

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL
JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA
CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA VIAL

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

PAULINO CARRASCO, JHAMERLY JULIO

ASESOR:

MBA. CORDOVA FACUNDO, CARLOS ENRIQUE

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Esta tesis dedico a mi querida madre, por haberme forjado con normas y algunos limites, que indudablemente me ayudaron a formarme como la persona que soy en la actualidad.

A mi esposa y mi hijo, quienes son mi mayor fuente de superación para seguir estudiando, ser un ejemplo y lograr su admiración.

AGRADECIMIENTO

A mi mamá, por su constante ayuda incondicional durante muchos años.

Al Ing. Carlos Enrique Córdova Facundo por el tiempo, compromiso e interés a la orientación de la realización de este trabajo.

Al personal docente especialmente de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, por sus aportes en mi formación académica- profesional.

RESUMEN

El desarrollo de este estudio se realizó bajo el paradigma positivista-cuantitativo, de tipo aplicada, con un nivel relacional y un diseño no experimental-transversal, utilizando para la muestra el método no probabilístico por intención; obteniendo como resultado que: los indicadores del tráfico vehicular correspondientes a las dimensiones: Flujo (volumen), Velocidad y Densidad en las cuadras 7, 8 9 y 10 del jirón Huallayco presentaron valores altos, comparado con la capacidad de la vía que arrojó valores reducidos por la estrechez de las calles, resultados que en su conjunto significan que la calidad de servicio del tránsito a lo largo de todo el tramo estudiado resulta ser de un nivel "D" lo que representa un flujo con características de inestabilidad. Hay que precisar que los estudios en la vía se hicieron entre los meses de marzo y abril del año 2022 época en que se estaba retornando a la normalidad debido a la pandemia del COVID 19 y aunque se mantuvieron algunas restricciones relacionadas a la bioseguridad, éstas finalmente no afectaron la realización del estudio. Con estos resultados se recomienda que la entidad encargada de la gestión del tránsito urbano aborde esta problemática de manera más activa orientado a aminorar los efectos negativos que esta situación causa a la población, solución que puede pasar por aumentar la tasa de flujo de la vía eliminando los paraderos de vehículos y el comercio informal y para ello hay estudios que proponen la construcción de estacionamientos y centros comerciales debajo del actual mercado modelo de la ciudad.

Palabras Claves: Flujo vehicular, nivel de servicio.

SUMMARY

The development of this study was carried out under the positivist-quantitative paradigm, of applied type, with a relational level and a non-experimental-transversal design, using for the sample the non-probabilistic method by intention; obtaining as a result that: the indicators of vehicular traffic corresponding to the dimensions: Flow (volume), Speed and Density in blocks 7, 8, 9 and 10 of Jirón Huallayco presented high values, compared to the capacity of the road that yielded reduced values due to the narrowness of the streets, results that together mean that the quality of traffic service along the entire section studied turns out to be of a level " D" which represents a flow with characteristics of instability. It should be noted that the studies on the track were carried out between the months of March and April 2022, a time when normality was returning due to the COVID 19 pandemic and although some restrictions related to biosecurity were maintained, these finally did not affect the conduct of the study. With these results it is recommended that the entity in charge of urban traffic management address this problem more actively aimed at reducing the negative effects that this situation causes to the population, a solution that can happen by increasing the flow rate of the road by eliminating the whereabouts of vehicles and informal trade and for this there are studies that propose the construction of parking lots and shopping centers under the current market Model of the city.

Key Words: Vehicular flow, service level.

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Fundamentación o Situación del Problema de Investigación	1
1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específico	3
1.3 Formulación del Objetivo General y Específicos	3
1.4 Justificación	4
1.5 Limitaciones.....	5
1.6 Formulación de Hipótesis General y Específicas	6
1.7 Variables.....	7
1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1 A Nivel Internacional	9
2.1.2 A Nivel Nacional	11
2.1.3 A Nivel Local	13
2.2 Bases teóricas	17
2.2.1 Flujo Vehicular.....	17
2.2.2 Nivel de Servicio.....	27
2.3 Bases conceptuales.....	51
2.4 Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.....	53
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	54
3.1 Ámbito	54
3.2 Población.....	54

3.3	Muestra.....	56
3.4	Nivel y tipo de estudio.....	57
3.4.1	Nivel.....	57
3.4.2	Tipo.....	57
3.5	Diseño de investigación.....	58
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos.....	58
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	59
3.8	Procedimiento.....	60
3.9	Tabulación y Análisis de Datos Estadísticos.....	61
3.10	Consideraciones Éticas.....	61
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		63
4.1	Introducción.....	63
4.2	Resultados Relacionados a las Características del Flujo Vehicular.....	66
4.2.1	Resultados relacionados al Flujo (volumen) del tránsito.....	66
4.2.2	Resultados relacionados a las Velocidades.....	67
4.2.3	Resultados relacionados a las Densidades.....	68
4.3	Resultados Relacionados al Nivel De Servicio.....	69
4.3.1	Zona de estudio.....	70
4.3.2	Metodología.....	70
4.3.3	Caracterización de los puntos de estudio.....	72
4.3.4	Tránsito promedio diario anual de las intersecciones.....	79
4.3.5	Determinación de la hora de máxima demanda.....	80
4.3.6	Análisis de las capacidades y los niveles de servicio.....	81
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....		86
5.1	Introducción.....	86
5.2	Discusión relacionada al Flujo Vehicular respecto a nuestras hipótesis.....	86

5.3	Discusión del Nivel de Servicio respecto a las hipótesis	88
5.4	Discusión de los resultados respecto a los antecedentes	88
	CONCLUSIONES	94
	RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
	ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. PLANO GENERAL DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 1 POBLACIÓN DE ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 3 INTERSECCIÓN JR HUALLAYCO CON GENERAL PRADO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 4 INTERSECCIÓN JR HALLAYCO CON JR HUÁNUCO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 5 INTERSECCIÓN JR HUALLAYCO CON JR AYACUCHO .	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 6 INTERSECCIÓN JR HUALLAYCO CON JR AGUILAR.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 7 SECCIÓN TRASVERSAL DE JR HUALLAYCO CON JR GENERAL PRADO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 8 SECCIÓN TRASVERSAL DEL JR HUALLAYCO CON JR HUÁNUCO.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 9 SECCIÓN TRASVERSAL JR HUALLAYCO CON JR AYACUCHO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	ANEXO 2. 10 SECCIÓN TRASVERSAL JR HUALLAYCO CON JR AGUILAR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 2.11 FLUJO VEHICULAR JIRÓN GENERAL PRADO 30/03/2022.....¡ERROR!

MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 2.12 FLUJO VEHICULAR JIRÓN GENERAL PRADO 31/03/2022.....¡ERROR!

MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 2.13 FLUJO VEHICULAR JR HUÁNUCO 01/04/2022.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.14 FLUJO VEHICULAR JIRÓN HUÁNUCO 02/04/2022...¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.15 FLUJO VEHICULAR JR AYACUCHO. 03/04/2022.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.16 FLUJO VEHICULAR JIRÓN AYACUCHO. 04/04/2022¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.17 FLUJO VEHICULAR JR AGUILAR 05/04/2022.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.18 FLUJO VEHICULAR JR AGUILAR. 07/04/2022.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.19 RESÚMEN FLUJO VEHICULAR GENERAL PRADO .¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.20 RESÚMEN FLUJO VEHICULAR JR HUÁNUCO¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.21 RESÚMEN FLUJO VEHICULAR JR AYACUCHO.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.22 RESÚMEN FLUJO VEHICULAR JR AGUILAR.....¡ERROR! MARCADOR NO

DEFINIDO.

ANEXO 2.23 INTERVALO SIMPLE JR HUALLAYCO CUADRA 7 A LA 10.....¡ERROR!

MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 2.24 VELOCIDADES JR HUALLAYCO CUADRA 7 A LA 10.... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 2.25 DENSIDADES EN EL JR HUALLAYCO CUADRA 7 A LA 10.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 4 NOTA BIOGRÁFICA..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 5 RESOLUCIÓN VIRTUAL N° 495-2023-UNHEVAL-FICA-D ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 6 ACTA DE DEFENSA DE TESIS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 7 CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 042-2023-DI/FICYA... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEXO 8 AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables.....	8
Tabla 2 Medidas de eficiencia que definen los niveles de servicio.....	31
Tabla 3 Datos de entrada	42
Tabla 4 Factor de ajuste para sección transversal.....	47
Tabla 5 Factor de ajuste para sección transversal.....	48
Tabla 6 Demora debido a los vehículos de giro	49
Tabla 7 Niveles de servicio para segmentos urbanos	50
Tabla 8 Técnicas e instrumentos	59
Tabla 9 Volumen Horario, Volumen Horario de Máxima Demanda y Factor Horario de Máxima demanda. Intervalo simple e Intervalo promedio de las cuadras de estudio.....	67
Tabla 10 Velocidades de tránsito en las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco de la Ciudad de Huánuco	68
Tabla 11 Densidad del tránsito en las cuadras 7, 8, 9 y 11 del Jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco	69
Tabla 12 Puntos de análisis del nivel de servicio de tránsito en el jirón Huallayco.....	73
Tabla 13 Valores TPDA en las intersecciones analizadas	80
Tabla 14 Hora de máxima demanda en las intersecciones analizadas	80
Tabla 15 Características geométricas de las intersecciones con semáforo	81
Tabla 16 Volúmenes de tránsito en las intersecciones con semáforo	81
Tabla 17 Fases de los semáforos	82
Tabla 18 Análisis de la capacidad de servicio en las intersecciones con semáforo	82
Tabla 19 Niveles de servicio en las intersecciones de estudio que tienen semáforo.....	83
Tabla 20 LOS (Level Of Service) de intersecciones semaforizadas y su demora	83
Tabla 21 Características geométricas de las intersecciones sin semáforo.....	84

Tabla 22 Volúmenes de tránsito en las intersecciones sin semáforo	84
Tabla 23 Análisis de la capacidad de servicio en las intersecciones sin semáforo.....	85
Tabla 24 Criterios de LOS (Level Of Service) para TWSC.....	85
Tabla 25 Características del flujo del tránsito en las cuadras 7,8.9 y 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco	94
Tabla 26 Niveles de servicio en las intersecciones del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco con los jirones Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General Prado.....	95

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tráfico actual en la zona de estudio (Jr. Huallayco)	2
Figura 2 Intervalos entre vehículos.....	19
Figura 3 Velocidad de punto de un vehículo.....	21
Figura 4 Velocidad instantánea de un vehículo	21
Figura 5 Espaciamiento entre vehículos.....	26
Figura 6 Niveles de servicio en condiciones de circulación continúa	34
Figura 7 Población de Estudio.....	55
Figura 8 Cuadras 7, 8, 9, y 10 del jirón Huallayco, achuradas como "área de influencia"	56
Figura 9 Plano General de Huánuco, señalando el área del estudio.	63
Figura 10 Plano del área de influencia del estudio, cuadras 7, 8,9 y 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco	64
Figura 11 Mapa de zonificación de la ciudad de Huánuco.....	65
Figura 12 Metodología aplicada en las intersecciones con semáforo	71
Figura 13 Método aplicado en las intersecciones que no tienen semáforo	72
Figura 14 Sección transversal del jirón Huallayco cuadra 7.....	74
Figura 15 Intersección de los jirones Huallayco y Aguilar	74
Figura 16 Sección transversal del jirón Huallayco cuadra 8.....	75
Figura 17 Intersección de los jirones Huallayco y Ayacucho	76
Figura 18 Sección transversal del jirón Huallayco cuadra 9.....	77
Figura 19 Intersección de los jirones Huallayco y Huánuco.....	77
Figura 20 Sección transversal del jirón Huallayco cuadra 10.....	78
Figura 21 Intersección de los jirones Huallayco y General Prado.....	79

INTRODUCCIÓN

El estudio fue realizado en estricta sujeción del proyecto de tesis aprobado; a partir de ello se estructuró de acuerdo con la normativa y reglamentación vigente, desarrollándose cinco capítulos, incluyendo además de su conclusión, las recomendaciones y los anexos, los cuales se describen a continuación;

En el primer capítulo, se aborda el problema de la investigación que en este caso fue caracterizar el flujo vehicular en las calles adyacentes al mercado modelo de ubicado en Huánuco, puesto que actualmente se observa un caos, especialmente en las cuadras 7, 8, 9 y 10 del jirón Huallayco; en base a este conocimiento comprobar su nivel de servicio. Con la problemática expuesta se definió la importancia y posibles limitaciones del estudio, se formularon las hipótesis correspondientes, determinando y operacionalizando las variables de investigación, siendo éstas el flujo vehicular y el estado de servicio, estableciéndose la correlación entre ellas.

En el capítulo dos, se establece el Marco Teórico, para ello se incluyen los antecedentes de estudios en el tema, cada uno de ellos con su análisis que posteriormente sirvieron para la discusión de resultados, también se estableció el fundamento teórico relacionado específicamente a la operacionalización de las variables para finalmente definir las Bases conceptuales y el fundamento epistemológico.

El tercer capítulo, corresponde al procedimiento metodológico desarrollado en la investigación, en concordancia con lo establecido en el proyecto de investigación, en este caso se aplicó una metodología con el paradigma positivista- cuantitativa, de tipo aplicada, nivel relacional, con diseño no experimental-transversal, con una muestra de tipo no probabilística por intención; asimismo se establece el método, la técnica e instrumento utilizado en el recojo y registro de información de campo, de igual modo se presenta la tabulación, el método de cómo

se han procesado y analizado los datos recabados, y se termina este capítulo estableciendo las consideraciones éticas establecidas para el estudio.

En el capítulo cuatro, se presentan los Resultados del estudio, estos resultados están relacionados a cada objetivo del estudio, y a su vez a las variables, sus dimensiones e indicadores.

En el capítulo cinco, se presenta la Discusión de los Resultados obtenidos, esta discusión primero se hace de manera interna, es decir cotejando los resultados con las hipótesis planteadas a efectos de validarlas o rechazarlas, y de manera externa la discusión se realiza con los antecedentes del estudio a efectos a concordar o disentir con los resultados de éstos.

Consecutivamente se plantean las Conclusiones y la Recomendaciones, éstas últimas están dirigidas a plantear propuestas que permitan aminorar el problema que aborda el estudio, que propicie alguna mejora del tránsito en la ciudad.

Para finalizar se exponen los anexos complementarios al estudio.

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o Situación del Problema de Investigación

La ciudad de Huánuco, de fundación española de más de 400 años de antigüedad, tiene en su área central el trazado de las calles tipo tablero de ajedrez con un manzaneo, definidas por calles intersecadas a distancias promedio de 100 metros y cuyo ancho de estas calles no excede de 7 metros entre veredas, como sucede con el jirón Huallayco, que discurre longitudinalmente por la ciudad en sus 22 cuadras, siendo el jirón más largo.

El tránsito vehicular en esta ciudad ha venido experimentado un incremento exponencialmente en los últimos años, además de un cambio significativo en la composición vehicular de este flujo, siendo que en la actualidad el vehículo predominante es el trimóvil, situación que ha ocasionado que el flujo vehicular en la ciudad sea caótico, especialmente en el casco urbano, por las características geométricas de sus calles indicadas en el párrafo anterior.

Ahora bien, si sumamos calles estrechas y altos flujos vehiculares con la presencia predominante del trimóvil, se presenta un problema serio que afecta la movilidad, más aún si sumamos a estos factores, la presencia del mercado principal de la ciudad, como sucede con las calles del jirón Huallayco adyacentes al mercado central, donde la polución, presencia de semáforos desregulados, paraderos informales y ausencia de policías de tránsito, hacen que el flujo en esta parte de la ciudad de Huánuco sea caótico durante algunas horas del día.

La Municipalidad Provincial de Huánuco, encargada de gestionar tráfico urbano, a la actualidad no ha desarrollado acciones efectivas orientadas a la solución de la problemática expuesta, que no se produce solamente en el jirón Huallayco a inmediaciones del mercado modelo, si no, en prácticamente toda la ciudad, lo que ha significado que esta problemática se siga agudizando. Consideramos que todavía no se ha caracterizado en su real magnitud el tráfico vehicular en la ciudad, especialmente en las partes de mayor complejidad como los alrededores del mercado modelo, lo que nos serviría para dimensionar y caracterizar el problema, para que sirva como basamento la propuesta de soluciones que mejoren la calidad

de servicio a los usuarios, por esta razón, a través de este estudio se estuvo centrado en caracterizar el flujo vehicular en las avenidas del jirón Huallayco adyacente al mercado central de la ciudad, y a partir de ello establecer la calidad del servicio de esta vía en esta zona de la ciudad, a manera de diagnóstico descriptivo, que desde una óptica personal, en la actualidad está ubicado en un nivel de servicio D, considerando lo observado en la figura 1, lo cual se ha vuelto recurrente en esta parte de la ciudad;

Figura 1

Tráfico actual en la zona de estudio (Jr. Huallayco).



1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específico

Problema general

¿Cuál es el nivel de servicio de acuerdo con la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022?

Problema específico N.º 01

¿Cuál es el flujo del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022?

Problema específico N.º 02

¿Cuál es la velocidad del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022?

Problema específico N.º 03

¿Cuál es la densidad del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en Huánuco - Perú, 2022?

Problema específico N.º 04

¿Cuáles son las propuestas para implementar una mejor planificación de tránsito vehicular y por consiguiente mejorar el nivel de servicio en función a la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en Huánuco - Perú, 2022?

1.3 Formulación del Objetivo General y Específicos

Objetivo general

Determinar el nivel de servicio según la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022.

Objetivo específico N.º 01

Calcular el flujo del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022.

Objetivo específico N.º 02

Identificar la velocidad del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022.

Objetivo específico N.º 03

Determinar la densidad del tránsito vehicular en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022.

Objetivo específico N.º 04

Plantear propuestas para implementar una mejor planificación de tránsito vehicular y por consiguiente mejorar el nivel de servicio en función a la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022.

1.4 Justificación

La justificación de la investigación se estableció tomando en cuenta los siguientes aspectos;

Justificación práctica

A nivel práctico, se considera útil para planteamientos e implementación de propuestas para el mejoramiento del flujo vehicular y nivel de servicio, así como también reducir el impacto negativo en los usuarios y no usuarios del transporte público, ya que en los últimos años el

problema generado por el tráfico vehicular aunado al crecimiento de la actividad comercial tanto local como ambulatoria en esta área de la ciudad de Huánuco, ha tenido un incremento masivo progresivo;

Justificación social

Los resultados de esta investigación pueden ser aprovechados por las instituciones públicas o empresas privadas dedicadas a la elaboración y desarrollo de estudios vinculadas al tránsito en zonas urbanas de la ciudad, debido a que, al determinar las cualidades que presenta el flujo vehicular en algunas arterias de la zona céntrica de Huánuco, estos datos pueden utilizarse para mejorar la eficiencia en las investigaciones o proyectos en temas de tráfico vehicular. También esta investigación proporciona beneficios a la comunidad de usuarios de la ciudad de Huánuco, ya que podrían tomarse medidas para mitigar el impacto que se deriva de esta congestión vehicular y mejoras en el nivel de servicio, a sabiendas que el tráfico vehicular no es óptimo en las vías.

De igual modo, el estudio será de gran utilidad para los alumnos y tesisistas que se interesan por este tema, y puedan tener antecedentes válidos para las ciudades con características urbanísticas, socioculturales y económicas similares a la ciudad de Huánuco.

1.5 Limitaciones

En lo económico

En este estudio, no se tuvieron mayores limitaciones económicas, ya que para para investigación de campo la zona de afectación fue en una zona de fácil acceso, debido a que fue en el área central de Huánuco, y no se tuvo un gran despliegue de personal lo que significa que no hubo gastos de dinero considerables fuera de los considerados en el presupuesto contenido en el proyecto de tesis.

En los antecedentes

Debido a la problemática del congestionamiento vehicular y niveles de servicios no óptimos tanto local, nacional e internacional, según lo acreditado en el numeral 3.1 (Antecedentes de la investigación), no se tuvo mayores limitaciones ya que se cuenta con investigaciones de tesis a nivel de pregrado y grado con mención en gestión de tránsito, así como artículos científicos y de revistas.

Factores externos

La mayor limitación que se tuvo durante el proceso la investigación es que los datos de campo se recogieron durante los últimos días del primer trimestre del año 2022, que como se sabe, se estaba retornando a la normalidad luego la emergencia sanitaria que fue restrictiva por los efectos del COVID 19, lo cual podrían de cierta forma haber afectado mínimamente el flujo vehicular analizado.

1.6 Formulación de Hipótesis General y Específicas

Hipótesis general

El nivel de servicio es “D” de acuerdo con la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022.

Hipótesis específica N.º 01

Las características del flujo del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022.

Hipótesis específica N.º 02

Las características de la velocidad del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022.

Hipótesis específica N.º 03

Las características de la densidad del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022.

