	0	0	0	203	
	13:00 - 13:15	65	85	17	2	0	0	24	0	0	0	193	751
	13:15 - 13:30	66	91	20	9	0	0	17	0	1	0	204	
	13:30 - 13:45	52	77	24	6	1	0	21	1	1	0	183	
	13:45 - 14:00	58	68	29	4	0	0	12	0	0	0	171	
Total vehículos		736	974	271	54	6	0	221	7	3	0	2272	

Figura 45
Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho miércoles 24/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Martes 23/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	28	46	14	1	1	0	0	0	0	0	90	397
	11:15 - 11:30	18	62	19	11	0	1	0	0	4	0	115	
	11:30 - 11:45	13	40	23	3	0	0	0	2	1	0	82	
	11:45 - 12:00	27	51	22	7	1	0	0	0	2	0	110	
	12:00 - 12:15	16	53	23	5	0	0	0	0	0	0	97	469
	12:15 - 12:30	31	69	10	10	0	1	0	3	0	0	124	
	12:30 - 12:45	46	56	24	12	1	0	0	0	1	0	140	
	12:45 - 13:00	32	43	23	8	0	0	0	0	2	0	108	
	13:00 - 13:15	26	38	12	4	1	1	0	1	0	0	83	414
	13:15 - 13:30	31	59	21	7	1	0	0	0	1	0	120	
	13:30 - 13:45	27	59	17	4	0	0	0	1	2	0	110	
	13:45 - 14:00	20	58	15	6	0	1	0	0	1	0	101	
Total vehículos		315	634	223	78	5	4	0	7	14	0	1280	

Figura 46

Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado jueves 25/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Jueves 25/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	58	77	15	2	0	0	27	0	0	0	179	721
	11:15 - 11:30	54	82	18	4	0	0	21	0	0	0	179	
	11:30 - 11:45	54	76	15	4	0	0	21	0	0	0	170	
	11:45 - 12:00	59	87	23	7	1	0	16	0	0	0	193	
	12:00 - 12:15	59	82	25	3	1	0	15	4	0	0	189	801
	12:15 - 12:30	59	81	24	5	1	0	14	0	0	0	184	
	12:30 - 12:45	70	89	28	5	0	0	23	0	2	0	217	
	12:45 - 13:00	74	95	15	6	0	0	19	0	2	0	211	
	13:00 - 13:15	60	84	23	0	0	0	11	0	0	0	178	778
	13:15 - 13:30	73	76	21	9	0	0	22	0	0	0	201	
	13:30 - 13:45	55	86	25	11	3	0	17	0	0	0	197	
	13:45 - 14:00	58	83	27	6	0	0	25	0	3	0	202	
Total vehículos		733	998	259	62	6	0	231	4	7	0	2300	

Figura 47
Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho jueves 25/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Jueves 25/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	20	55	24	8	0	0	0	0	0	0	107	403
	11:15 - 11:30	27	45	7	7	0	0	0	0	0	0	86	
	11:30 - 11:45	23	50	23	1	0	0	0	0	0	0	97	
	11:45 - 12:00	22	60	25	5	1	0	0	0	0	0	113	
	12:00 - 12:15	14	64	22	8	0	0	0	0	0	0	108	451
	12:15 - 12:30	20	84	21	7	1	0	0	0	0	0	133	
	12:30 - 12:45	34	47	26	4	0	0	0	0	1	0	112	
	12:45 - 13:00	26	46	16	9	0	0	0	1	0	0	98	
	13:00 - 13:15	36	40	16	6	0	0	0	0	0	0	98	484
	13:15 - 13:30	45	61	29	8	1	0	0	3	0	0	147	
	13:30 - 13:45	35	65	17	7	1	0	0	2	0	0	127	
	13:45 - 14:00	35	45	23	9	0	0	0	0	0	0	112	
Total vehículos		337	662	249	79	4	0	0	6	1	0	1338	