Hipótesis específica N.º 04

La regulación del sistema tránsito vehicular mejora el nivel de servicio en función a la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo de Huánuco - Perú, 2022

1.7 Variables**Variable independiente**

Flujo vehicular

Variable dependiente

Nivel de servicio

1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables

A continuación se presenta la definición teórica y operacional, así mismo para su mejor análisis y comprensión, el desglose operacional de las variables de estudio.

Tabla 1

Operacionalización de Variables

“Evaluación del flujo vehicular y nivel de servicio en el Jirón Huallayco, adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco, 2022”								
VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
Independiente Flujo vehicular	Es la forma de cómo transitan los vehículos en las diferentes estructuras viales, lo que permite entender las características y comportamiento del tránsito.	La evaluación del flujo vehicular del Jirón Huallayco, se realizará mediante la deducción de relación de las variables del flujo, la velocidad y la densidad, para determinar las características de la corriente de tránsito.	Flujo	Tasa de flujo	Vh/Hr	Cuantitativa	Discreta	Guía de observación de campo
				Intervalo simple	Seg	Cuantitativa	Continua	Cronómetro
				Intervalo promedio	Seg/Vh	Cuantitativa	Continua	Guía de observación de campo Cronómetro
			Velocidad	Velocidad de punto	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Velocímetro
				Velocidad instantánea	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Odómetro
				Velocidad media temporal	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Odómetro
				Velocidad media espacial	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Odómetro
				Velocidad de recorrido	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Odómetro
				Velocidad de marcha	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Odómetro
				Densidad	Concentración	Vh/Km	Cuantitativa	Continua
Espaciamiento simple	M	Cuantitativa	Continua		Wincha			
Espaciamiento promedio	M/Vh	Cuantitativa	Continua		Guía de observación de campo Wincha			
Dependiente Nivel de servicio	Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.	El nivel de servicio en el Jirón Huallayco, se determina por las características de la infraestructura vial y el comportamiento del flujo vehicular.	Infraestructura vial	Capacidad de la vía	Vh/Hr	Cuantitativa	Discreta	Guía de observación de campo Wincha
				Volumen de tránsito	Vh/Hr	Cuantitativa	Discreta	Guía de observación de campo
				Velocidad de punto	Km/Hr	Cuantitativa	Continua	Cronómetro Wincha

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *A Nivel Internacional*

De acuerdo a la exploración documental, realizada se tiene el estudio del autor Reyes (2012), quien presentó su investigación dirigida a realizar un análisis y posibles soluciones de la congestión de una calle y una avenida ubicada en Bogotá, luego de aplicado el estudio de campo estableció como conclusiones que, pudo evidenciar de manera precisa la carencia que existe en la intersección en estudio con respecto a la calidad de servicio, por la presencia de problemas entre vehículos y la situación de embotellamiento que se genera en la vía. En consecuencia, los usuarios debían emplear largos tiempos de desplazamientos y demoras. Por otra parte, señala que esta intersección fue diseñada de acuerdo con el volumen de tráfico de esa época y con el parque automotor del 2001, sin embargo, las proyecciones planteadas por el ingeniero de tráfico presentaron errores considerando el crecimiento acelerado del volumen de vehículos que actualmente circula por la ciudad. De igual modo, aun y cuando se lleva a cabo el programa restrictivo denominado Pico y Placa, esta vía se observa de manera constante bastante congestionada; esto se genera debido a que mayormente quienes usan esta vía son los vehículos de tipo particular, información que ha sido avalada con los aforos realizados. Donde se observa que la totalidad de los vehículos que transitan son los de tipo particular.

De igual modo, los autores Pulido y Gómez (2018), elaboraron su investigación la cual se orientó a evaluar el aforo de la vía y el nivel de servicio de una glorieta ubicada en Bogotá D.C. – Colombia, y de la cual concluyen lo siguiente:

Se identificó la hora pico en la glorieta realizando los aforos en dos días, obteniendo una concentración de vehículos, que mayormente se presenta entre las 5:30pm -6:30 pm. También pudieron determinar que, el método no convencional como el francés, danés no es recomendable para hacer el estudio en la zona de la glorieta porque estos métodos no están

diseñados para analizar la capacidad de intersección que presentan un flujo vehicular alto. Asimismo, se tuvo que, debido a la concentración de las áreas estudiantiles y comerciales, la avenida calle 63 con sentido de este a oeste, tiene el mayor flujo de 2,448 vehículos. De esta forma, se estima el aforo de esta zona, a un estudio bajo condiciones típicas de la vía tales como las características geométricas, dimensiones de los carriles, elementos de ajuste debido a los efectos combinados de carriles angostos y arcenes restringidos, y configuración del vehículo. En segundo lugar, la capacidad de vehículo de las intersecciones en estudio tiene poco que ver con el tráfico registrado y supera la capacidad de la glorieta, especialmente en las horas de mayor demanda cuando se han detectado excedentes de vehículos. De esta manera, se ha determinado que el aforo vehicular de la glorieta a través de métodos no convencionales con relación a su geometría y el tráfico que circula, resulta tener un estado que se considera saturado. Arrojando que, el nivel de servicio del área de estudio se ubica por debajo del rango establecido, arrojando un nivel D, de acuerdo con lo que establece el MTC, en su Manual de INVIAS (1996).

Por su parte, el autor Hermenegildo (2019), desarrolló un trabajo de investigación donde se evaluó el flujo vehicular para determinar la capacidad y el nivel de servicio de una calle que comprende varias avenidas ubicadas en Guayaquil. De este estudio realizado, pudo establecer como conclusiones que, la compilación del conteo vehicular que se llevó a cabo en cuatro días, por un tiempo establecido de 12 horas pudo observarse que, el día viernes, tuvo un mayor flujo vehicular, lo cual permitió considerar este día para la evaluación de la avenida. Para el estudio de la avenida a través del método HCM 2020, se hizo la división de la avenida en tres tramos. En el tramo 1, se encontró una velocidad de flujo libre de 38.66(mi/h) donde se obtuvo un nivel de servicio F, en consecuencia, se evidencia un flujo vehicular con mucha velocidad promedio, generado por las altas demoras cuando los vehículos giran hacia la izquierda, además de ello, los taxistas que hacen su parada entorpecen el paso de otros vehículos hacia el área comercial, por lo tanto con el LOS obtenido para este tramo, se concluye que hay problemas de

congestión debido a que no logran servir a la cantidad de vehículos que circulan por la intersección. En el tramo 2 la velocidad de flujo libre es de 38.28 (mi/h) por lo que se ubica en un nivel de servicio C, siendo esta una vía estable donde la capacidad para maniobrar y de cambiar de pista puede ser más restringida. En el tramo 3, se pudo observar que la velocidad de flujo libre es de 37.30 (mi/h) obteniendo un nivel de servicio B, en donde se puede hacer maniobras sin ningún problema, ya que los automóviles que circulan por este tramo ocasionan congestión y pueden cruzar sin ninguna dificultad. Determinado el nivel de servicio en los tres tramos, el autor concluye finalmente que la instalación vial en estudio presenta una calidad de servicio E y una circulación inestable como consecuencia de que en un tramo se produce la congestión haciendo que los usuarios que utilizan la vía, presenten demoras en su recorrido.

Asimismo, Cano (2019), realizó una investigación que estuvo dirigida a estudiar el aforo vial y nivel de servicio de una intersección en la ciudad de Guayaquil- Ecuador. En este estudio, el autor concluye que, de acuerdo con los aforos realizados durante siete días se pudo observar que existe mayor flujo vehicular el día viernes. Mediante los hallazgos obtenidos en el estudio de campo, el autor pudo realizar la clasificación de giros que realizaron los vehículos por la intersección. Durante la realización de los aforos vehiculares el investigador pudo evidenciar que una cantidad menor de los vehículos realizan esta maniobra. Luego de realizado el análisis de resultados se concluye que el nivel de servicio de la intersección es tipo B, lo cual se considera como bajo.

2.1.2 A Nivel Nacional

Dentro de los estudios presentados a nivel nacional, se tiene el de Gonzales (2016), quien elaboró una investigación que estuvo orientada a presentar una propuesta dirigida a disminuir la congestión del tráfico en unas intersecciones ubicadas en San Miguel en Lima. Dentro de las conclusiones que plantea este autor se tiene que, al analizar la hora punta de

cada intersección, determinó que la hora pico para el sistema de estudio es de 18:30 a 19:30. Además, descubrió que la eficacia de las intersecciones depende de la oferta, la demanda (número de vehículos) y las instalaciones de control disponibles en el área de estudio. Por lo tanto, el verde de la señal coincide con el verde efectivo mientras se realizan los cálculos. Además, debido a que HCM 2020 establece un tiempo perdido de arranque de 2 segundos para la extensión de la luz amarilla, el verde de la señal coincide con el verde efectivo. Por lo tanto, pudo demostrar que la optimización de los períodos de semáforos podría mejorar la calidad de servicio en las tres intersecciones. Se descubrió que optimizar el ciclo de semáforos aceleró y mejoró significativamente su calidad de servicio, el flujo de vehículos se aceleró y el tiempo de espera se redujo significativamente. El autor recomienda actualizar regularmente los estudios de tráfico para considerar los cambios desde el diseño inicial de la vía. Además cree apropiado establecer una regulación que sea consistente con la cantidad de personas que transitan por estas vías en el país.

Otro de los estudios presentados es autoría de Torres (2018), quien realizó una investigación con el propósito de determinar el nivel de serviciabilidad de dos jirones ubicados en la ciudad de Cajamarca-Perú. En su investigación, el autor concluye que, en los resultados de la VHMD, puede observarse que en el horario nocturno de 6:00 y 7:30 se produce un ascenso del flujo vehicular, debido al retorno de las personas a sus hogares por el cese de labores. Con respecto al aforo vehicular y su análisis, se identificó que el vehículo predominante en el área de estudio es el Bajaj, más aun en los tramos de mayor volumen de tránsito vehicular. De acuerdo con la observación realizada, el autor concluye que los segmentos en estudio tienen un nivel de servicio que oscila entre D, E Y F, de modo que, la hipótesis planteada fue rechazada puesto que ésta plantea que de manera general la vía posee un nivel de servicio D.

Asimismo, Condori y Lipa (2018), desarrollaron un trabajo de investigación que estuvo dirigido mejorar el flujo vehicular en una Intersección Vial de una avenida en la ciudad de

Tacna.” Perú. Estos investigadores pudieron concluir que, la calidad de servicio en el momento del estudio se ubica en el rango de E y luego de la optimización lograron mejorar esta nivel ubicándose en el rango B. Se pudo hacer la optimización del flujo vehicular en esta avenida en estudio, restringiendo los giros hacia la izquierda, cambios de fases y mejorando los periodos de semaforización. Asimismo, el tránsito vehicular actual no es fluido debido a tiempos alargados en los semáforos, otro factor negativo son las secciones viales que son angostas en algunos de los tramos involucrados (cuellos de botella). Finalmente, considerando los datos obtenidos durante el trabajo de campo y luego de ser procesados con el software Synchro V8, se pudo determinar que la calidad de servicio actual en la intersección en estudio es de categoría E.

El autor Paico (2021), elaboró una investigación donde se determinó la influencia del flujo vehicular en el nivel de servicio de una avenida ubicada en Cajamarca- Perú. Se analizaron los seis segmentos de la avenida en estudio para determinar su nivel de servicio, donde el nivel E fue el mayor predominio.. De este resultado el autor determinó que la hipótesis no es válida ya que se esperaba que todos los segmentos tuvieran un nivel de servicio C. Con respecto a la evolución del comportamiento del tráfico vehicular de la avenida, concluye que presenta un elevado flujo vehicular. En correspondencia con el objetivo general expuesto por el investigador, determinó como influye el tránsito vehicular en el nivel de servicio de la Avenida ubicándose según la escala en 1, lo cual representa un impacto negativo en la calidad del servicio de transporte mono modal empleado para el análisis del HCM 210, como es el modo automóvil que ha sido valorado por el autor en el desarrollo de su investigación.

2.1.3 A Nivel Local

En cuanto a los estudios realizados a nivel local se tiene el de Ramos (2019), quien elaboró su investigación cuyo objetivo fue evaluar las condiciones del flujo de vehículos en la carretera central, en la intersección que conduce a la entrada y salida al Puente Señor de

Burgos, utilizando el Software PTV VISSIM 7, en la ciudad de Huánuco. Como conclusiones para el estudio el autor expone que durante los aforos se pudo observar que el el Motocar se configura como el vehículo que predomina representando la mitad del volumen total del tránsito, considerando ser preocupante porque no existe un mecanismo de regulación que controle el aumento del número de Motocar en correspondencia a la capacidad que posee la vía. Al realizar el levantamiento topográfico pudo comprobar la existencia de un espacio disponible para hacer un rediseño del trazado geométrico de la intersección. De igual modo refiere que al utilizar PTV VISSIM comprobó que el nivel de servicio en 5 de los 6 giros estudiados es crítico, es decir, se encuentran entre los niveles de servicio D y F, lo cual confirma que esta intersección debe ser intervenida para mejorar su nivel de servicio. El investigador presenta una alternativa de solución haciendo una reducción de 04 giros, planteando la propuesta de hacer un espacio a desnivel en el giro que va de Huánuco a Tingo María, el cual al pasar por el software PTV VISSIM ha mejorado el nivel de servicio de F a D.

En otro trabajo presentado por el autor Cecilio (2020), hizo la evaluación sobre el impacto vial en una intersección de la ciudad de Huánuco, donde este autor pudo evidenciar que, hay una asociación directamente proporcional entre el impacto vial de la intersección con la avenida aledaña a un centro comercial, esto se produce porque mientras sea mayor la demanda vial, de igual modo será el flujo vehicular, esto se produce debido a la congestión de las vías alternas y por la atracción de los usuarios a este establecimiento comercial, lo cual supera el aforo admitido según el manual de diseño geométrico de vías urbanas – 2005 – VCHI, generando congestionamiento en la vía, colas extensas, retrasos en tiempos de viaje, el consumo de combustible se incrementa, resultando la vía con un Nivel de Servicio F de acuerdo a resultados de la modelación con el software PTV VISSIM 11. De esta manera, el investigador concluye que, la mayoría de los usuarios y transeúntes de la vía y que fueron encuestados durante el estudio, consideran que debe hacerse mejoramiento en esta área debido a que la demanda de usuarios crea embotellamientos en la vía siendo el vehículo de

mayor circulación los mototaxis. La intersección de estudio tiene un nivel de servicio F para el momento de su observación. Finalmente, el autor propone 2 alternativas para solucionar: la Semaforización con un pasadero peatonal en la vía preferencial y el rediseño de las vías con Ciclovías afirma que favorecería el nivel de servicio y se ubicaría en C de acuerdo a los datos procesados en el software PTV VISSIM 11.

Asimismo, Chamorro (2019), en su estudio planteó mejorar el nivel de servicio del tráfico vehicular de 4 cuadras correspondientes a un jirón ubicado en Huánuco. Según lo expone el investigador, el conteo de vehículos en el área de estudio demostró que este jirón es una de las vías que presenta el mayor flujo vehicular de la zona, y que las horas de la mañana y noche son las de mayor demanda de vehículos. También pudo constatar que no existe una sincronización en el periodo de tiempo de los semáforos actuales, requiriendo optimizar este tiempo en los semáforos a 60 segundos, mediante el efecto ola verde agregando un desfase de 14 segundos. De igual manera afirma que es indispensable la colocación de Semáforo en el Jr. Aguilar y el respectivo mantenimiento de los que ya están funcionando en las diferentes vías del área en estudio. Con el efecto de ola verde y una Semaforización Coordinada se pueden reducir las demoras, logrando disminuir estas demoras a 20.02 segundos, disminuyendo además de las colas, el periodo de viaje en las distintas Intersecciones. De este modo, en una simulación de Tráfico se observa que a través de la coordinación adecuada de los tiempos de ciclo coordinados de los semáforos (efecto de ola verde) reflejados; se reduce la demora por vehículo y la longitud de cola, mejorando el nivel de servicio de "E" a "C" en las intersecciones consideradas como críticas. Los resultados mostrados en este estudio arrojan datos relevantes que demuestran la necesidad de emplear una coordinación adecuada de los semáforos (efecto ola verde). Finalmente, el investigador confirma su hipótesis de investigación.

Del mismo modo, el investigador Salcedo (2019), presentó una investigación donde se propuso aminorar el congestionamiento vehicular y mejorar el nivel de servicio en las intersecciones del perímetro central en Huánuco. Dentro de las conclusiones generadas en su

estudio expone que, estas intersecciones tienen niveles de servicio D y E , y tiempos de retraso que van de 25 a 60 segundos. También afirma el investigador que, de no realizarse ninguna intervención en un periodo de 10 años, éstas se ubicaran en un nivel E y F y con tiempos de retraso superiores a los 60 segundos, a su vez plantea que lo propuesto en su estudio, las intersecciones presentarían actualmente niveles de servicio B y C; y en el transcurso de diez años solo 4 intersecciones tendría un nivel de servicio D , el resto se mantendría en niveles de servicio B y C. También señala que para calcular el aforo de una vía el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (MDGC - 2018) plantea valores muy altos, sin hacer especificaciones de cómo calcularlos ni cómo disminuirlos, de igual modo, las circunstancias del tránsito que prevalecen descritas en el manual no se ajusta a realidad local, por esta razón se usó el (HCM-2010) para determinar la capacidad y los niveles de servicio en intersecciones, aun y cuando fue elaborado en Estados Unidos. En la actualidad, el país no cuenta con un manual para realizar este tipo de estudios que esté aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Finalmente, este autor comprobó que, mientras no se aplique la propuesta, la intersección más crítica es la del Jr. Huánuco y el Jr. Huallayco con un nivel de servicio E y una demora de 64.2 segundos; sin embargo, con la ejecución de la propuesta se proyecta un nivel de servicio C y una demora de 34.8 segundos.

Como último antecedente se tiene el de Picoy (2021), quien elaboró una investigación orientada a analizar la capacidad vehicular y nivel de servicio en jirón Dos de mayo, contiguo al centro de Huánuco. Entre las conclusiones que presenta este autor se encuentra que, con respecto al volumen, la velocidad y la densidad de flujo vehicular en este jirón, representa una demanda horaria máxima (VHMD) de 2270 Vh/h, alcanzando una rapidez de conducción de 16,25 km/h y una densidad de 380 Vh/7km. Los valores obtenidos demuestran que en las denominadas horas pico, el volumen es superior a 200 Vh/h que es el parámetro máximo de velocidad normal según las normad, la velocidad de conducción en este tipo de vía es de 16,5 km/h, que está en menos proporción de la velocidad permitida en la zona que es de 30 km/h y

una densidad de 380 Vh/km, estos valores son típicos en flujos de tipo D. De igual forma, el investigador demostró que el nivel de servicio predominante en las intersecciones estudiadas es nivel D, lo que indica que existen condiciones que interrumpen el tránsito en ciertos momentos del día. Para finalizar, el autor hace algunas sugerencias para optimizar las características del flujo de vehículos y el nivel de servicio de la vía, como instalar un semáforo en la intersección que esté sincronizado con los de otras intersecciones; afirma que para llegar al ciclo de ola verde se deben hacer estudios más detallados sobre el flujo vehicular en este sector, así como también eliminar los paraderos de vehículos en los cruces y considerar opciones propuestas en estudios anteriores, como construir un estacionamiento subterráneo en la plaza de Armas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Flujo Vehicular

Autores como Cal y Mayor & Cárdenas (2018), afirman que;

Al analizar las características y el comportamiento del tráfico, los requisitos básicos para la planificación, diseño y operación de carreteras, caminos y sus funciones complementarias dentro del sistema de transporte son elementos del flujo de vehículos. Por lo tanto, el análisis del flujo de vehículos utilizando leyes físicas y matemáticas, puede describir cómo es la manera en que circulan los vehículos en cualquier tipo de carretera y determinar la eficiencia de su operación.

De hecho, aseveran que el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos es uno de los resultados más útiles del análisis del flujo de vehículos porque permite hacer una relación entre varias variables como el volumen, la velocidad y otras. Tres variables principales describen el flujo de vehículos: flujo, velocidad y densidad. Las características del flujo de tráfico se pueden determinar al derivar las relaciones entre ellos, y se puede predecir el

resultado de varias opciones operativas o de proyectos. Podría decirse que la comprensión de estas tres variables es especialmente crucial porque representan el nivel de servicio que reciben los usuarios de esta red vial específica (Carl y mayor & Cardenas,2018)

Indicadores relacionados con el flujo

Como parte de las variables asociadas con el flujo se definen a continuación aquellos elementos que forman parte del estudio:

1. Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q)

La tasa de flujo q es la frecuencia con la que un vehículo cruza un carril, calzada o punto transversal. De esta manera, los términos vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s) se pueden utilizar para representar la cantidad de vehículos N que circulan en un lapso de tiempo inferior an una hora. Sin embargo, la tasa de flujo q también se puede representar en vehículos por hora (veh/h), pero es importante tener en cuenta que Q es el volumen horario, no el número de vehículos que realmente pasan durante una hora. La tasa de flujo, q , se encuentra utilizando la siguiente expresión (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018):

$$q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Dónde:

q = tasa de flujo (veh/s)

N = número de vehículos (veh)

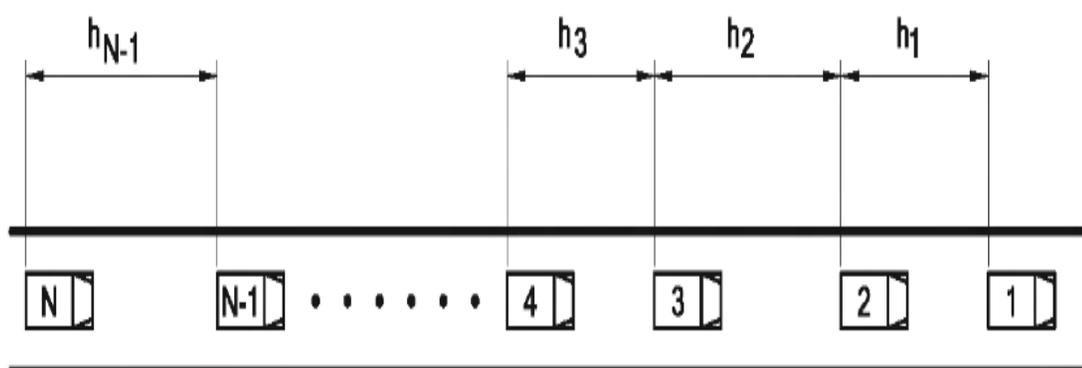
T = intervalo de tiempo (s)

2. Intervalo simple (h_i)

Se refiere al lapso de tiempo producido durante el tránsito de dos vehículos consecutivos. Se expresa generalmente en segundos y se mide entre los puntos homólogos de los dos vehículos (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

Figura 2

Intervalos entre vehículos



3. Intervalo promedio (\bar{h})

Es la media de todos los intervalos simples, h_i , que existen entre varios vehículos que viajan por una carretera. El promedio se calcula en segundos por vehículo (s/veh) usando la ecuación 2 (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018):

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1} \quad (2)$$

Dónde:

\bar{h} = intervalo promedio (s/veh)

N = número de vehículos (veh)

$N - 1$ = número de intervalos (veh)

h_i = intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo $i+1$

Obsérvese que las unidades del intervalo promedio \bar{h} (s/veh) son las unidades inversas de la tasa de flujo q (veh/s), por lo que también puede plantearse la siguiente relación:

$$\bar{h} = \frac{1}{q} \quad (3)$$

Indicadores relacionados con la velocidad

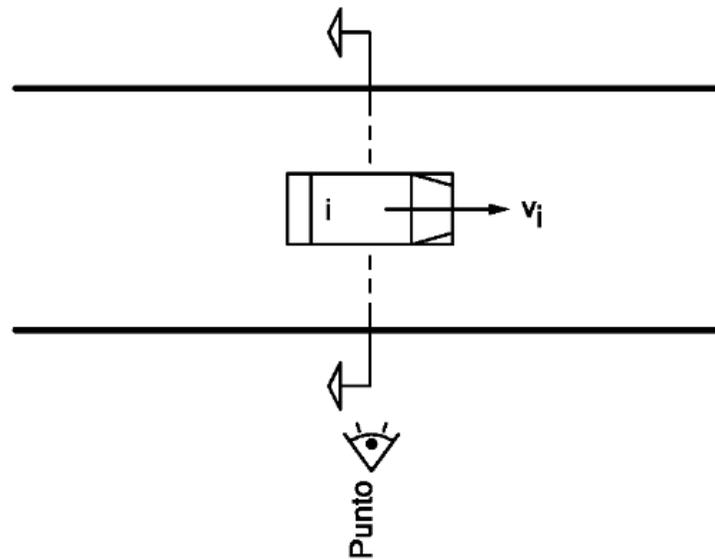
La velocidad de punto, la velocidad instantánea, la velocidad media temporal, la velocidad media espacial, la velocidad de recorrido, la velocidad de marcha, la distancia de recorrido y el tiempo de recorrido son variables de flujo vehicular relacionadas con la velocidad (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018)

1. Velocidad de punto

La velocidad de punto de un vehículo i , es la velocidad v_i a la que avanza por un punto específico o sección transversal de una carretera o calle Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

Figura 3

Velocidad de punto de un vehículo

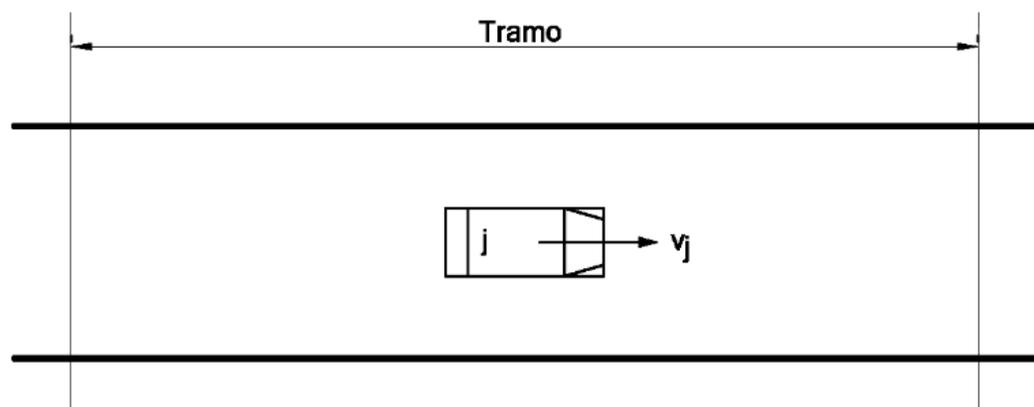


2. Velocidad instantánea

En un instante dado, la velocidad instantánea de un vehículo j es la velocidad v_j cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o calle. (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018)

Figura 4

Velocidad instantánea de un vehículo



3. Velocidad promedio espacial

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos en un tramo de carretera o calle en un momento dado. Por lo tanto, se afirma que existe una distribución espacial de velocidades instantáneas. (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018)

La velocidad promedio espacial se puede calcular matemáticamente para datos de velocidades instantáneas no agrupadas como:

$$\bar{V}_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m} \quad (4)$$

Dónde:

\bar{V}_e = velocidad promedio espacial

V_j = velocidad instantánea del vehículo **j**

m = número total de vehículos observados en el tramo de la muestra

También se puede calcular la velocidad promedio espacial dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla para un espacio o distancia dado. (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018). Esto es:

$$\bar{V}_e = \frac{d}{\bar{t}} \quad (5)$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (6)$$

Dónde:

\bar{t} = tiempo promedio de recorrido de vehículos

t_i = tiempo empleado por el vehículo **i** en recorrer la distancia **d**

d = distancia dada o recorrida

4. Velocidad promedio temporal

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto determinado de una carretera o calle durante un período de tiempo determinado. Por lo tanto, se dice que hay una distribución temporal de las velocidades de punto. (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018). La velocidad promedio temporal para datos de velocidades de punto no agrupadas se define matemáticamente como:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (7)$$

Dónde:

\bar{V}_t = velocidad promedio temporal

V_i = velocidad de punto del vehículo i

n = número total de vehículos observados en el punto de la muestra

Para el caso de datos de velocidades de punto agrupados, la velocidad promedio temporal es:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^N (f_i v_i)}{n} \quad (8)$$

Dónde:

n = número de grupos de velocidad

f_i = número de vehículos en el grupo de velocidad i

v_i = velocidad de punto del grupo i

$$n = \sum_{i=1}^N f_i \quad (9)$$

5. Velocidad de viaje (recorrido)

El resultado de dividir la distancia recorrida desde el inicio hasta el fin del viaje entre el tiempo total que se empleó en recorrerla se conoce como velocidad global o de viaje. El tiempo total del recorrido incluye todas las demoras operativas causadas por reducciones de velocidad y paradas causadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, que no están a cargo del conductor. No se incluyen las demoras fuera de la ruta, como las que ocurren en gasolineras, restaurantes, centros recreativos, etc. (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

La velocidad de recorrido se utiliza principalmente para comparar las condiciones de fluidez en rutas específicas, ya sea entre sí o en una misma ruta después de cambios, para medir los efectos.

$$V_r = \frac{d}{t} \quad (10)$$

Dónde:

V_r = velocidad de recorrido

d = distancia recorrida

t = tiempo de recorrido

6. Velocidad de marcha

La velocidad de un vehículo es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Todo el tiempo que el vehículo se haya detenido por cualquier motivo se descontará del tiempo total de recorrido para calcular la velocidad de marcha durante un viaje típico. Por lo tanto, esta velocidad generalmente será más valiosa que la velocidad de recorrido (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

$$V_m = \frac{d}{t} \quad (11)$$

Dónde:

V_m = velocidad de marcha

d = distancia recorrida

t = tiempo de marcha

Indicadores relacionados con la densidad

La concentración o densidad, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos son variables de flujo de vehículos relacionadas con la densidad (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

1. La densidad o concentración (k)

Es el número N de elementos vehiculares que ocupan una vía de una determinada longitud en un momento dado. Comúnmente se expresa como el número de vehículos por kilómetro (vehículos/km) asociados con los carriles de la vía (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

$$k = \frac{N}{d} \quad (4)$$

Donde:

k = densidad o concentración

N = número total de vehículos en un segmento de la calle o muestra

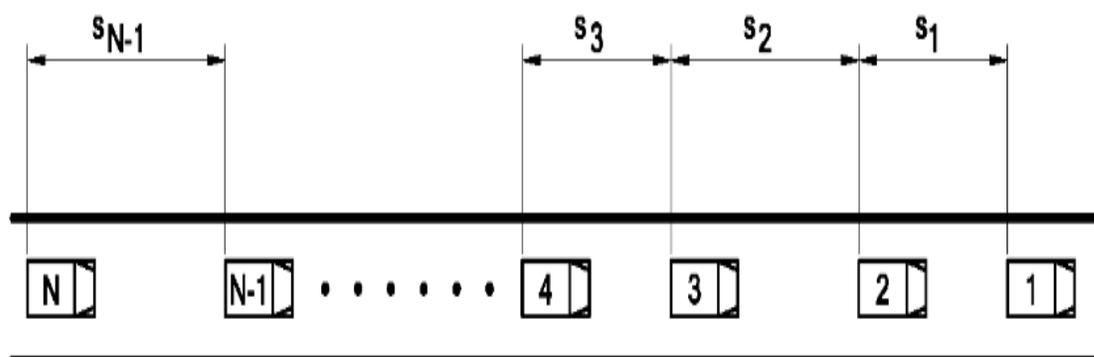
d = distancia del segmento de la calle o muestra

2. Espaciamiento Simple (S_i)

La distancia entre dos vehículos consecutivos, expresada en metros y medida entre sus defensas traseras, se conoce como espacio simple (S_i) (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018)

Figura 5

Espaciamiento entre vehículos



3. Espaciamiento Promedio (\bar{S})

Es el promedio de todas las distancias simples S_i existente entre los distintos vehículos que circulan por la calzada. Como se trata de un valor medio es expresado en metros por vehículo (m/veh)) (Cal y Mayor & Cárdenas ,2018).

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} S_i}{N-1} \quad (13)$$

Dónde:

\bar{S} = espaciamento promedio (s/veh)

N = número de vehículos (veh)

$N - 1$ = número de espaciamento (veh)

S_i = espaciamento simple entre el vehículo i y el vehículo $i+1$

S_i = espaciamento simple entre el vehículo i y el vehículo $i+1$

Tomando en cuenta que la unidad de la distancia promedio \bar{S} (m/veh), es la unidad inversa de densidad k (veh/m), por lo que también se puede considerar la siguiente relación::

$$\underline{S} = \frac{1}{k} \quad (14)$$

2.2.2 Nivel de Servicio

Definición

Es una medida cualitativa de las condiciones operativas del flujo de vehículos y las percepciones de los conductores y pasajeros. Estas situaciones se explican por factores como la velocidad y el tiempo de viaje la maniobrabilidad la comodidad y la seguridad vial (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, p. 397)

Como parte de los factores que afectan el nivel de servicio, se hace una distinción entre intrínsecos y extrínsecos. Los internos son para cambios de velocidad, volumen, estructura del tráfico, índice de cruce o movimiento direccional, etc. Los factores externos incluyen características físicas como el ancho del carril, el espacio libre lateral, el ancho del arcén y la pendiente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, p. 398)

A. Circunstancias prevalecientes

Se debe considerar la naturaleza probabilística de la capacidad, por lo que puede ser mayor o menor en cualquier momento. Como dice su propia definición, el aforo se define por las condiciones prevalecientes que son factores que al tener una variación la cambian. Estos se dividen en cuatro tipos generales:

A.1 *Circunstancias de la infraestructura vial*

Estos incluyen las características físicas de la vía o camino (transito continuo o discontinuo, control de acceso o no, carril compartido o sin carril, doble o multicarril, etc.), evolución del contexto, características geométricas (ancho de carril, arcén, obstáculos laterales, velocidades de proyecto, limites de adelantamiento, entre otros) el tipo de terreno en el que se ubica la infraestructura vial (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018)

A.2 *Circunstancias del medio ambiente*

Constituyen todos aquellos factores que están relacionados con el estado del tiempo (clima), la iluminación (visibilidad) y el uso del suelo circundante (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

A.3 *Circunstancias del tránsito*

Estas se refieren a la distribución del tránsito en el tiempo y el espacio; a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos; a la distribución direccional en carreteras de dos carriles dos sentidos; a la distribución por carril en carreteras de carriles múltiples; a la familiaridad del usuario con la vialidad (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, p. 398)

A.4 *Circunstancias de los controles*

Hace referencia a los dispositivos para el control del tránsito, tales como semáforos (fase, longitudes de ciclo, repartición de verdes, etc.), las señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, sólo vuelta a la izquierda, etc.) y las velocidades límites (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

B. Circunstancias base o ideales

Según, Cal y Mayor & Cárdenas (2018), las condiciones iniciales o ideales son condiciones óptimas predeterminadas específicas de referencia que deben ajustarse considerando las condiciones generales o reales. Las condiciones de referencia o base suponen buen clima, buenas condiciones generales o reales, buenas condiciones de la carretera, familiaridad del usuario con la red de carreteras y sin obstrucciones al flujo de vehículos. Dependiendo del tipo de sistema vial que se investigue, cada uno tiene unas condiciones iniciales específicas. De este modo, se puede plantear de manera general, estableciendo las siguientes asociaciones:

Condición Prevaliente = (Condición Base) – (Ajuste)

Condición Prevaliente = (Condición Base) x (Factor de Ajuste)

Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio

En cuanto a los factores externos que afectan el nivel de servicio pueden medirse durante cualquier momento apropiado, pero los factores internos son variables y deben medirse en el momento del flujo máximo, es decir en el periodo de mayor demanda. Durante este periodo el flujo de vehículos en demanda máxima no se distribuye uniformemente. Para tener esto en consideración, es útil determinar el flujo máximo de tiempo durante las horas pico (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018). Generalmente, se acostumbra un periodo de 15 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15 \text{ máx}})} \quad (15)$$

Dónde:

FHMD = Factor de la hora de máxima demanda

$VHMD$ = Volumen horario de máxima demanda

$Q_{15 \text{ máx}}$ = Volumen máximo durante 15 minutos

Se han establecido los siguientes criterios para garantizar una interpretación uniforme y metodológica ordenada:

- Para cada tramo de carretera o calle, el flujo y la capacidad se muestran en vehículos mixtos por hora bajo condiciones prevalecientes.
- El nivel de servicio se aplica a una parte importante de la carretera. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación en diferentes puntos de tiempo debido a variaciones en el flujo de vehículos o en su capacidad. Las variaciones en la capacidad son causadas por cambios en la anchura, las pendientes, las restricciones laterales e intersecciones, entre otros factores. Los volúmenes de vehículos que entran y salen del tramo lo hacen en ciertos puntos a lo largo del tramo y a diferentes horas del día, lo que provoca variaciones de flujo.
- Las variables son los elementos utilizados para evaluar la capacidad y los niveles de servicio, y sus valores se pueden obtener fácilmente de los datos disponibles. El tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media de recorrido, la composición del tránsito y las variaciones del flujo son necesarios en términos de capacidad. La densidad, la velocidad media de recorrido, las demoras y la relación flujo a capacidad son factores adicionales que se requieren para el nivel de servicio.
- Autopistas, carreteras de dos carriles, carreteras de carriles múltiples, calles urbanas, intersecciones con semáforos y carreteras de dos carriles tienen niveles de servicio definidos por densidades, velocidades medias de recorrido, demoras y relaciones de flujo a capacidad por razones prácticas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

- Para determinar los niveles de servicio de diferentes infraestructuras viales, el criterio establece que se deben tener en cuenta las medidas de eficiencia de la Tabla 2.

Tabla 2

Medidas de eficiencia que definen los niveles de servicio

Tipo de infraestructura vial	Medidas de eficiencia
- <u>Autopistas</u>	- Densidad, velocidad, relación volumen o capacidad.
- <u>Segmentos básicos</u>	- Densidad, velocidad
- <u>Tramos de entrecruzamiento</u>	- Densidad, velocidad
- <u>Rampas de enlace</u>	- Densidad, velocidad
- <u>Carreteras</u>	- Densidad, velocidad, relación volumen o capacidad
- <u>Múltiples carriles</u>	- Velocidad, % de tiempo de seguimiento
- <u>Dos carriles</u>	- Densidad, velocidad, relación volumen o capacidad
- <u>Intersecciones</u>	- Demora por controles
- <u>Con semáforo</u>	- Demora por controles
- <u>De prioridad</u>	- Demora por controles
- <u>Arterias urbanas</u>	- Velocidad de recorrido
- <u>Transporte colectivo</u>	- Velocidad de marcha y recorrido, tiempo de espera
- <u>Ciclo rutas</u>	- Eventos, demoras, velocidad
- <u>Peatones</u>	- Espacio, eventos, demoras, velocidad

Nota: tabla de referencia extraída de: Highway Capacity Manual, 2010.

Aforo (Capacidad) vial y niveles de servicio

Estos conceptos se aplican al análisis de los sistemas de transporte en términos de diseño y operación. Autopistas urbanas, vías urbanas (arterias y calles), intersecciones semaforizadas o no, infraestructura para autobuses y transporte público, infraestructura para peatones y ciclistas son los sistemas en cuestión para los especialistas en transporte urbano. La capacidad depende de las unidades (peatones, vehículos particulares, transporte público, etc.), el tiempo y el área de infraestructura (carriles, ancho de la calzada, etc.). Se establecen seis categorías de niveles de servicio, del "A" al "F", para cada tipo de infraestructura. Las condiciones de volumen libre se denominan nivel "A". El nivel "E" se refiere a condiciones de

volumen a capacidad, mientras que el nivel "F" se refiere a circunstancias de congestión extrema. Las vías de flujo continuo y de flujo discontinuo son los dos tipos de infraestructura reconocidos en ingeniería de tránsito (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

A. Flujo Continuo

Las vías de flujo continuo no tienen elementos fijos como semáforos o altos que impidan el volumen de tránsito o provoquen interrupciones. Las siguientes son vías de volumen continuo: Autopistas, tramos básicos de autopistas, áreas de intersección, enlaces, sistemas de autopistas, carreteras de múltiples carriles y carreteras de dos carriles (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

B. Flujo Discontinuo:

Las vías de flujo discontinuo tienen componentes fijos que causan interrupciones periódicas en el tráfico. Estos componentes incluyen semáforos, señales de alto y otros métodos de control. Independientemente de la cantidad de vehículos presentes, estos mecanismos provocan paradas en el tránsito (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

A continuación, se mencionan algunas ilustraciones de infraestructura de flujo discontinuo:

- Intersecciones Semaforizadas
- Intersecciones no Semaforizadas (controladas por señales de alto y ceda el paso)
- Arterias
- Transporte Público
- Peatones
- Bicicletas

(Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Capacidad Vial

De acuerdo con (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018), la demanda de tránsito, presente o futura, se considera una cantidad conocida durante las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías y calles. La capacidad u oferta de un sistema vial es una medida de la eficiencia con la que presta servicio a esta demanda.