Figura 48

Plantilla de aforo vehicular Jr. Leoncio Prado viernes 26/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Viernes 26/05/2023 Jr. Leoncio Prado	11:00 - 11:15	53	75	24	4	1	0	20	0	0	0	174	722
	11:15 - 11:30	56	59	18	3	1	0	20	0	0	0	157	
	11:30 - 11:45	62	79	19	10	1	0	27	2	0	0	200	
	11:45 - 12:00	61	82	26	9	0	0	12	0	1	0	191	
	12:00 - 12:15	57	87	26	4	0	0	18	0	1	0	193	825
	12:15 - 12:30	64	81	25	4	1	0	19	1	0	0	195	
	12:30 - 12:45	68	87	32	2	0	0	28	0	0	0	217	
	12:45 - 13:00	73	95	22	5	0	0	24	0	1	0	220	
	13:00 - 13:15	60	86	21	0	1	0	11	2	0	0	181	764
	13:15 - 13:30	70	92	22	9	0	0	31	0	0	0	224	
	13:30 - 13:45	57	79	25	9	0	0	22	0	0	0	192	
	13:45 - 14:00	55	69	26	1	0	0	16	0	0	0	167	
Total vehículos		736	971	283	60	5	0	248	5	3	0	2311	

Figura 49

Plantilla de aforo vehicular Jr. Ayacucho viernes 26/05/2023

Día	Hora	Moto Lineal	Mototaxi	Auto	Camionetas			Micro	Camión			Total (15 min)	Total (1 h)
					Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E		
Viernes 26/05/2023 Jr. Ayacucho	11:00 - 11:15	12	40	18	3	0	0	0	0	0	0	73	355
	11:15 - 11:30	21	58	9	13	0	0	0	0	1	0	102	
	11:30 - 11:45	25	44	11	8	3	0	0	0	2	0	93	
	11:45 - 12:00	17	51	12	6	0	0	0	0	1	0	87	
	12:00 - 12:15	15	61	23	5	2	0	0	2	0	0	108	481
	12:15 - 12:30	31	80	24	1	0	1	0	2	0	0	139	
	12:30 - 12:45	35	48	27	2	0	0	0	1	4	0	117	
	12:45 - 13:00	33	52	23	7	1	0	0	1	0	0	117	
	13:00 - 13:15	37	28	15	1	0	0	0	0	0	0	81	470
	13:15 - 13:30	33	68	27	8	0	0	0	0	0	0	136	
	13:30 - 13:45	39	69	21	6	0	0	0	0	0	0	135	
	13:45 - 14:00	29	57	26	6	0	0	0	0	0	0	118	
Total vehículos		327	656	236	66	6	1	0	6	8	0	1306	

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Fecha
Martes 23/05/2023
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Leoncio Prado cuadra 8.

Fecha
Martes 23/05/2023
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Ayacucho cuadra 8.

Fecha
Miércoles 24/05/2023
HINOSTROZA
CADO
MORAS
03878
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Leoncio Prado cuadra 9.

Fecha
Miércoles 24/05/2023
M/E
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Ayacucho cuadra 2.

Fecha
Jueves 25/05/2023
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Leoncio Prado cuadra 9.

Fecha
Jueves 25/05/2023
Santa Ana
BOTICA
BOTICA
Santa Ana
Realizando el conteo
vehicular en el Jr. Ayacucho cuadra 2.

Fecha
Viernes 26/05/2023
Santa Ana
BOTICA
MINOSTROZA
Realizando el conteo
vehicular en la intersección del Jr. Ayacucho
cuadra 2 y el Jr. Leoncio Prado cuadra 9.

Los micros se forman en fila entre 5 a 10 minutos y restringen el paso libre de todos los vehículos.

Las personas transitan por medio de la pista sin tener en cuenta el peligro al que son expuestos.

Las personas usan la vía como su puesto de venta ambulatorio.