Aparte del estudio de la capacidad de las vías y calles, un objetivo común es determinar la calidad del servicio que brinda un tramo o componente vial específico. La tasa máxima de flujo que puede soportar una vía o calle se conoce teóricamente como capacidad $[(q)]_{\text{máx}}$. La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, el tránsito y los dispositivos de control. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Niveles de Servicio

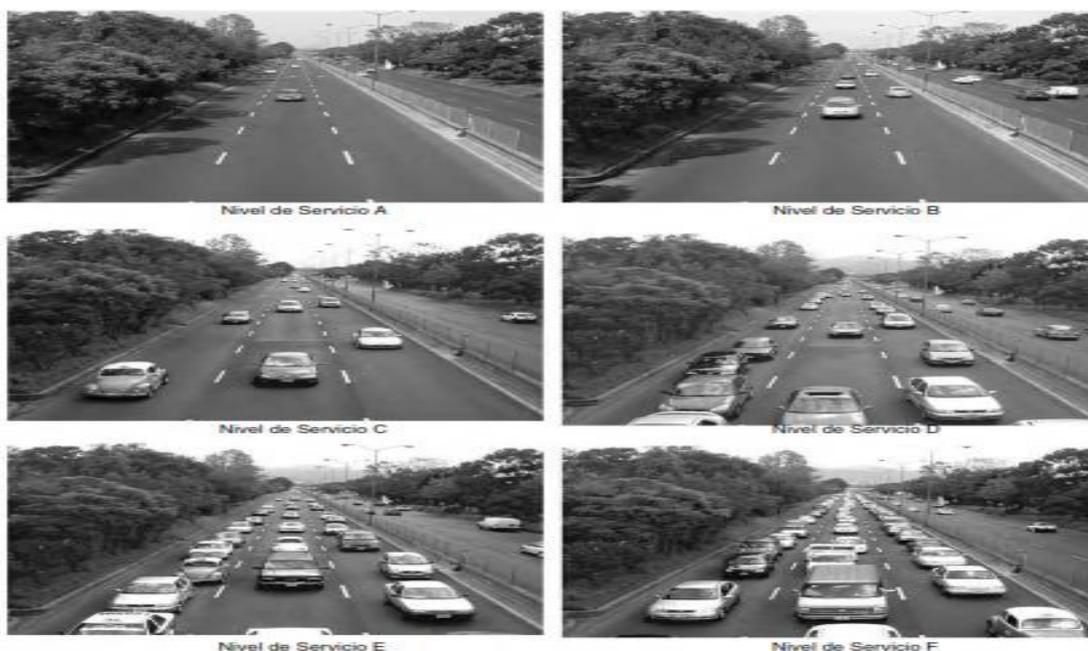
El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo vehicular. Es una evaluación cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de vehículos y cómo lo ven los motoristas y/o pasajeros (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial describen estas condiciones. Los factores internos y externos tienen un impacto en el nivel de servicio. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, el volumen, la composición del tránsito, el porcentaje de movimientos de intersección o direccionales, etc. Las características físicas, como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, entre otros (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

El Manual de Capacidad de Carreteras de 2010 (HCM 2010) ha establecido seis niveles de servicio, que van del mejor al peor, llamados A, B, C, D, E y F. La velocidad y el tiempo de recorrido de los vehículos provocarán estos niveles. La Figura 2 muestra las condiciones de operación de estos niveles.

Figura 6

Niveles de servicio en condiciones de circulación continúa



Nota: Imagen referencial extraída de Cal y Mayor & Cárdenas (2018, p. 404)

Nivel A

Representa la circulación libre. Considerando individualmente, los usuarios están prácticamente libres de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Pueden maniobrar dentro del tránsito con gran libertad. La circulación proporciona un nivel excelente de comodidad y conveniencia en general (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Nivel B

A pesar de que se están observando otros vehículos que forman parte de la circulación, sigue siendo dentro del rango de flujo libre. Aunque disminuye un poco la libertad de maniobra, la libertad de seleccionar las velocidades deseadas sigue siendo relativamente inafectada. Debido a que la presencia de otros vehículos comienza a afectar el comportamiento individual de cada uno, el nivel de comodidad y conveniencia disminuye (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Nivel C

Aunque pertenece al rango de flujo estable, representa el comienzo del dominio en el que las interacciones entre los otros usuarios tienen un impacto significativo en las operaciones de un usuario. La presencia de otros afecta la selección de velocidad y la libertad de maniobra comienza a ser limitada. El nivel de comodidad y comodidad ha disminuido significativamente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Nivel D

Representa una circulación estable pero de alta densidad. La velocidad y la libertad de maniobra están muy limitadas, y el usuario se siente incómodo en general. Incluso con la formación de pequeñas colas, pequeños incrementos en el flujo generalmente causan problemas de funcionamiento (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Nivel E

Su capacidad está al límite o casi al límite. Se reduce la velocidad de todos a un valor bajo y bastante uniforme. Los cambios de carril obligan a los vehículos a "ceder el paso" y la libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil. Los niveles de comodidad y conveniencia son extremadamente bajos y la frustración de los conductores es elevada. Debido

a los colapsos causados por pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito, la circulación generalmente es inestable (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Nivel F

Representa situaciones en las que el flujo es forzado. Esta situación ocurre cuando el volumen de tránsito que se acerca a un punto es mayor que el volumen de tránsito que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde hay ondas de parada y arranque muy inestables, típicas de los "cuellos de botella" (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Mediciones básicas de flujo vehicular, según el HCM 2010

A. Volumen y Flujo Vehicular

El volumen y el flujo son dos elementos que miden la cantidad de vehículos que pasan sobre una sección específica de la vía durante un período de tiempo específico. Estos estándares se describen a continuación:

A.1 Volumen

Es el número total de vehículos que pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo. Este intervalo de tiempo puede ser variable, pero comúnmente se expresa en términos de periodos anuales, diarios, por hora, o menores a una hora.

A.2 Flujo vehicular

Corresponde a la tasa equivalente por hora en la cual los vehículos pasan sobre una sección determinada de la vía durante un intervalo de tiempo menor a una hora, usualmente 15 minutos.

B. Velocidad

Debido a la amplia gama de velocidades individuales presentes en una corriente de tránsito, se debe utilizar un valor representativo para caracterizar la velocidad que pueden lograr los usuarios en una vía. Los siguientes son los parámetros de velocidad básicos aplicables a una corriente de tránsito en calles urbanas:

B.1 La velocidad promedio de desplazamiento

Este es el resultado de dividir la longitud del segmento por el tiempo promedio de viaje de los vehículos que atraviesan el segmento, incluidos los tiempos de demora debido a detenciones.

B.2 Velocidad de flujo sin restricciones

La velocidad promedio de los vehículos en un segmento específico, medida en condiciones de bajo volumen, donde los conductores no están limitados por otros vehículos o dispositivos de control de tránsito en intersecciones aguas abajo (como semáforos, rotondas o señales de pare).

C. Demora

La demora es una medida crucial del desempeño de los componentes de un sistema de flujo interrumpido. La demora por control es la principal medida de servicio de HCM para evaluar el nivel de servicio en intersecciones semaforizadas, aunque existen otros tipos de demora. Esta demora es el resultado de la presencia de un dispositivo de control de tránsito en la intersección e incluye la demora causada por la desaceleración de los vehículos cuando llegan a la intersección, el tiempo que lleva detenerse, el tiempo que lleva moverse hacia adelante en la cola y el tiempo que lleva acelerar a la velocidad deseada (HCM,2010).

Los siguientes son los tipos de demora que se utilizan:

- Demora geométrica: Es aquella demora causada por las características geométricas de la vía.
- Demora por incidente: Tiempo adicional de viaje experimentado como resultado de un incidente.
- Demora por tránsito: Demora causada por la interacción entre vehículos, obligando a los conductores a reducir su velocidad por debajo de la velocidad de flujo libre.

D. Índice de congestión

El índice de congestión relaciona el tiempo de recorrido a través del segmento y el tiempo que se emplea en flujo libre mediante la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{T_r}{T_l} \quad (16)$$

Dónde:

CI = Índice de congestión

T_r = Tiempo de recorrido a través del segmento (seg)

T_l = Tiempo de recorrido en condiciones de flujo libre (seg)

No hay congestión si el índice es 1, ya que el tiempo de viaje promedio es igual al tiempo de viaje en flujo libre. Si el índice de congestión es superior a 1,5, significa que el tiempo de viaje real es el 150% del tiempo de flujo libre, o se tarda 1,5 veces más en recorrer un segmento de lo que sería en condiciones no congestionadas. Es decir, que existe congestión.

Capacidad Vehicular

Es la máxima intensidad horaria de un vehículo que tiene una probabilidad razonable de atravesar un perfil transversal o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo determinado. La mayoría de los análisis de capacidad utilizan 15 minutos, ya que se cree que es el período más corto para el que se puede observar una circulación más estable.

La intensidad de circulación es el número de vehículos que pasan por un perfil dado durante menos de una hora, generalmente 15 minutos. No representa el número exacto de vehículos por hora, por lo que se expresa en unidades de [veh/hora]

El factor de hora punta, que es la relación entre el volumen total de la hora y la intensidad de circulación máxima producida en un lapso de 15 minutos dentro de la hora, relaciona las intensidades de circulación punta con los volúmenes horarios (HCM,2010).

$$FHP = \frac{Q}{4 \cdot Q_{15}} \quad (17)$$

Dónde:

FHP = Factor de hora punta

Q = Volumen horario

Q_{15} = Volumen durante los 15 min de la hora (veh/15 min)

Un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos es el factor de hora punta. Indica la distribución de los flujos máximos por hora. Su valor más alto es la unidad, lo que indica que los flujos máximos se distribuyen uniformemente durante toda la hora. Las concentraciones de flujo máximas dentro de la hora se indican con valores bastante menores que la unidad.

El nivel de saturación

El grado de saturación, que es el número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección de la vía en una hora, es lo que lo define. La siguiente ecuación muestra cómo el grado de saturación se relaciona con la capacidad de la vía:

$$X = \frac{V}{C} \quad (18)$$

Dónde:

X = Grado de saturación

V = Flujo vehicular correspondiente a los 15 minutos en la hora punta (veh/h)

C = Capacidad vehicular (veh/h)

Además, si ($x \geq 1$) representa un flujo saturado y si ($x \leq 1$) representa un flujo menos saturado.

Calidad en el Servicio

La calidad de servicio es un término que describe cómo funciona una instalación de transporte desde la perspectiva del viajero. La evaluación directa de aspectos perceptibles por los viajeros, como la velocidad y la demora, es una de las muchas formas en que se puede evaluar la calidad del servicio (HCM,2010)

Criterios para evaluar el nivel de servicio de vehículos en calles urbanas según HCM 2010

Nivel de Análisis

El nivel de detalle utilizado en la implementación de la metodología se define como nivel de análisis. Se reconocen tres niveles de análisis: operativo, de diseño, ingeniería preliminar y de planificación.

La aplicación más detallada es el análisis operacional, que requiere la mayor cantidad de información sobre el tránsito, la geometría y las condiciones de señalización.

El análisis de diseño también requiere información detallada sobre las condiciones de tránsito y el nivel de servicio deseados, así como geometría y condiciones de señalización.

En ingeniería preliminar y planeamiento, solo se requieren los tipos de información más básicos, utilizando valores predeterminados como sustitutos de otros tipos de entrada (HCM,2010).

Periodo de Estudio

La metodología se basa en el supuesto de que las condiciones de transición permanecen estables durante todo el período de análisis, lo que significa que cualquier cambio sistemático en el tiempo es insignificante. Por lo tanto, la duración del análisis oscila entre 0,25 y 1 hora. En general, el analista debe tener precaución con los períodos de análisis que excedan de una hora. Esto se debe a que las condiciones de tránsito no son generalmente estables durante períodos de tiempo prolongados y porque los efectos negativos de las horas pico en la demanda de tránsito pueden no ser detectados en la evaluación (HCM,2010)

El concepto de segmento de calle urbana

Para el análisis, la calle urbana se divide en componentes individuales que están físicamente adyacentes y funcionan como una sola entidad para el transporte de personas. En un sistema de calles urbanas, normalmente hay dos componentes: puntos y enlaces. Una

intersección representa el punto que separa los enlaces. Un enlace es la distancia entre dos puntos. Un segmento es un enlace y sus límites (HCM,2010).

Limitaciones de la Metodología

En general, la técnica descrita puede utilizarse para evaluar el desempeño de la mayoría de los flujos de tránsito que viajan a lo largo de un segmento de calle urbana. Sin embargo, la técnica no aborda todos los tipos de condiciones de tránsito o controles. Una limitación es no poder replicar la influencia de una condición o tipo de control en la metodología. Si se cree que una o más de estas limitaciones tiene un impacto significativo en el desempeño de un segmento de calle específico, el analista debe considerar la implementación de técnicas o herramientas alternativas (HCM,2010).

Metodología para el análisis de segmentos de calles urbanas

A. Datos de Entrada

La tabla 3 muestra los datos e identifica los elementos de entrada. Para cada dirección de viaje en el segmento y para cada intersección límite, deben especificarse por separado.

Tabla 3

Datos de entrada

Categoría de datos	Elementos de entrada
Características de tránsito	✓ Flujo en el segmento
	✓ Número de pistas
	✓ Longitud de segmentos
	✓ Longitud de mediana restrictiva
Diseño geométrico	✓ Proporción de segmentos con solera
	✓ Puntos de acceso
	✓ Duración del periodo de análisis
Otros	✓ Velocidad límite

Nota: Categorías diferenciadas en el Highway Capacity Manual, 2010

A continuación, se describe cada elemento de entrada:

A.1 Flujo en los puntos de acceso

El número de vehículos que llegan a la intersección de puntos de acceso durante el período de análisis se conoce como flujo de puntos de acceso, dividido por el período de análisis. Es necesario para cada movimiento que cruza cada punto de acceso activo. Si el segmento tiene una gran cantidad de puntos de acceso que se consideran inactivos pero que tienen un impacto en el flujo de tránsito, se pueden combinar para formar un solo punto de acceso equivalente que sea activo (HCM,2010).

A.2 Flujo en el componente

El número de vehículos que viajaron a lo largo del segmento durante el período de análisis se conoce como flujo de segmento, dividido por la duración del período de análisis. Para cada dirección de viaje a lo largo del segmento, este volumen se especifica por separado. El flujo en el segmento se mide en un lugar entre estos puntos de acceso (o entre un punto de acceso y la intersección límite) si hay uno o más puntos de acceso a lo largo del segmento (HCM,2010).

A.3 Longitud de Segmento

Esta longitud se mide a lo largo de la línea del tráfico. Debe ocuparse una longitud promedio si hay diferencia entre las dos direcciones de viaje (HCM,2010).

A.4 Longitud de Mediana Restrictiva

La longitud de una calle con una mediana restrictiva, como Solera, se conoce como longitud de mediana restrictiva. La longitud se mide de esquina a esquina a lo largo del eje de la calle. La longitud de algunas aberturas de mediana de la calle no está incluida en esta longitud (HCM,2010).

A.5 *La proporción de un segmento con una solera*

La proporción del segmento con solera es la porción de la longitud del enlace que tiene solera a lo largo del lado derecho del segmento. Esta proporción se obtiene dividiendo la longitud de la carretera con una sección transversal con solera por la longitud del enlace. La longitud se mide desde el inicio de la sección transversal con solera hasta el final de la sección transversal con solera. Esta longitud no tiene en cuenta el ancho de las entradas de los autos. Cada dirección de viaje a lo largo del segmento tiene conocimiento de este valor (HCM,2010).

A.6 *Número de Puntos de Acceso*

El número de puntos de acceso a lo largo de un segmento representa la cantidad de entradas de vehículos no señalizados y calles públicas aproximándose en el segmento, independientemente de la demanda de tránsito entrando en la aproximación. Este número se determina por separado para cada segmento (HCM,2010).

A.7 *Período de Análisis*

El período de análisis es el tiempo que se considera para evaluar el desempeño. Las duraciones varían de quince minutos a una hora, con las duraciones más largas usadas para el análisis de planificación (HCM,2010).

A.8 Velocidad límite

La metodología utiliza la velocidad promedio de viaje para evaluar el desempeño del segmento. Esto está relacionado con la velocidad límite porque la velocidad límite refleja el entorno y los elementos geométricos que afectan la decisión de velocidad del conductor. Como resultado, la velocidad límite es una variable de entrada útil para estimar la velocidad de viaje, reduciendo al mismo tiempo la necesidad de una gran cantidad de datos de entrada geométricos y del entorno del segmento (HCM,2010).

Parámetros para utilizar en la evaluación

A. Tiempo en Movimiento

Este paso explica cómo calcular el tiempo de movimiento del segmento. El cálculo de la velocidad de flujo libre, un factor de ajuste para la proximidad entre vehículos y tiempo en movimiento adicional debido a fuentes de demora se incluyen en este proceso. Cada cálculo se describe en los apartados siguientes, y el cálculo del tiempo en movimiento en el segmento se completa al final.

B. La velocidad de flujo libre

La velocidad de flujo libre es la velocidad promedio de los vehículos que viajan a través de un segmento en condiciones de bajo volumen sin demoras debido a dispositivos de control de tránsito u otros vehículos.

C. Velocidad de Flujo Libre Base

La velocidad de flujo libre en segmentos largos se conoce como velocidad de flujo libre base. Esta incluye la influencia de la velocidad límite, la densidad de puntos

de acceso, el tipo de mediana y la presencia de solera y se calcula utilizando la ecuación siguiente:

$$S_{fo} = S_o + f_{cs} + f_A \quad (19)$$

Dónde:

S_{fo} : Velocidad de flujo libre base (mi/h)

S_o : Velocidad constante (mi/h)

f_{cs} : Factor de ajuste para sección transversal (mi/h)

f_A : Factor de ajuste para puntos de acceso (mi/h)

La velocidad constante se determina con la siguiente ecuación:

$$S_o = 25.6 + 0.47 * S_{pl} \quad (20)$$

Dónde:

S_{pl} : Límite de velocidad (mi/h)

$$f_{cs} = 1.5 * p_m - 0.47 * p_{curb} - 3.7 * p_m * p_{curb} \quad (21)$$

Dónde:

p_m : Proporción del segmento con mediana restrictiva (decimal)

p_{curb} : Proporción del segmento con solera del lado derecho (decimal)

$$f_A = -0.078 * \frac{D_a}{N_{th}} \quad (22)$$

Dónde:

$$D_a = 5280 * \frac{N_{ap}}{L} + \frac{N_{ap,o}}{W_i} \quad (23)$$

D_a : Densidad de puntos de acceso en el segmento (puntos/mi)

N_{th} : Número de carriles del segmento en la dirección de viaje

N_{ap} : Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección de viaje

$N_{ap,o}$: Número de puntos de acceso por el lado derecho en la dirección opuesta de viaje.

W_i : Ancho de intersección semaforizadas aguas arriba (ft)

También se pueden usar las siguientes tablas para obtener los valores del factor de ajuste de sección transversal y punto de acceso:

Tabla 4

Factor de ajuste para sección transversal

Velocidad límite (mi/h)	Velocidad constante S_o (mi/h)	Tipo de mediana	Porcentaje con mediana restrictiva	Ajuste para sección transversal f_{cs} (mi/h)	
				Sin solera	Con solera
25	37.4	Restrictiva	20	0.3	-0.9
30	39.7		40	0.6	-1.4
35	42.1		60	0.9	-1.8
40	44.4		80	1.2	-2.2
45	46.8		100	1.5	-2.7
50	49.1	No restrictiva	No aplica	0	-0.5
55	51.5	Sin mediana	No aplica	0	-0.5

Nota: Valores referenciales establecidos en el Highway Capacity Manual(2010)

Tabla 5*Factor de ajuste para sección transversal*

Densidad de puntos de acceso D_a (pts/ml)	Ajuste para puntos de acceso por carril f_A (ml/h)			
	1 carril	2 carril	3 carril	4 carril
0	0	0	0	0
2	-0.2	-0.1	-0.1	0
4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
10	-0.8	-0.4	-0.3	-0.2
20	-1.6	-0.8	-0.5	-0.4
40	-3.1	-1.6	-1	-0.8
60	-4.7	-2.3	-1.6	-1.2

Nota: Valores referenciales del Highway Capacity Manual (2010)

D. Ajuste por Espaciamento de Señales

La evidencia empírica sugiere que un segmento de corta longitud (cuando se define por las intersecciones semaforizadas límites) tiende a influir en la elección del conductor de la velocidad de flujo libre. Se ha encontrado que los segmentos más cortos tienen una baja velocidad de flujo libre cuando todos los otros factores se mantienen iguales.

E. Velocidad de Flujo Libre

La velocidad de flujo libre es calculada basándose en las estimaciones de la velocidad de flujo libre y el factor de ajuste por espaciamento de señales.

Alternativamente, puede ser ingresada directamente por el analista.

F. El factor de ajuste basado en la proximidad de los vehículos

El tiempo de movimiento en flujo libre se ajusta mediante el factor de ajuste por proximidad para tener en cuenta el efecto de la densidad de tránsito. Los cambios aumentan el volumen y aumentan el tiempo en movimiento. El alto volumen y la

tendencia de los conductores a ser más precavidos cuando los intervalos son cortos contribuyen a la reducción de la velocidad.

G. Demora causada por giro del vehículo

Los vehículos que están siguiendo a los vehículos que giran, pero no giran en el punto de acceso causan esta demora. Debido a que los vehículos giran en los puntos de accesos utilizando el volumen medio del segmento, se utiliza la demora para la planificación y el análisis de servicio. Los valores muestran el retraso de los vehículos que giran a la izquierda y a la derecha. El valor se multiplica por el número de accesos del segmento para estimar el retraso causado por los giros a la derecha y a la izquierda.

Tabla 6

Demora debido a los vehículos de giro

Volumen medio del segmento (veh/h/ln)	Demora de vehículos por el número de carriles (s/veh/pt)		
	1 Carril	2 Carril	3 Carril
200	0.04	0.04	0.05
300	0.08	0.08	0.09
400	0.12	0.2	0.15
500	0.18	0.25	0.15
600	0.27	0.41	0.15
700	0.39	0.72	0.15

Nota: valores de referencia extraídos del Highway Capacity Manual (2010)

El diez por ciento de giros a la izquierda y el diez por ciento de giros a la derecha desde el segmento hacia el acceso se muestran en la Tabla 5. Los retrasos pueden reducirse proporcionalmente si los porcentajes de giro reales son menos del 10%. Por ejemplo, si el punto de acceso sujeto tiene 5% giros a la izquierda y 5% giros a la derecha, los valores se deben multiplicar por 0,5.

H. Demora Ocasionada por otros Factores

Mientras conduce a lo largo de un segmento, un conductor puede experimentar retrasos o reducir la velocidad debido a otros factores. Un vehículo que está realizando una maniobra de estacionamiento en paralelo, por ejemplo, puede causar un cierto retraso. Sin embargo, esta técnica solo incluye métodos para calcular el retraso causado por los vehículos que giran.

I. El tiempo de propagación de los vehículos

La estimación del tiempo de viaje se basa en el retraso causado por los vehículos que salen del segmento.

J. Cálculo del Nivel de servicio

El nivel de servicio se calcula para ambas direcciones a lo largo del segmento según dos criterios: el primero es la relación entre el volumen y la capacidad del segmento, y el segundo es la velocidad de desplazamiento como porcentaje de la velocidad de flujo libre base. La siguiente tabla muestra los criterios utilizados para determinar el nivel de servicio.

Tabla 7

Niveles de servicio para segmentos urbanos

Velocidad de recorrido como un porcentaje de la velocidad de flujo libre base (%)	LOS por la relación entre el volumen y la capacidad	
	≤ 1	> 1
> 85	A	F
> 67 - 85	B	F
> 50 - 67	C	F
> 40 - 50	D	F
> 30 - 40	E	F
≤ 30	F	F

Nota: valores extraídos del Highway Capacity Manual (2010)

La relación de volumen a la capacidad se calcula como el volumen dividido por la capacidad.

2.3 Bases conceptuales

Para la definición de los términos básicos del estudio, se han utilizado los términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial establecidos por el MTC(2008), considerando los siguientes:

Flujo vehicular: Es la forma de cómo transitan los vehículos en las diferentes estructuras viales, lo cual admite entender las características y comportamiento del tránsito.

El nivel de servicio: es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de vehículos y cómo los motoristas y/o pasajeros lo ven. Los factores que describen estas condiciones incluyen la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

Capacidad de vía: Es la pauta máxima de flujo a la cual se espera que, en un punto o sección uniforme de un carril o calzada, durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, el medio ambiente, el tránsito y los dispositivos de control, los vehículos o personas razonablemente puedan pasar.

Volumen de tránsito: Es la cantidad de vehículos que llegan a un lugar específico en un período de tiempo dado. "Vehículos por unidad de tiempo" o "vehículos por unidad de tiempo" son las unidades de volumen.

Velocidad de punto: Es la rapidez a la que un vehículo se desplaza en un punto o tramo específico de una carretera o calle.

Densidad de tránsito: es la cantidad de vehículos que circulan a lo largo de una distancia específica de carretera o calle, usualmente expresada en vehículos por kilómetros (veh/km).

Calle: Es una infraestructura urbana en forma de línea que facilita el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, así como el desplazamiento peatonal, y proporciona acceso a los edificios y terrenos ubicados a ambos lados de la vía.

Calzada: Es el segmento de la carretera destinado específicamente para el movimiento y el desplazamiento de los vehículos. Su tamaño puede variar según la cantidad de carriles que tenga. En el caso de autopistas y autovías, puede haber una o más calzadas para cada dirección, separadas por medianas u otras divisiones. Dentro de las calzadas, pueden encontrarse isletas y refugios.

Avenida: es una amplia calle de doble sentido con calzadas separadas por una franja central. Las vías principales y secundarias se conocen como arterias y colectoras, respectivamente.

Aforo: Se refiere a la determinación de la cantidad máxima de vehículos permitidos y tolerados en un espacio designado para eventos públicos o espectáculos.

2.4 Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.

En una investigación, el basamento epistemológico se refiere a la base o fundamentos de conocimiento que se utilizan en una investigación. Estos fundamentos son proporcionados por los diferentes enfoques y perspectivas que existen en el campo científico y disciplinario. En este caso la investigación ha tomado como paradigma el positivismo y como enfoque el método cuantitativo. Por esta razón es importante revisar y reflexionar acerca de los enfoques y la metodología que más se ajuste al propósito de la investigación para garantizar que sus resultados sean válidos (Guadarrama, 2004).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ámbito

El estudio, en referencia a la problemática descrita en el numeral 1.1, desarrollándose en el área urbana de la ciudad de Huánuco, Jirón Huallayco cuadras 7, 8, 9 y 10 adyacentes al mercado modelo y de acuerdo con los objetivos de la investigación ya establecidos en el numeral 1.3, se analizaron y evaluaron las características del flujo vehicular y con ello se definió el nivel de servicio en las cuadras mencionadas durante el mes de Marzo y Abril del año 2022.

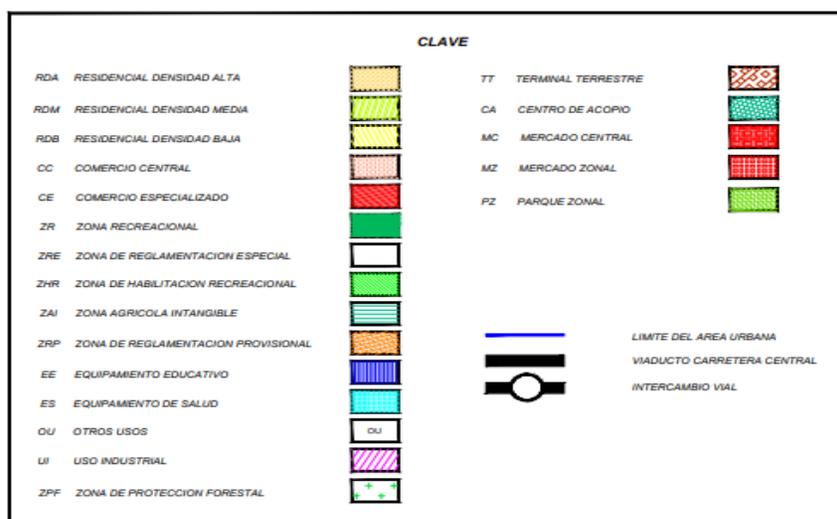
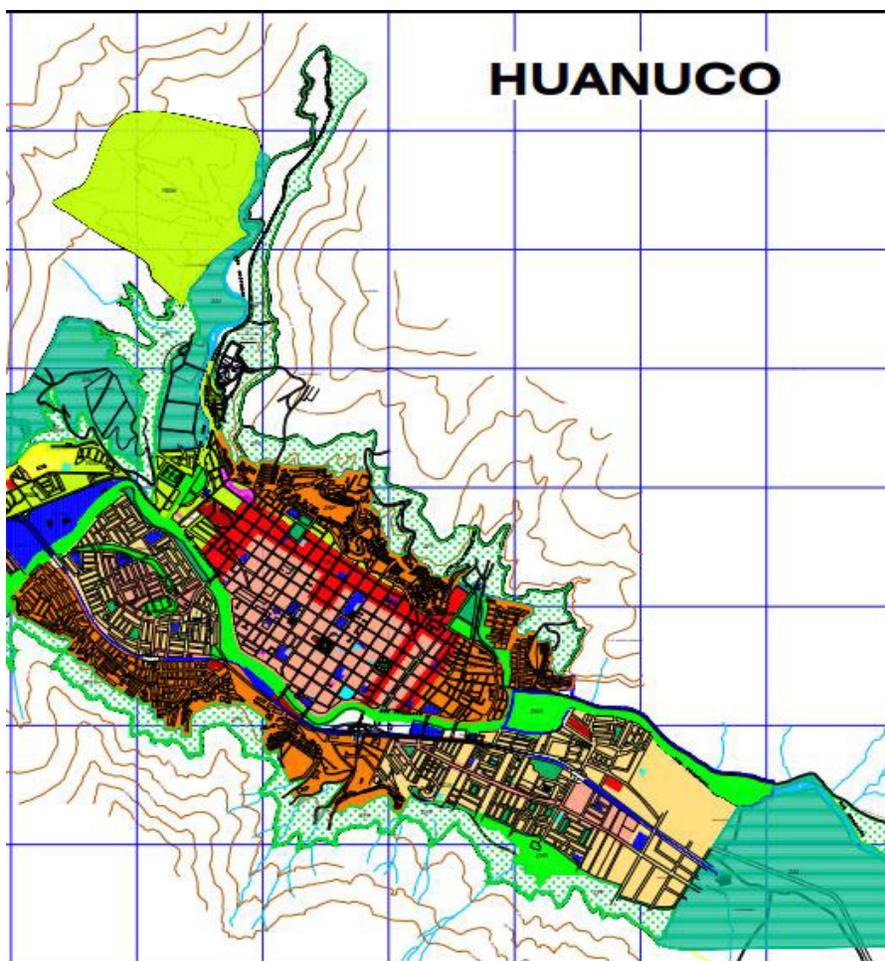
3.2 Población

En una investigación, esta se refiere al conjunto de elementos de las cuales el investigador busca obtener información y de las cuales se van a generar las conclusiones (Palella & Martins, 2012, p. 105).

En este particular como población de nuestra investigación se ha considerado todas las cuadras consideradas como área de “Comercio central” en el mapa de zonificación de la ciudad de Huánuco, según la siguiente figura;

Figura 7

Población de Estudio



3.3 Muestra

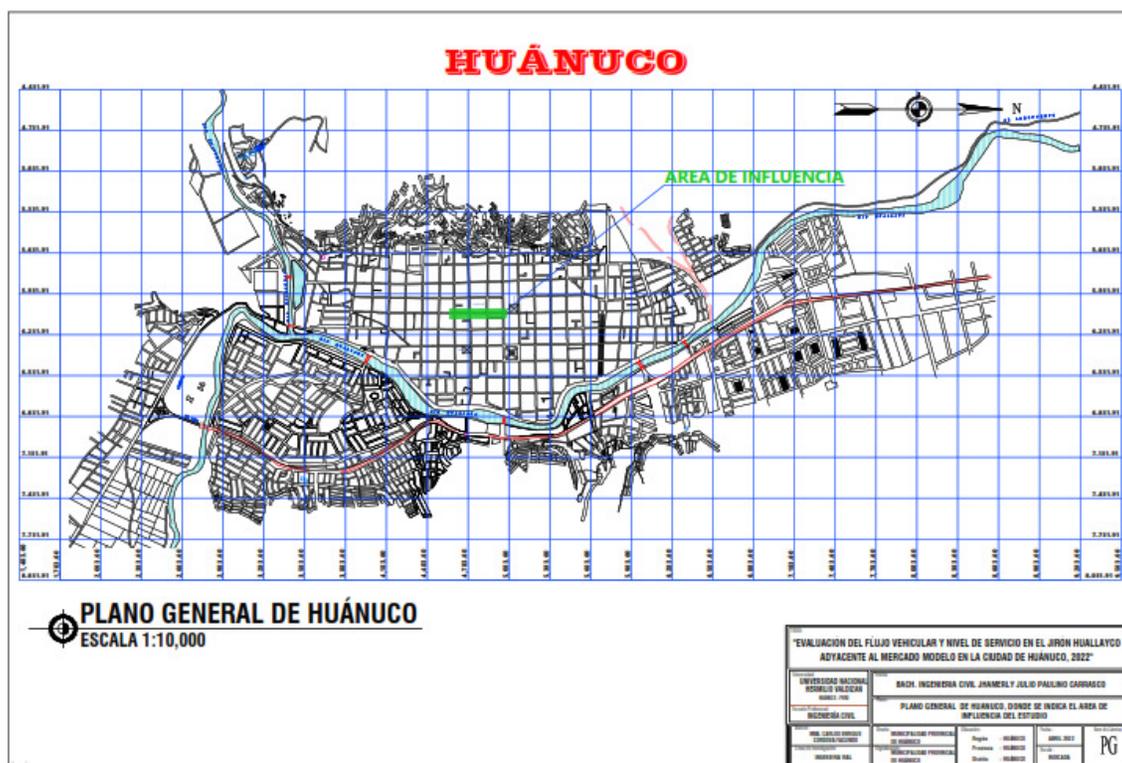
Para la investigación fueron seleccionadas como muestra las calles 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco, adyacente al zona central comercial de Huánuco.

Cabe precisar que, para la selección de la muestra se realizó a de acuerdo con el criterio del investigador, aplicando la metodología no probabilística. Según Hernández et al. (2014), “Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización” (p. 189).

La siguiente figura señala las cuadras 7, 8 9 y 10 del jirón Huallayco, componentes de la muestra de nuestro estudio;

Figura 8

Cuadras 7, 8, 9, y 10 del jirón Huallayco, achuradas como "área de influencia"



3.4 Nivel y tipo de estudio

3.4.1 Nivel

Se considera relacional, porque el propósito del estudio fue determinar el nivel de relación existente entre el flujo vehicular con el nivel de servicio en el Jirón Huallayco adyacente a la zona central comercial del área de estudio.

Este tipo de investigación tiene como propósito explorar la conexión o nivel de relación existente entre dos o más conceptos, en este caso entre las variables de estudio (Hernández et al., 2014, p. 89)

3.4.2 Tipo

En el estudio se aplicó la teoría existente de ambas variables de estudio, primero para conocer algunas características del flujo vehicular, luego determinar el nivel de servicio y finalmente para el planteamiento de propuestas de solución a la problemática expuesta en el numeral 1.1, por ello se configura como aplicada.

Esta investigación se le conoce también como activa o dinámica, y se relaciona estrechamente con la investigación pura o básica, pues depende de sus hallazgos y aportes teóricos (Tamayo, 2016, p. 43)

Así mismo, los datos que serán recabados, evaluados y analizados reflejarán la evolución natural tanto del nivel de servicio como del flujo vehicular de Jirón Huallayco adyacente a la zona central comercial de Huánuco, ajenas a la voluntad del investigador. Es por ello por lo que según la intervención del autor nuestra investigación es del tipo observacional.

También, de acuerdo con el método de trabajo para la recolección de datos, el estudio fue del tipo prospectivo, ya que el investigador recolectó los datos necesarios para la investigación, llamado también fuente primaria, por lo que posee control de orientación de los resultados.

Las variables de estudio fueron medidas en una ocasión, en los últimos días del mes de marzo y los primeros días del mes de abril , a partir de allí se pudo determinar el flujo vehicular y nivel de servicio del Jirón Huallayco adyacente a la zona central comercial de Huánuco. Entonces por el número de ocasiones en que se midieron las variables de estudio nuestra investigación es del tipo transversal.

3.5 Diseño de investigación

Las variables flujo vehicular y nivel de servicio no fueron manipuladas deliberadamente, sólo fueron observadas sin ninguna intervención por lo que se aplicó un diseño No Experimental tomando en cuenta los objetivos del estudio planteados en el numeral 1.3. Respecto al diseño no experimental Palella & Martins (2012) dicen que: “El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes” (p. 87). Es así como se observó el flujo vehicular en su contexto real y en un periodo de tiempo y luego fue analizado.

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

Métodos

Los datos que se recabaron para medir las variables de esta investigación son de naturaleza cuantitativa y para su procesamiento se hizo uso de la estadística descriptiva, es por ello por lo que se aplicó el paradigma positivista- cuantitativo, lo cual condujo a hacer uso del método deductivo para el desarrollo de nuestro estudio.

Técnicas

En el proceso de recojo y registro de información para la medición de las variables descritos en el numeral 1.8 correspondiente a la Operacionalización de variables, fue aplicada la técnica de observación de campo.

Instrumentos

Éstos se precisan en el numeral 1.8, donde se mencionan: el cronómetro, velocímetro, odómetro, wincha, cámara fotográfica y la guía de observación de campo.

Tabla 8

Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos
- Observación Directa	- Guía de observación de campo, cronómetro, velocímetro, wincha, odómetro, cámara fotográfica

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

Validación

Todos los instrumentos tales como la wincha, odómetro, velocímetro y cronómetro, son equipos mecánicos que fueron usados y plenamente aceptados en la medición de datos para los que han sido fabricados y patentados en cumplimiento de las normas establecidas para tal fin, por lo que tienen la correspondiente validez. Respecto a la validez en una investigación se tiene que, según afirma Hernández et al, (2014), la validez en términos generales, “se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que quiere medir” (p.200). De igual modo, Rusque (2003), afirma que la validación de los instrumentos reafirma si es posible que un método de investigación tenga la capacidad de dar respuestas a las preguntas de investigación planteadas por el investigador (p.134).

Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos

Considerando que los datos que se recolectan para la investigación deben ser lo que representan fidedigna y realmente a la realidad nos aseguramos de la confiabilidad de los instrumentos que usamos, para ello se realizó la calibración de los equipos que se utilizaron durante los aforos.

3.8 Procedimiento

Una vez limitado nuestra zona de estudio, siendo esta las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco en la ciudad de Huánuco; y definida la metodología, el procedimiento para su desarrollo se cumplió en cuatro fases:

ETAPA I : Topografía

- Para obtener las condiciones relacionadas con la forma y estructura física de la carretera, se realizará el levantamiento topográfico de las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco.

ETAPA II: Recojo y registro de datos en la zona de estudio

- Establecer los días y horas de aforo para la toma y registro de datos.
- Establecer los puntos de aforo en las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco.
- Toma y registro de datos, haciendo uso de formatos con intervalos de tiempos de 15 minutos, clasificando a los vehículos de acuerdo con las categorías.

ETAPA III: Procesamiento de datos y trabajo en gabinete

- Se procesaron los datos de levantamiento y se elaboraron los cuadros en hojas Excel de los indicadores del flujo del tránsito y también se elaboraron los planos a detalles de las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco.
- Cálculo de volumen de tránsito.

- Cálculo de velocidades.
- Cálculo de densidad de tránsito
- Cálculo del nivel de servicio

3.9 Tabulación y Análisis de Datos Estadísticos

Este proceso se cumplió de la siguiente manera;

- Se midieron las dimensiones con el uso de fórmulas disponibles en hojas de cálculo Excel.
- Tabulación de resultados a través del método estadístico descriptivo.
- Con los resultados de los datos obtenidos y tabulados, se evaluó el flujo vehicular en sus dimensiones flujo, velocidad y densidad y luego se y determinó el nivel de servicio en las cuadras de estudio.

3.10 Consideraciones Éticas

De acuerdo con lo expuesto por el autor Galán (2010) es importante considerar como parte de la ética en investigación, la veracidad y la honestidad, de manera que los resultados que se presenten del estudio sean correspondientes a los obtenidos en el trabajo de campo; es decir sin distorsionar la información real obtenida.

En este particular, el presente estudio ha sido desarrollado tomando en consideración los criterios que rigen la ética profesional como investigador, entre los cuales se tiene:

- Se ha respetado el derecho de autoría de los antecedentes tomados como referencias para esta investigación, citando a los autores de acuerdo con la normativa APA en su 7ma edición.
- Se aplicó el procedimiento establecido para el trabajo de campo de acuerdo con el diseño de investigación planteado en el marco metodológico.

- Se han presentado los datos recolectados en campo sin incidir en los resultados a través de la modificación de la realidad de lo observado en campo; es decir, se ha expuesto la información con objetividad.
- Cabe precisar que, el recojo de información en campo, estuvo sujeta a la discreción del autor, ya que solo se usó para fines de medir las variables.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

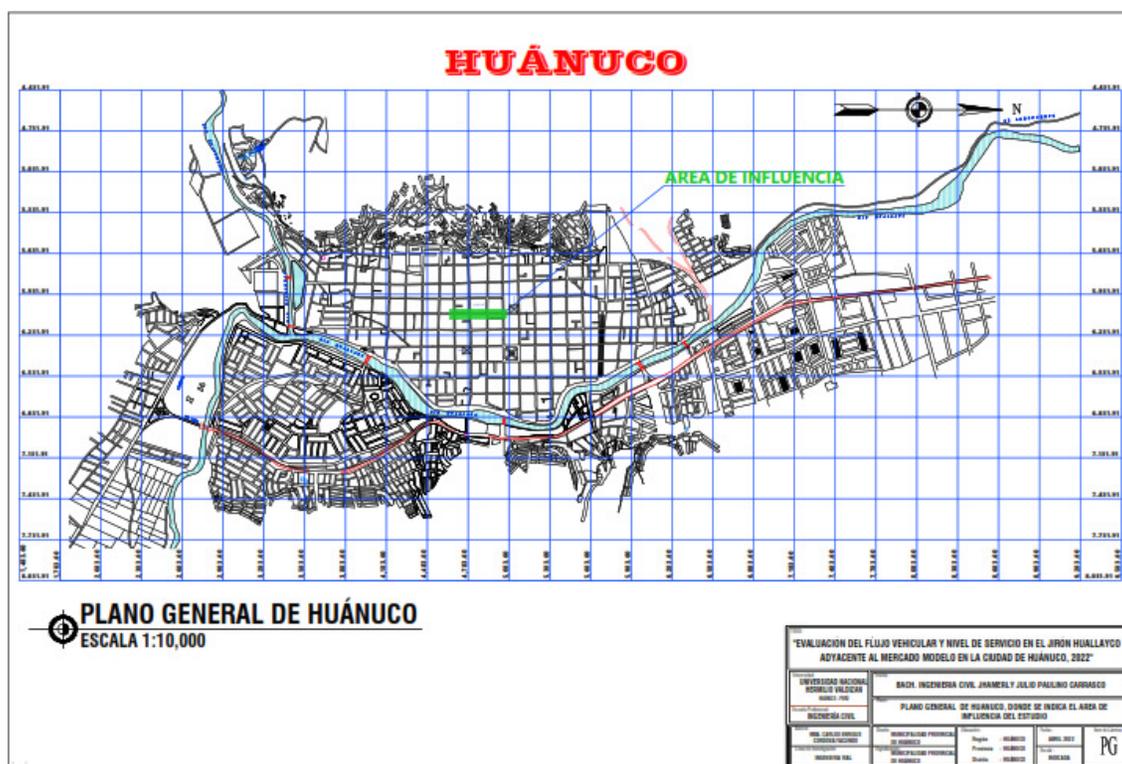
4.1 Introducción

De acuerdo a la metodología desarrollada en el trabajo de campo, se hizo la recolección de datos para luego ser procesados, estos resultados se presentan a continuación, con la precisión de que se exponen en correspondencia con cada objetivo planteado, de manera que nos referiremos a los resultados relacionados a la variable “Características del flujo vehicular” dentro de la cual se encuentran el Flujo (volumen), Velocidad y Densidad, y los hallazgos relacionados al Nivel de Servicio.

A continuación, se observa en la figura 9, la delimitación geográfica del área de estudio la que abarca las cuadras 7, 8, 9 y 10 del jirón Huallayco ubicadas en Huánuco en las que intercepta a los jirones Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General Prado;

Figura 9

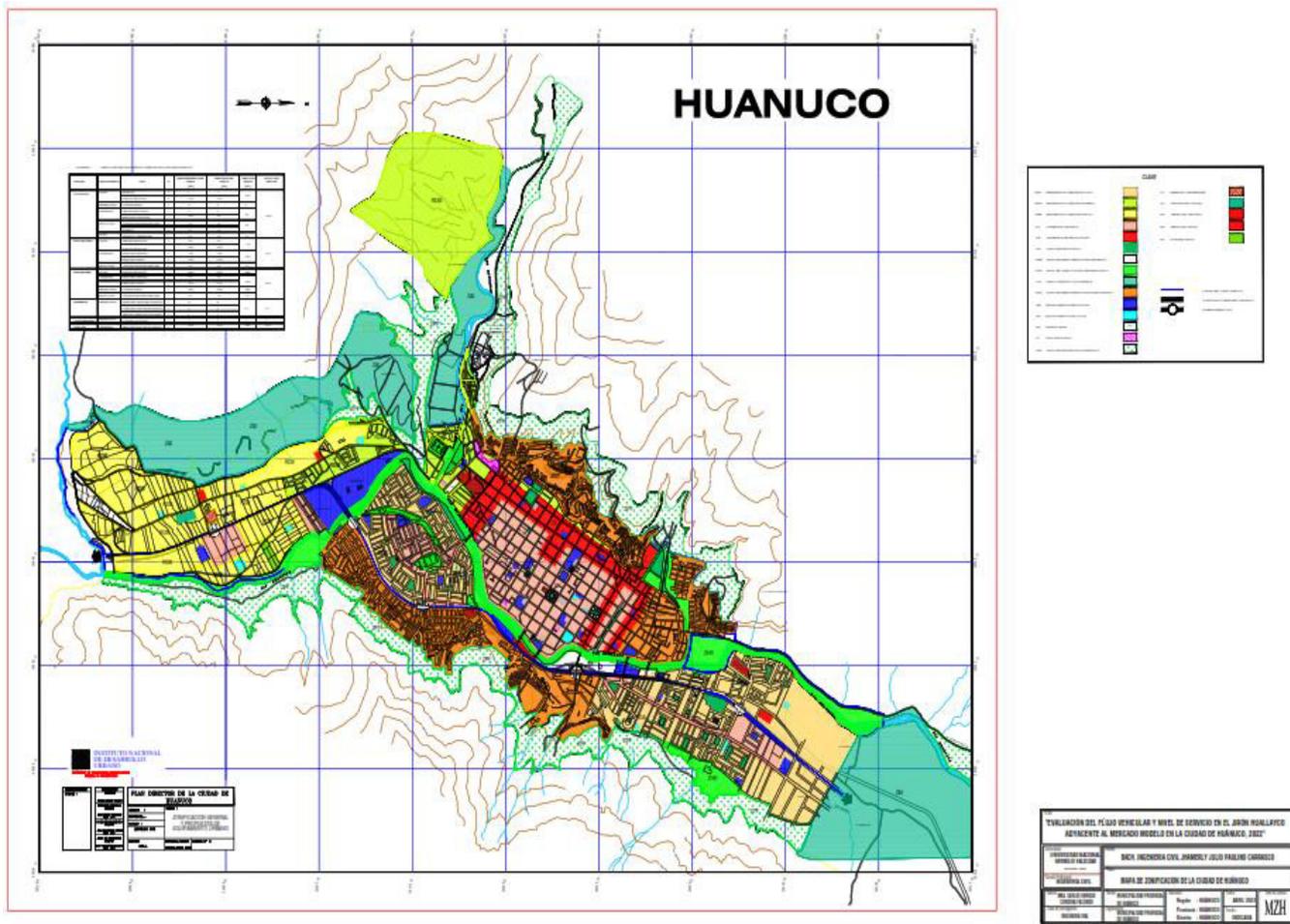
Plano General de Huánuco, señalando el área del estudio.



se presenta a continuación en la Figura 11, la zona de estudio está ubicada en un área de Comercio Central;

Figura 11

Mapa de zonificación de la ciudad de Huánuco.



Fuente: Plan director de la Ciudad de Huánuco (Municipalidad Provincial de Huánuco)

En la imagen observamos que, la zona de estudio se ubica en un área señalada como CC (Comercio Central) lo que representa la ubicación de un área comercial diversa que incluye mercados, mercadillos además del comercio ambulatorio, lo que afecta definitivamente las

particularidades del flujo del tránsito y como consecuencia el nivel del servicio del tránsito en esa zona.

4.2 Resultados Relacionados a las Características del Flujo Vehicular

Los objetivos específicos N.º 1, N.º 2 y N.º 3 de nuestro estudio, están relacionados a las dimensiones de la variable “Características del flujo vehicular”, siendo éstas el Flujo (Volumen), Velocidad y Densidad respectivamente. De este modo, se ha realizado el recojo y procesamiento de datos a efectos de conocer los valores que presentan estas dimensiones en el área del estudio, obteniéndose los siguientes resultados.

4.2.1 Resultados relacionados al Flujo (volumen) del tránsito.

A efectos de hallar los valores de la cantidad de vehículos (Volumen), se definió un punto de conteo cada una de las cuadras del jirón Huallayco consideradas como muestras de nuestro estudio. El aforo en cada uno de estos puntos se hizo en las horas de mayor flujo del tránsito, estas horas fueron determinadas con los estudios previos, considerando de esta manera el horario comprendido de las 09:30 a 13:30 y de 16:00 a 20:00, es decir, en dos turnos diarios de 4 horas cada uno. El aforo se realizó de manera visual y la información se registró en el formato correspondiente (que se presenta en el Anexo 2.11 al 2.18) disgregado por cada tipo de vehículos lapsos de tiempo de cada 15 minutos, y con los valores del volumen se calcularon los volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD) y los factores horarios de máxima demanda (FHMD) en cada cuadra estudiadas.

La información recabada del volumen del tránsito en resumen de los cuatro puntos de aforo (2 días cada uno en dos turnos cada día, en la mañana y en la tarde), éstos se incluyen en el Anexo 2.19 al 2.22, y los valores hallados de los intervalos se incluyen en los Anexos (ver 2.23) de los cuales se presentan los valores en la tabla 9;

Tabla 9

Volumen Horario, Volumen Horario de Máxima Demanda y Factor Horario de Máxima demanda. Intervalo simple e Intervalo promedio de las cuadras de estudio

Tramo	Hora De Máximo Volumen	Volumen Horario De Máxima Demanda (VHMD)	Factor Horario De Máxima Demanda (FHMD)	Intervalo Promedio
Cuadra 7	18:00 a 19:00	1,445 Vh/hr	0.85	2.12 seg
Cuadra 8	09:30 a 10:30	1,707 Vh/hr	0.85	2.24 seg
Cuadra 9	11:30 a 12:30	1,996 Vh/hr	0.88	2.35 seg
Cuadra 10	09:30 a 10:30	1,878 Vh/hr	0.89	2.09 seg
Promedio		1,756 Vh/hr	0.86	2.20 seg

4.2.2 Resultados relacionados a las Velocidades

Con el objetivo de conocer las velocidades dentro del flujo del tránsito en la zona de estudio, se hicieron los trabajos de campo orientados a conocer las velocidades de punto, la velocidad de marcha y la velocidad de recorrido en cada una de las cuadras estudiadas, además, las velocidades de marcha y la de recorrido también fueron calculadas a los largo de las cuatro cuadras como un solo tramo, marcando como punto de inicio en la cuadra 10 y punto de termino en la cuadra 7 (el sentido del tráfico es de cuadra mayor a cuadra menor).

En el Anexo 2.24, están incluidos los datos de las velocidades halladas, así como también en la siguiente tabla;

Tabla 10

Velocidades de tránsito en las cuadras 7, 8, 9 y 10 del Jirón Huallayco de la Ciudad de Huánuco

Tramo	Velocidad De Punto (Km/Hr)	Velocidad De Marcha (Km/Hr)	Velocidad De Recorrido (Km/Hr)	Velocidad Media Espacial	Velocidad Media Temporal
CUADRA 7	26.86 km/hora	19.69 km/hora	25.62 km/hora	24.71 km/hora	26.86 km/hora
CUADRA 8	18.00 km/hora	12.69 km/hora	16.25 Km/hora	15.85Km/hora	18.00 Km/hora
CUADRA 9	23.57 km/hora	19.20 km/hora	21.39 Km/hora	19.54 Km/hora	23.57 Km/hora
CUADRA 10	23.43 km/hora	18.91 km/hora	20.88 Km/hora	20.66 Km/hora	23.43 Km/hora
PROMEDIO	22.96 km/hora	17.62 km/hora	21.04 km/hora	20.19 km/hora	22.96 km/hora

4.2.3 Resultados relacionados a las Densidades

Ciertamente, la Densidad Vehicular está relacionada con el volumen y la velocidad del tránsito, de acuerdo a la ecuación fundamental del tránsito; sin embargo, en este estudio no se pudo aplicar la ecuación por las características particulares del flujo del tránsito en esta vía que se desarrollan en calles angostas (menos de 7 metros) en donde circulan vehículos que en su mayoría son trimóviles que generalmente como se pudo observar en la actividad de campo, no respetan los carriles que presentan características físico-mecánicas muy diferentes a las del vehículo de diseño que tiene en cuenta las fórmulas establecidas. Por esta razón, para calcular la densidad, se utilizó una cámara fotográfica para capturar la cantidad de vehículos en un tramo (cuadra) de estudio y luego contar la cantidad de vehículos en un tramo de tiempo en cada una de las cuadras analizadas, lo que se consideró una sola cuadra. La relación entre el distanciamiento (espaciamento) entre vehículos, que también se midió mientras los vehículos

estuvieron parados, también se verificó con este cálculo. Los valores de densidad encontrados en el campo se encuentran en el Anexo 2.25 y cuyos valores se presentan a continuación en la tabla 11.

Tabla 11

Densidad del tránsito en las cuadras 7, 8, 9 y 11 del Jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco

TRAMO	CONCENTRACIÓN Vh/km	ESPACIAMIENTO PROMEDIO
CUADRA 7	167 Vh/km	0.30 m
CUADRA 8	231 Vh/Km	0.21 m
CUADRA 9	170 Vh/Km	0.26 m
CUADRA 10	189 Vh/Km	0.29 m
PROMEDIO	189 Vh/Km	0.26 m

4.3 Resultados Relacionados al Nivel De Servicio

En el tramo en estudio, desde la cuadra 7 hasta la cuadra 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco, se tienen 4 intersecciones: con el jirón Aguilar, con el jirón Ayacucho, con el Jirón Huánuco y con el jirón General Prado respectivamente; Ahora bien, para calcular el nivel de servicio en cada una de ellas, se dividieron las que son semaforizadas y las que no.

Esto condujo a aplicar un método para encontrar el nivel de servicio en estos puntos, considerando si son intersecciones con semáforo o no, como se discutió anteriormente. Para lograr esto, se examinaron las características geométricas de cada punto, su número de carriles, estacionamientos y datos de medición previos. El tráfico diario promedio anual (TPDA) y las horas de mayor demanda para cada una de estas intersecciones se calcularon utilizando

la información del sitio. Finalmente, esto facilitó la evaluación de la capacidad y el nivel de servicio. (LOS).

4.3.1 Zona de estudio

Las cuadras 7, 8, 9 y 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco, ubicada en la región de la sierra central del Perú a una altitud de 1918 m.s.n.m, constituyeron el territorio de estudio. Según el censo INEI de 2017, su población actual es de 400,000 y crece a una tasa del 3,5% anual. La parte central de la ciudad, que fue fundada hace 480 años, tiene un trazo ortogonal con cuadras de 100 metros y calles angostas.

Se producen cuatro intersecciones en las cuadras del jirón Huallayco, que fue el lugar de estudio, con los jirones Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General.General Prado, como se muestra en la figura 8.

4.3.2 Metodología

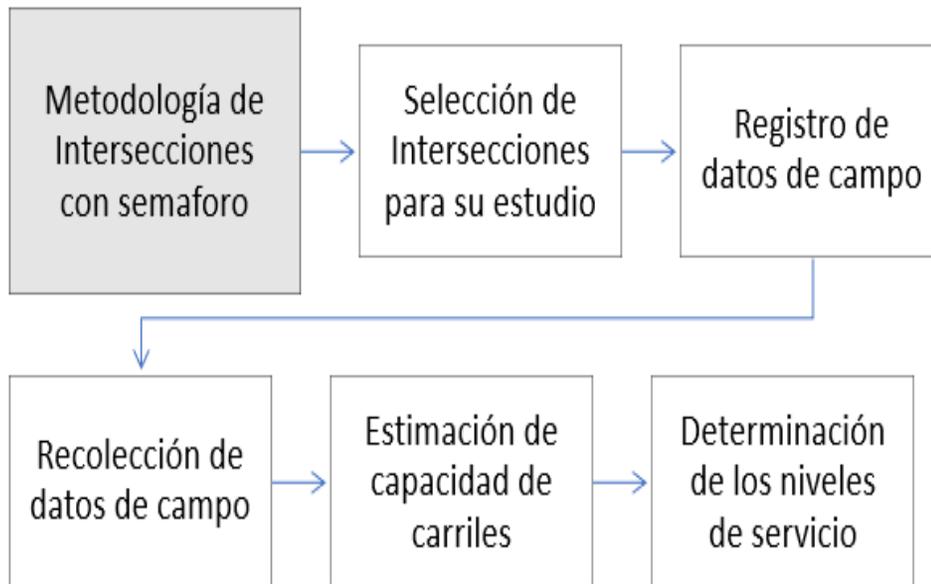
Los puntos analizados para hallar los niveles de servicio fueron estas intersecciones ya señaladas, unas semaforizadas y otras no, considerando los siguientes pasos metodológicos;

a. Metodología de investigación aplicada a las intersecciones con semáforo

La técnica utilizada para intersecciones con semáforos se muestra en la siguiente figura.

Figura 12

Metodología aplicada en las intersecciones con semáforo



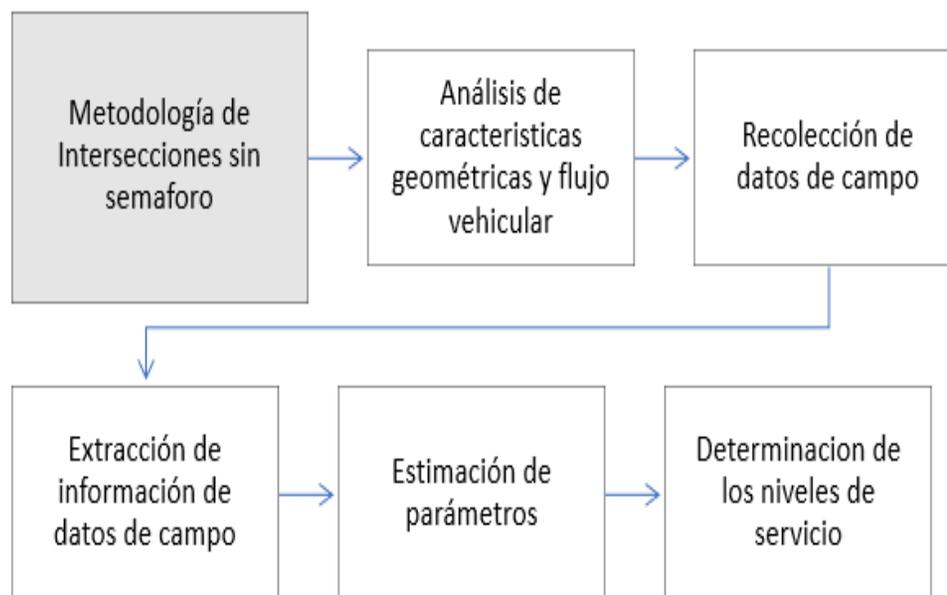
Nota: Adaptación de los autores Jerez, A. y Morales, O. (2015)

b. Metodología de investigación aplicada a las intersecciones sin semáforo.

En la siguiente figura, puede observarse la aplicación de la misma metodología pero en intersección semaforizada.

Figura 13

Método aplicado en las intersecciones que no tienen semáforo



Nota: Adaptación de los autores Jerez, A. & Morales, O. (2015)

4.3.3 Caracterización de los puntos de estudio

El jirón de Huallayco es una de las principales calles que cruza la ciudad de Huánuco de sur a norte, siguiendo el curso del río Huallaga. Presenta características similares en varios puntos de su recorrido. Los puntos donde se realizó el levantamiento de datos sobre nivel de servicio son 4, jirón Huallayco y la vía que cruza cerca del mercado central, de acuerdo con los puntos que pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 12

Puntos de análisis del nivel de servicio de tránsito en el jirón Huallayco

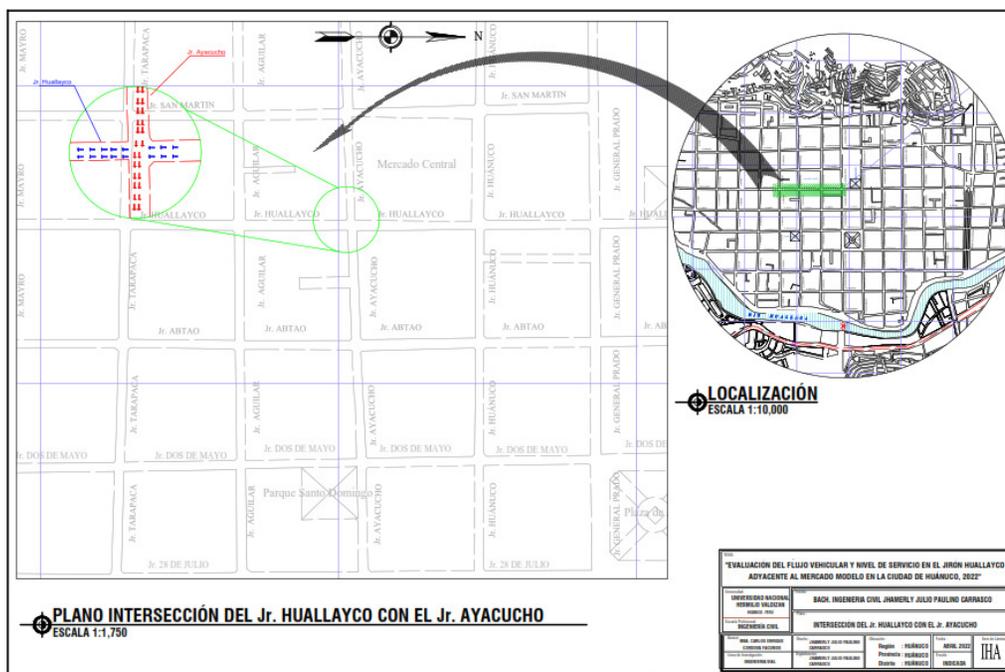
N.º	Punto de análisis	Situación
1	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	Sin semáforo
2	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Ayacucho	Sin semáforo
3	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	Con semáforo
4	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Dámaso Beraún	Con semáforo

El punto de análisis N.º 1 corresponde a la intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar, que corresponde a las cuadras 6 y 7 del jirón Huallayco, esta esquina se torna congestionada en algunos momentos del día debido básicamente a la presencia de diversos comercios en el área aledaña y un paradero de vehículos en la ruta Huánuco-Ambo.

Por otra parte, el jirón Aguilar además sirve de salida del principal mercado de la ciudad lo cual genera un tráfico adicional, en términos de tránsito la capacidad del jirón Huallayco es este punto es limitada por los 7.00 mts de ancho de la vía, como se muestra en la figura 14;

Figura 17

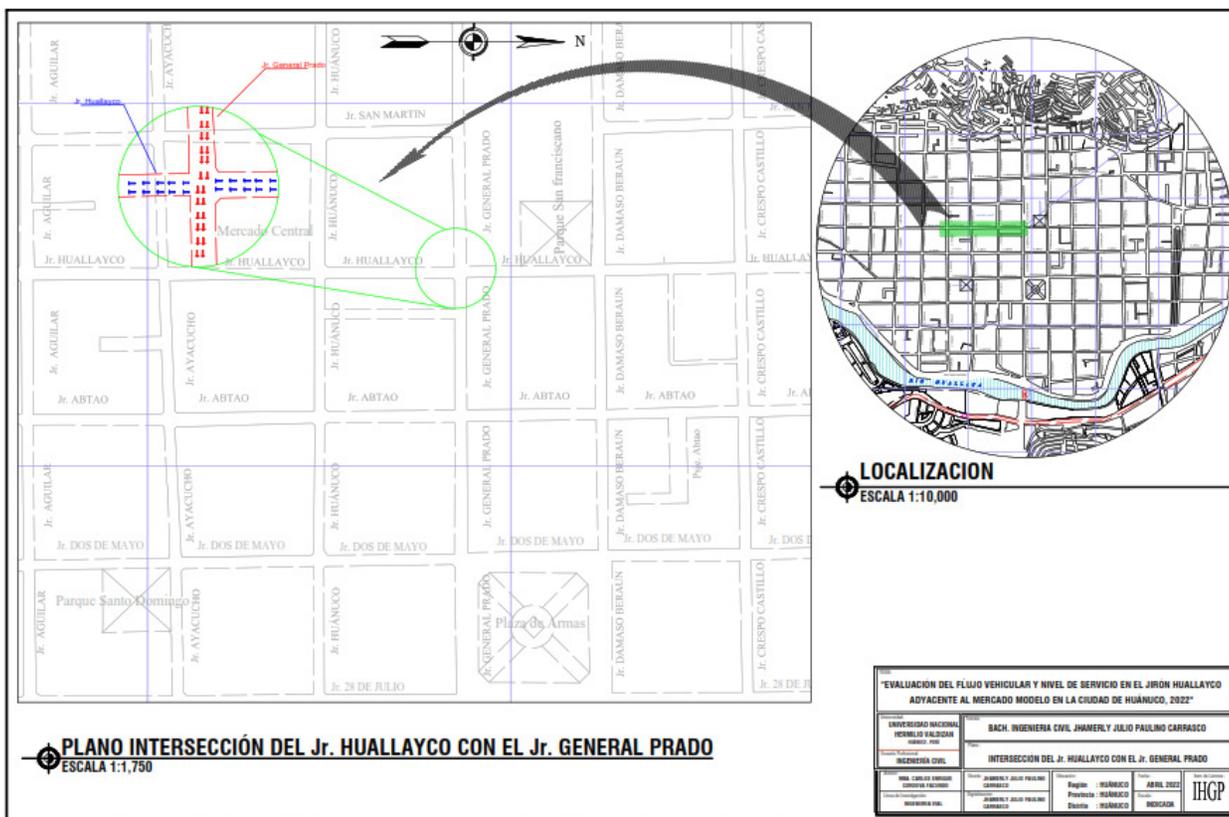
Intersección de los jirones Huallayco y Ayacucho



El área de análisis 3, es el de la intersección de Huallayco y Jirón Huánuco, e incluye las cuadras 8 y 9 de Huallayco. Este cruce también está ubicado en la esquina con el mercado central y posee características particulares porque tiene una parada de carros particulares que trasladan pasajeros hacia Amarilis y Pillcomarca durante todo el día, lo cual distorsiona el flujo de tráfico, de igual manera cabe destacar que en esta intersección se recibe el flujo vehicular del jirón Abtao, y además tiene un ancho de calzada de 7 metros.

Figura 21

Intersección de los jirones Huallayco y General Prado



4.3.4 Tránsito promedio diario anual de las intersecciones

El tráfico promedio diario anual TPDA se obtuvo mediante mediciones realizadas en cada punto de análisis durante un período de 25 minutos. Según los puntos críticos analizados, el volumen muestra los movimientos de cada maniobra en las intersecciones con semáforo o sin semáforo y representa la suma de todos los vehículos que transitan por la intersección. Por otro lado, el volumen de tráfico se representa como la suma de todos los vehículos que cruzan la intersección y se muestra el movimiento en cada aproximación para intersecciones con y sin semáforo. Es importante destacar que la recopilación de datos en cada punto de verificación tomó cuatro horas (a intervalos de dos horas). Además, tiene en cuenta una variedad de factores que pueden afectar los niveles de tráfico, como las condiciones de la estructura, el

tránsito y las condiciones de control. La siguiente tabla muestra los valores del TPDA en cada intersección estudiada para la conversión del tráfico mixto de vehículos livianos que cruzan una intersección, ya sea de camionetas, vans, camiones, buses o trimotos.

Tabla 13

Valores TPDA en las intersecciones analizadas

PUNTO DE ANÁLISIS	TPDA
Intersección Del Jirón Huallayco con el Jirón Aguilar	9,031 vehículos
Intersección Del Jirón Huallayco con el Jirón Ayacucho	10,669 vehículos
Intersección Del Jirón Huallayco con el Jirón Huánuco	12, 475 vehículos
Intersección Del Jirón Huallayco con el Jirón General Prado	10,919 vehículos

4.3.5 Determinación de la hora de máxima demanda

Para determinar la hora de máxima demanda en cada intersección analizada, se extrajo del grafico de capacidad el flujo máximo vehicular por hora, el valor máximo para cada incremento de quince minutos (15 m), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14

Hora de máxima demanda en las intersecciones analizadas

INTERSECCIÓN	HORA DE MÁXIMO VOLUMEN	VOLUMEN (VEH)	PICO MÁXIMO (VEH/15MIN)
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	18:00 a 19:00	1.445 vehículos	426
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Ayacucho	09:30 a 10:30	1.707 vehículos	501
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	11:30 a 12:30	1.996 vehículos	565
Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	09:30 a 10:30	1.878 vehículos	489

4.3.6 Análisis de las capacidades y los niveles de servicio

a. En intersecciones con semáforo

Las siguientes tablas muestran los datos necesarios para este análisis del nivel de servicio en las intersecciones con semáforo del estudio;

Tabla 15

Características geométricas de las intersecciones con semáforo

INTERSECCIÓN	CLAVE DE MOVIMIENTO	NÚMERO DE CARRILES	PENDIENTE (%)	ANCHO DEL CARRIL (M)	ZONA DE PARQUEO
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	1-1	2	0.5 %	3.25	NO
	1-2				
	2-1	2	0.5 %	3.25	NO
	2-2				
Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	1-1	2	0.5 %	3.25	NO
	1-2				
	2-1	2	0.5 %	3.25	NO
	2-2				

Nota: No está permitido el parqueo en el perímetro del Mercado Central

Tabla 16

Volúmenes de tránsito en las intersecciones con semáforo

INTERSECCIÓN	CLAVE DE MOVIMIENTO	VEHÍCULOS MIXTOS	NÚMERO DE PARQUEO
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	1-1	763	0
	1-2	306	
	2-1	384	

	2-2	543	
Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	1-1	725	0
	1-2	252	
	2-1	405	
	2-2	496	0

Tabla 17*Fases de los semáforos*

Intersección	Fase (N°)	Movimientos	Tiempo (seg)		
			Verde	Amarillo	Rojo
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	1	1-1	24	3	34
		1-2			
	2	2-1	24	3	34
		2-1			
Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	1	1-1	32	3	26
		1-2			
	2	2-1	32	3	26
		2-2			

Tabla 18*Análisis de la capacidad de servicio en las intersecciones con semáforo*

Intersección	Salida	FHMD	Flujo de Saturación(veh/h)	Capacidad (veh/h)	d _i (seg/veh)	Nivel de Servicio
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	1	0.88	1,069	457	42	D
	2		927	402		
Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	1	0.96	977	336	38	D
	2		901	502		

Entonces el nivel de servicio global de las intersecciones analizadas son las siguientes:

Tabla 19

Niveles de servicio en las intersecciones de estudio que tienen semáforo

N.º	PUNTO DE ANÁLISIS	NIVEL DE SERVICIO
1	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	D
2	Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	D

La siguiente tabla muestra el nivel de servicio global para las intersecciones con semáforo;

Tabla 20

LOS (Level Of Service) de intersecciones semaforizadas y su demora

LOS	Demora (seg/veh)	Descripción General
A	≤10	Flujo Libre
B	>10 – 20	Flujo Estable (pequeños retrasos)
C	>20 – 35	Flujo estable (retrasos aceptables)
D	>35 – 55	Cerca de flujo inestable (retardo tolerable)
E	>55 – 80	Flujo inestable (retraso intolerable)
F	>80	Flujo forzado (atascado)

Nota: Extraído de Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

b. En intersección sin semáforo

Las siguientes tablas muestran los datos necesarios para este análisis del nivel de servicio en las intersecciones sin semáforo del estudio;

Tabla 21

Características geométricas de las intersecciones sin semáforo

INTERSECCIÓN	MOVIMIENTO	NÚMERO DE CARRILES	PENDIENTE (%)
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	1-1	2	0.5 %
	1-2		
	2-1	2	0.5 %
	2-2		
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Ayacucho	1-1	2	0.5 %
	1-2		
	2-1	2	0.5 %
	2-2		

Tabla 22

Volúmenes de tránsito en las intersecciones sin semáforo

INTERSECCIÓN	MOVIMIENTO	VEHÍCULOS MIXTOS	VEHÍCULOS PESADOS
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	1-1	672	2
	1-2	146	
	2-1	380	32
	2-2	247	
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Ayacucho	1-1	580	23
	1-2	361	
	2-1	412	7
	2-2	354	

Tabla 23

Análisis de la capacidad de servicio en las intersecciones sin semáforo

Intersección	Movimiento	Flujos de conflicto (veh/h)	Capacidad Potencial (veh/h)	Capacidad del carril (veh/h)	d_i	Nivel de servicio
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	1-1	456	665	449	30	D
	1-2	378	478			
	2-1	278	869	432		
	2-2	450	557			
Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	1-1	456	665	449	30	D
	1-2	378	478			
	2-1	278	869	432		
	2-2	450	557			

De los valores se puede ver que la demora total en el cruce de Huallayco con el jirón Aguilar es de 30 segundos y la demora total en el cruce Huallayco con el jirón Ayacucho es de 30 segundos, lo cual se corresponde a un nivel de servicio D, como se observa a continuación:

Tabla 24

Criterios de LOS (Level Of Service) para TWSC

LOS	DEMORAS (SEG/VEH)	DESCRIPCIÓN GENERAL
A	0-10	Velocidad de flujo libre en 90%
B	>10-15	Velocidad de flujo libre en 70%
C	>15-25	Velocidad de flujo libre en 50%
D	>25-35	Velocidad de flujo libre en 40%
E	>35-50	Velocidad de flujo libre en 33%
F	>50	Flujo en la calle velocidades muy bajas

Nota: Valores referenciales extraídos de Transportation Research Board. (2000).

Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

5.1 Introducción

De acuerdo a lo que arrojan los resultados (en el capítulo IV), éstos han sido contrastados con las hipótesis y con los antecedentes a efectos de realizar la discusión y establecer los puntos de convergencias y divergencias con respecto a estos estudios previos.

De modo que, los hallazgos obtenidos en nuestro estudio se presentan a continuación.

5.2 Discusión relacionada al Flujo Vehicular respecto a nuestras hipótesis

Respecto a los volúmenes de tránsito

De los resultados hallados se tiene que el promedio de los volúmenes del flujo de tránsito en la zona del estudio son los siguientes; Volumen Horario de Máxima Demanda = 1,756 Vh/hora el cual es alto, considerando la capacidad de la vía, lo que valida nuestra hipótesis específica N.º 1 que dice, "Las características del flujo del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco , 2022". En este aspecto también se tienen los siguientes resultados, la hora de máximo volumen que es de 9:30 a 10:30 (en dos de las cuatro cuadras analizadas), el promedio del Volumen Horario de Máxima Demanda VHMD= 1.756 Vh/hora, el Factor Horario de Máxima Demanda (promedio) = 0.86 (tabla 10), y el intervalo promedio (promedio) = 2.2 seg. (tabla 10). Respecto a la hora del máximo volumen de 09:30 a 10:30 puede decirse que es la hora crítica o pico, es el momento donde se presentan la mayor cantidad de vehículos en los paraderos informales que existen en la vía estudiada. Asimismo, el valor del FHMD = 86, es un valor lejano del 1 y nos indica que el flujo en la hora pico es inestable, el valor del intervalo promedio de 2.2 seg nos dice que los vehículos en general pasan muy seguidos, el tiempo de paso entre uno y otro vehículo consecutivo es corto, lo cual, ante alguna demora de un vehículo se producen congestionamientos, con las afectaciones al flujo del tránsito que esto genera.

Respecto a las Velocidades

Los valores promedios hallados para las velocidades que se producen dentro del flujo analizado, tiene las siguientes características; Velocidad de punto = 22.96 km/hr, Velocidad de Marcha = 17.62 km/hr y la Velocidad de Recorrido = 21.04 Km/hr , como vemos las velocidades son bajas comparando con las velocidades permitidas en las normas en el área urbanas de 30 Km/hr, lo hallado contradice nuestra hipótesis específica N. ° 2 que dice, “Las características de la velocidad del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco adyacente al mercado modelo en la ciudad de Huánuco - Perú, 2022”. También hay que notar que el promedio de la velocidad de marcha es menor que el promedio de la velocidad de recorrido, esto se explica porque en el recorrido existen varios momentos en que los vehículos están detenidos ya sea por la congestión, paso de peatones, interrupción del comercio ambulatorio, entre otros. En esta parte también se tienen los valores de la velocidad media espacial = 20.19 Km/hr y la velocidad media temporal = 22.96 Km/hr, en este caso se cumple que la velocidad media temporal siempre es mayor que la velocidad media espacial, se sabe que la velocidad media temporal de todos los vehículos que pasan por un perfil fijo de la carretera durante un período de tiempo se conoce como velocidad media temporal. La velocidad media de todos los vehículos en un tramo de carretera en un momento determinado se conoce como velocidad media espacial.

Respecto a las densidades

El promedio de las densidades que se hallaron en cada una de las cuadras analizadas (cuadras 7, 8, 9 y 10) no da un valor de 189 Vh/km, que por sí es un valor alto y esto comprueba nuestra hipótesis específica N.º 3 que dice; “Las características de la densidad del tránsito vehicular son altas en la infraestructura vial del Jirón Huallayco, 2022”. En este aspecto también se tiene los resultados del espaciamiento promedio = 0.26 m que claramente nos

indican que los vehículos circulan muy pegados entre sí, sin cumplir con las normas al respecto, ello explica las densidades altas que se tienen (en horas de mayor demanda).

5.3 Discusión del Nivel de Servicio respecto a las hipótesis

A la luz de los valores obtenidos del nivel de servicio en las cuatro intersecciones de la calle estudiada, se puede inferir que la hipótesis general es válida, ya que nuestra hipótesis postula que; “El nivel de servicio es D según la evaluación del flujo vehicular en el Jirón Huallayco, 2022”. Consideramos como nivel D del tramo estudiado, tomando el nivel de servicio más desfavorable hallado, siendo que en nuestro caso todos los niveles de servicio hallados son iguales, entonces el nivel de servicio del tramo es “D” concordante con nuestra hipótesis general. En esta parte, hay que precisar que de las intersecciones estudiadas 2 son semaforizadas y 2 no tienen semáforos, semáforos que no tienen la ubicación y la sincronización debida, que es justamente la reubicación y sincronización de estos semáforos una propuesta de mejora del flujo del tránsito que hace este estudio.

5.4 Discusión de los resultados respecto a los antecedentes

Existe una concordancia en los resultados con el autor Reyes (2012), quien presentó su investigación dirigida a realizar un análisis y posibles soluciones de la congestión de una calle y una avenida ubicada en Bogotá, luego de aplicado el estudio de campo, se evidenció de manera concreta la deficiencia que existe en la intersección en cuanto a nivel de servicio, debido a la existencia de conflictos entre vehículos y a la aparente situación de cuello de botella. Esto es lo que sucede en las intersecciones estudiadas actualmente, ya que se pudo observar los conflictos y cuellos de botella; en nuestro caso se producen no solo por el alto flujo vehicular, sino también por la composición de éste, donde el trimovil (Bajaj) pasa a ser el vehículo predominante, y por sus características físicas y mecánicas como la velocidad de

punto, tamaño y radio de giro, hacen que en las intersecciones el flujo se torna caótico, lo cual afecta el nivel de servicio.

Discutimos con Pulido y Gómez (2018) quienes elaboraron una investigación orientada a evaluar la capacidad y nivel de servicio de una glorieta, en la que identificaron la hora pico del tránsito en el horario comprendido de 5:30pm a 6:30 pm, franja horario que no concuerda con nuestros resultados, puesto que las horas de mayor demanda del tránsito para nuestro estudio se determinó que es de las 09:30 a 10:30 (en dos de las cuatro calles analizadas), sin embargo, esta discrepancia puede explicarse por las características externas de los ámbitos de estudio, Pulido y Gómez lo desarrollan en la ciudad de Bogotá (Colombia), cuyas características de tránsito vehicular son diferentes a las nuestras en la ciudad de Huánuco.

Tampoco existe concordancia con el autor Hermenegildo (2019), quien desarrolló un trabajo de investigación donde pudo hacer una evaluación del tráfico vehicular para conocer la capacidad y nivel de servicio de una calle que comprende varias avenidas en Ecuador, y entre otras conclusiones precisa que el día viernes es el día donde se presenta mayor flujo vehicular, sin especificar cuál es la metodología usada para escoger los días que realizaron el aforo, ya que solo escogieron 4 días de la semana, en ese aspecto, para nuestro estudio se hizo un sondeo preliminar, para establecer qué días de la semana se harían los aforos, y luego de los aforos propiamente dichos, determinando que el día de mayor flujo vehicular es el martes, de igual manera, cabe señalar que existen algunas características externas que influyen en estas diferencias que se observan entre ambos estudios, por ser ciudades con rasgos muy particulares.

Asimismo, discutimos con Cano (2019), quien realizó una investigación que estuvo dirigida a estudiar la capacidad vial y nivel de servicio de una intersección en la ciudad de Guayaquil- Ecuador, en este estudio, el autor concluye que, de acuerdo al conteo realizados durante una semana se pudo observar que los días viernes son de mayor tránsito vehicular, y

como se explicó en el párrafo anterior, este autor tampoco indica la metodología utilizada para determinar los días de la semana para el aforo.

Concordamos plenamente con Gonzáles (2016), quien a raíz de su estudio realizado recomienda que los estudios del tráfico deben ser actualizados cada cierto periodo; más aún si por el desarrollo de la ciudad se ejecutan proyectos inmobiliarios, comerciales o institucionales que ocasionan que las condiciones de diseño inicial sean diferentes. Y esto se aplica plenamente a la realidad encontrada en el desarrollo de nuestro trabajo, que no existen estudios de tránsito actualizados en nuestra ciudad, pese a que el crecimiento de la población y con ello el crecimiento del parque automotor, viviendas, comercios, instituciones, no se tienen estudios actualizados el tránsito, que pueda servir de insumo para las entidades encargadas de la gestión del tránsito en la ciudad, en este caso la Municipalidad Provincial de Huánuco.

También concordamos con Torres (2018), quien hizo una investigación del flujo del tránsito en unas calles de la ciudad de Cajamarca (con características similares a la ciudad de Huánuco) quien concluye que, al finalizar el aforo de vehículos y su análisis respectivo, se concluye que los vehículos predominantes en las vías de estudio son los Bajaj en los segmentos de mayor volumen de tránsito vehicular. El volumen horario de máxima demanda de la vía estudiada oscila entre 1006 vehículos por hora y 540 vehículos por hora, con los factores horarios de máxima demanda que oscilan entre 0.922 y 0.979. Como se pudo observar en el capítulo de resultados, los volúmenes horarios de máxima demanda son similares a los hallados por el autor, sin embargo, los valores del factor horario de máxima demanda no coinciden, los nuestros no son cercanos al 1 lo que significa que son flujos discontinuos, como ya se dijo anteriormente. Respecto a la presencia del trimovil (Bajaj), coincidimos plenamente que es el vehículo predominante en el flujo vehicular.

Asimismo, no existe convergencia con lo planteado por los autores Condori y Lipa (2018), quienes desarrollaron un trabajo de investigación que estuvo dirigido a la Optimización del flujo vehicular en una Intersección Vial de una avenida en la ciudad de Tacna." Perú. Estos

investigadores concluyendo que, el nivel de servicio en el momento del estudio se ubicaba en el rango E con una capacidad de utilización del 87,2 %, mientras que el nivel de servicio se ubicó en el rango B con una capacidad de utilización del 60,8 % después de la optimización. No concordamos porque para llevar de un nivel de servicio del rango E hasta el rango B, se necesita no solo intervenir en el flujo vehicular, sino también en la vía, específicamente en la capacidad de la vía, y generalmente son soluciones de muy alto costo e inviables, ya que significa demoler muchas edificaciones para la ampliación de las vías, además algo muy importante que no toman en cuenta los autores, que los rangos del nivel de servicio que se analizan son realizados en las horas punta, donde hay mayor tráfico, entonces si para esas condiciones hallaron un nivel de servicio del rango E, es muy probable que en otras horas del día el rango del nivel de servicio sea B o hasta A, entonces, si la optimización del flujo vehicular que proponen lleva el nivel de servicio del rango E al rango B, significa que en la hora punta tendrá un nivel de servicio B, y las otras horas del día estará en el rango A o quizá con una infraestructura vial ociosa.

No concordamos con Paico (2021), quien elaboró una investigación orientada a evaluar la Influencia del flujo vehicular en el nivel de servicio de la Av. La Paz en la ciudad de Cajamarca- Perú, en el que determinó el nivel de servicio en la vía en estudio a través del análisis de sus 6 segmentos, donde tuvo predominio el nivel E, de este resultado el autor determinó que su hipótesis específica es falsa ya que se esperaba que todos los segmentos tuvieran un nivel de servicio C. Existe discrepancia porque de nuestros resultados podemos decir que los segmentos de una vía estudiada no tienen el mismo nivel de servicio como supone el autor, cada cuadra de una vía, aunque sean consecutivas pueden presentar niveles de servicio diferentes.

Encontramos algunos puntos de convergencia con el autor Ramos (2019), quien elaboró su investigación cuyo objetivo fue evaluar las condiciones del flujo vehicular en la intersección de la carretera central con el acceso y salida al Puente Señor de Burgos en la

ciudad de Huánuco. Como conclusiones para el estudio el autor expone que durante los aforos se observó que el Motocar se establece como un vehículo predominante, que representa el 50% del volumen total del tránsito, lo cual considera ser preocupante ya que no hay una regulación para controlar el crecimiento del número de Motocar en función de la capacidad de la vía. Coincide con nuestro estudio al considerar el Motocar (trimovil) como el vehículo predominante en el flujo vehicular en la ciudad de Huánuco, sin embargo, se discrepa del porcentaje, ya que de nuestros resultados podemos aseverar que ese porcentaje es del 75 % lo que en parte puede explicarse porque ese estudio fue desarrollado el año 2019 y el nuestro en el año 2022, lo cual nos arroja una cifra actualizada.

Coincidimos plenamente con Cecilio (2020), quien hizo la evaluación del impacto vial en una intersección de la ciudad de Huánuco, evidenciando que, existe una relación directamente proporcional entre el impacto vial de la intersección con la avenida aledaña a un centro comercial, esto se produce porque a mayor demanda vial, mayor será el flujo vehicular, debido al alto flujo vehicular de las vías que es atraído por este establecimiento comercial, superando la capacidad permisible de las vías, y es justamente lo que se presentan en nuestra zona de estudio por estar aledaña al área central del mercado, lo que hace que el movimiento comercial en la zona, atraiga un flujo vehicular que en ciertos momentos sobrepasa el aforo de la vía, que en nuestro caso es el jirón Huallayco.

Asimismo, existe convergencia con la investigación desarrollada por Chamorro (2019), quien, en su estudio para examinar una propuesta de optimización del nivel de servicio del tráfico de 4 cuadras para el Jirón Abtao de la ciudad de Huánuco, concluyendo que el aforo de vehículos para el tramo en estudio demostró que el Jirón Abtao es una de las principales vías con mayor flujo de vehículos de la ciudad, y que las horas de máxima demanda vehicular suelen ser en la mañana y noche. Concordamos porque el jirón Abtao es paralelo y contiguo al jirón Huallayco, tienen diferente sentido, pero comparten flujos y características geométricas similares, ambas vías son aledañas al mercado central de la ciudad.

Coincidimos totalmente con Salcedo (2019), quien realizó una investigación donde planteó una alternativa para mitigar la congestión vehicular y mejorar el nivel de servicio en las intersecciones del centro de la ciudad de Huánuco. En la parte final de su estudio concluye que la intersección más crítica es la del Jr. Huánuco y el Jr. Huallayco con un nivel de servicio E y una demora de 64.2 segundos. Nivel E que no coincide con nuestros resultados, hay que precisar que el estudio de Salcedo fue realizado el año 2019, en prepandemia, y el nuestro fue realizado el año 2022, lapso en el que definitivamente ha cambiado el flujo vehicular máximo si consideramos los efectos de la pandemia en el tránsito que si bien es cierto todavía no hay estudios al respecto, seguramente tuvo una afectación.

Finalmente coincidimos en algunos aspectos con los hallazgos establecidos en el estudio del autor Picoy (2021), quien elaboró una investigación orientada a analizar el flujo vehicular y el nivel de servicio en el Jirón Dos de Mayo aledaño al centro de la ciudad de Huánuco. Dentro de las conclusiones que presentó este autor se tiene que un Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) de 2,270 Vh/hr, una Velocidad de Recorrido de 16.25 Km/hr y una Densidad de 380 Vh/km no coincidimos con los valores del VHMD que en nuestro caso es de 1,756 Vh/hora, no coincidimos con la Velocidad de Recorrido que en nuestro caso es de 21.04 Km/hr; sin embargo, si coincidimos con el valor de la Densidad que en nuestro caso es 189 Vh/km, hay que precisar que los jirones Huallayco y Dos de Mayo son paralelos y solo separados por el jirón Abtao, el primero es aledaño al mercado central, y el segundo aledaño a la plaza de armas, tienen el mismo sentido del flujo, y comparten características geométricas similares.

CONCLUSIONES

Conclusión N.º 1,

Las características del flujo vehicular en cuanto a volumen, velocidad y densidad en las cuadras 7, 8, 9 y 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco tienen valores promedio altos en horas de máxima demanda, según el siguiente cuadro;

Tabla 25

Características del flujo del tránsito en las cuadras 7,8.9 y 10 del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco

Tramo	Volumen Horario De Máxima Demanda (VHMD)	Factor Horario De Máxima Demanda (FHMD)	Velocidad de Punto	Velocidad de Marcha	Velocidad de Recorrido	Densidad
Cuadra 7	1,445 Vh/hr	0.85	26.86 km/hora	19.69 km/hora	25.62 km/hora	167 Vh/km
Cuadra 8	1,707 Vh/hr	0.85	18.00 km/hora	12.69 km/hora	16.25 Km/hora	231 Vh/Km
Cuadra 9	1996 v h/hr	0.88	23.57 km/hora	19.20 km/hora	21.39 Km/hora	170 Vh/Km
Cuadra 10	1,878 Vh/hr	0.89	23.43 km/hora	18.91 km/hora	20.88 Km/hora	189 Vh/Km
PROMEDIO	1,756Vh/hr	0.86	22.96 km/hora	17.62 km/hora	21.04 km/hora	189 Vh/Km

Conclusión N.º 2,

La siguiente tabla, muestra el nivel de servicio en las intersecciones del jirón Huallayco con los jirones Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General Prado, que se encuentran en el rango D.

Tabla 26

Niveles de servicio en las intersecciones del jirón Huallayco de la ciudad de Huánuco con los jirones Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General Prado

N. °	Punto	Nivel de Servicio
1	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Aguilar	D
2	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Ayacucho	D
3	Intersección del jirón Huallayco con el jirón Huánuco	D
4	Intersección del jirón Huallayco con el jirón General Prado	D

Con la aclaración que estos niveles son los que se presentan en las horas de mayor demanda (horas pico), mientras que, a lo largo del día, las características del flujo y por ende el nivel de servicio en esta vía presenta mejores indicadores.

La Tabla 26 muestra que los niveles de servicio están en el rango D, lo que indica que el flujo de tránsito en las intersecciones examinadas tiene las siguientes características:

- Velocidad reducida y regulada en función de los vehículos precedentes
- Congestionamiento de vehículos en puntos localizados.
- Imposibilidad de realizar adelantamientos.
- Condiciones inestables de circulación.
- Algunas veces se producen impactos vehiculares por aglomeración e irrespeto al distanciamiento entre vehículos.
- Incumplimiento de las señales de tránsito como por ejemplo los giros en U, lo cual genera algunas veces impactos entre vehículos.

Como se ve, estas características generan externalidades que afectan a los usuarios de la vía, no solo conductores sino también pasajeros, peatones y habitantes de la zona, expresadas en demoras en la circulación vehicular, inseguridad y polución, aspectos que

caracterizan actualmente al jirón Huallayco especialmente en las cuadras 7, 8, 9 y 10 que están aledañas al mercado central de la ciudad de Huánuco.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- En primer lugar, se recomienda que los organismos encargados de la gestión del Tránsito Urbano tomen mayor interés en la problemática del tránsito en determinadas zonas de la ciudad, especialmente las aledañas al mercado central, a efectos de que se realicen acciones orientadas a minimizar las externalidades que se presentan en esta zona por causa del flujo vehicular.
- Se recomienda la instalación de semáforos inteligentes en las intersecciones del jirón Huallayco con los Aguilar, Ayacucho, Huánuco y General Prado, que estén sincronizados de tal manera que se tenga el efecto de la ola verde, para esto es necesario que se realicen estudios más específicos del flujo del tránsito en esta zona, de lo cual debe encargarse la Municipalidad Provincial de Huánuco, como se propuso en el párrafo anterior.
- Se recomienda que los paraderos de automóviles que actualmente se tiene en las cuadras 7, 8 y 9 del jirón Huallayco deben ser eliminados, y nuevamente, que la Municipalidad Provincial de Huánuco realice estudios orientados a considerar un proyecto de construcción de un terminal y estacionamientos en la parte subterránea del actual mercado central, lo que podría viabilizar con la participación de la inversión privada.
- Se sugiere también que en el futuro se hagan estudios comparativos del flujo del tránsito en la ciudad de Huánuco entre las condiciones prepandemia (antes del año 2020) y postpandemia (después del año 2021) con el fin de conocer cuál fue el efecto de la pandemia en el flujo vehicular y qué enseñanzas se pueden obtener al respecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, V., Valle, E. (2019). *Propuesta de gestión del tránsito para la reducción del congestionamiento en la Av. Alfredo Benavides entre los tramos Ovalo Higuiereta y Av. Velasco Astete en el Distrito de Santiago de Surco utilizando el programa de simulación Synchro 8.0* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://doi.org/10.19083/tesis/628231>
- Ashhad, T., Cabrera, F. y Roa, O. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*. 21(2). 4-23. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21905.04960>
- Cal y Mayor, R., y Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. México. AlfaOmega.
- Campomanes, A., López, J. (2019). *Reducción de la congestión vehicular a través de la implementación de la Ola Verde en la Av. Caminos del Inca en el tramo comprendido entre Jr. Batallón Callao Norte y Jr. Cádiz en el distrito de Surco* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Cano, T. (2019). *Estudio de la capacidad vial y nivel de servicio de la intersección de la Av. Portete con la Av. Milagro (17 Ava) ubicada en la Parroquia Febres Cordero de la ciudad de Guayaquil* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/50906>
- Cecilio, F. (2020). *Impacto vial en la intersección del Jr. Independencia con la Av. Alameda de la República generado por el Centro Comercial Real Plaza en la ciudad de Huánuco-2019* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional de la Universidad de Huánuco. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2460>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Santiago de Chile. 2001, p. 5

- Condori, A y Lipa, J. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la Intersección Vial de la Avenida Bolognesi con la Avenida Basadre y Forero, ciudad de Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional de la Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/550>
- Consultora Marketwin. "Estudio de Tráfico y Tendencias de Movilidad Urbana en Lima – 2017". Consulta en línea: <http://willardmanrique.pe/wp-content/uploads/2021/02/Presentacion-final-Estudio-del-traffic-2017.pdf>
- Chamorro, B. (2019). *Propuesta de optimización del nivel de servicio del tráfico vehicular del Jr. Abtao cuadras 5, 6, 7 y 8 de la ciudad de Huanuco-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5497>
- Del Mar, A., Vásquez, I. (2019). *Propuesta para la reducción del congestionamiento vehicular en las avenidas La Marina y Faustino Sánchez Carrión, desde la Av. Antonio José de Sucre hasta la Av. Gregorio Escobedo, mediante el uso del software Synchro 8* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://doi.org/10.19083/tesis/625953>
- Gonzales, D. y Rey, V. (2016). *Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo comprendida entre las Avenidas Costanera, La Paz y La Libertad, Lima – San Miguel* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621702>
- Hermenejildo, M. (2019). Evaluación del tráfico vehicular para conocer la capacidad y nivel de servicio de la Calle Juan José Orrantia Gonzales que comprende de la Av. Juan Tanca Marengo a la Av. de las Américas en la ciudad de Guayaquil [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50984>
- Hernández, S.; Fernández, C.; Baptista, L. 2014. *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Educación, 6ta. Edición.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. MTC (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

- Mozo, J. (2011). *Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo con el manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MathCad* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3541577>
- Paico, C. (2021). *Influencia del flujo vehicular en el nivel de servicio de la Av. La Paz, ubicada entre la Av. independencia y el Jr. Diego Ferré, de la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28228>
- Palella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología De La Investigación Cuantitativa*. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Picoy, S. (2021). *Análisis del flujo vehicular y el nivel de servicio en el Jirón Dos de Mayo aledaño al centro de la ciudad de Huánuco, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6570>
- Pulido, P. y Gómez, M. (2018). *Evaluación de la capacidad y nivel de servicio de la glorieta ubicada en la Calle 63 con Carrera 50 en Bogotá D.C. – Colombia por medio de métodos no convencionales* [Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad la Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5316>
- Ramos, J. (2019). *Evaluación de las condiciones actuales del flujo vehicular en la intersección de la carretera central con el acceso y salida al Puente Señor de Burgos, utilizando el Software PTV VISSIM7, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional de la Universidad de Huánuco. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1760>
- Reyes, O. (2012). *Análisis y posibles soluciones congestión Calle 116 con Avenida 7° de Santafé de Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio institucional de la Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25089/u627103.pdf?sequence=1>

- Rusque, M. (2003). *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*. Caracas: Vadell Hermanos Editores, p. 134.
- Salcedo, S. (2019). *Propuesta para mitigar la congestión vehicular y mejorar el nivel de servicio en las intersecciones del centro de la ciudad de Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5002>
- Tamayo, M. (2016). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa, p.p 180
- Torres, R. (2018). *Nivel de serviciabilidad de los Jirones Leguía y José Gálvez, de la ciudad de Cajamarca, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2538>
- Transportation Research Board. Highway Capacity Manual 2010. Washington, D.C.: National Research Council, 2010.

ANEXO 5 RESOLUCIÓN VIRTUAL N° 495-2023-UNHEVAL-FICA-D



RESOLUCIÓN VIRTUAL N°495-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 30 junio 2023

VISTO: La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 25.JUN.2023, del Bachiller en Ingeniería civil **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis

CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 25.JUN.2023 del Bachiller en Ingeniería civil **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022;**

Que, con Resolución Virtual N°050-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 10.FEB.2023, se designo la comisión de Revisar y Evaluar la Tesis a los docentes: PRESIDENTE. Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, SECRETARIO: Mg. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, VOCAL: Mg. Ing. Mauro Antonio Domínguez Magino y ACCESITARIO Mg. Ing. Moisés Edgard Torres Ramirez como jurados revisores de Tesis del Bachiller de Ingeniería Civil **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO;**

Que, con Carta N°12-2023-JD-ERQH del Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, Carta N° 002-2023-JD-JLVG, del Mg. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, OFICIO N°002-2023-UNHEVAL/ADOMA-DOC-FICyA del Mg. Ing. Mauro Antonio Domínguez Magino, Informe de conformidad, del asesor dan la conformidad a la tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022,** del Bachilleres en Ingeniería Civil **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO;**

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV – Título III – Tesis – Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022,** de la Bachiller de Ingeniería civil **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO**, para el **jueves 13 julio 2023 a horas 10.30 am**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la FICyA por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dr. Victor Manuel Goicochea Vargas
DECANO

ANEXO 6 ACTA DE DEFENSA DE TESIS



INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 13 días del mes de julio de 2023, siendo las 10.00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°050-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°495-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 30.JUN.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil del Bachiller **JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO**, reuniéndose en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los Docentes: Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera PRESIDENTE – Mg. Ing. José Luis Villavicencio Guardia, SECRETARIO – Mg. Ing. Mauro Antonio Domínguez Magino, VOCAL y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
PAULINO CARRASCO JHAMERLY JULIO	APROBADO	16	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII- Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 12.m del mismo día 13/07/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA
PRESIDENTE


JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA
SECRETARIO


MAURO ANTONIO DOMÍNGUEZ MAGINO
VOCAL

ANEXO 7 CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 042-2023-DI/FICyA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°042-2023- DI/FICyA

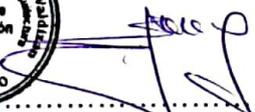
El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis **EVALUACION DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRON HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUANUCO, 2022** del Bachiller **PAULINO CARRASCO, Jhamerly Julio**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del **34 %** verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 31 agosto 2023




Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DI/JLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO

AUTOR

JHAMERLY JULIO PAULINO CARRASCO

RECUENTO DE PALABRAS

26152 Words

RECUENTO DE CARACTERES

135237 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

176 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

33.4MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 31, 2023 11:10 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 31, 2023 11:12 AM GMT-5

● **34% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 32% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado


 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

ANEXO 8 AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
-----------------	----------	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	PAULINO CARRASCO JHAMERLY JULIO						
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular: 991972545
Nro. de Documento:	72077185				Correo Electrónico:	JHAMERLY_JPC@HOTMAIL.COM	

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO				
Apellidos y Nombres:	CORDOVA FACUNDO CARLOS ENRIQUE			ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0003-2980-5876		
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento: 22521641

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL
Secretario:	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSÉ LUIS
Vocal:	DOMÍNGUEZ MAGINO MAURO ANTONIO
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	TORRES RAMÍREZ MOISÉS EDGARD

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
"EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO EN EL JIRÓN HUALLAYCO ADYACENTE AL MERCADO MODELO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO, 2022"
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

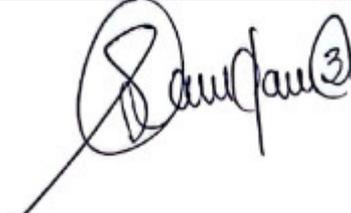
6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023			
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	FLUJO VEHICULAR	NIVEL DE SERVICIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto Con Periodo de Embargo (*)	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*) Fecha de Fin de Embargo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:						

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	PAULINO CARRASCO JHAMERLY JULIO	Huella Digital
DNI:	72077185	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 01 de Setiembre de 2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.