



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

SISTEMA DE TRANSPORTE Y EL MEJORAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR URBANO EN EL DISTRITO DE HUANUCO-PERÚ 2022

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Tesis para optar el grado académico de Doctora en Ingeniería Civil

Autora

Verastegui Ayala, Yessica Julia

ORCID: 0000-0002-4387-5013

Asesora

Esenarro Vargas, Doris

ORCID: 0000-0002-7186-9614

Jurado

Rodriguez Rodriguez, Ciro

César Minga, Julio

Tafur Anzualdo, Vicenta Irene

Lima - Perú

2024

SISTEMA DE TRANSPORTE Y EL MEJORAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR URBANO EN EL DISTRITO DE HUANUCO-PERU 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	3%
2	www.unheval.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	idoc.pub Fuente de Internet	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

SISTEMA DE TRANSPORTE Y EL MEJORAMIENTO DEL
FLUJO VEHICULAR URBANO EN EL DISTRITO DE
HUANUCO-PERÚ 2022

Línea de Investigación:

Desarrollo Urbano-Rural, Catastro, Prevención de Riesgos, Hidráulica y
Geotecnia

Tesis para optar el grado académico de Doctora en Ingeniería Civil

Autor(a)

Verastegui Ayala, Yessica Julia
(ORCID: 0000-0002-4387-5013)

Asesor(a)

Esenarro Vargas, Doris
(ORCID: 0000-0002-7186-9614)

Jurado

Rodriguez Rodriguez, Ciro
César Minga, Julio
Tafur Anzualdo, Vicenta Irene

Lima – Perú
2024

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más

A mis padres, quienes con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mis estudios, y demostrarme su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi asesora, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como la sabiduría que me transmitió durante mis estudios para ahora lograr un buen trabajo de investigación.

Para todos ellos hago esta dedicatoria.

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	15
1.3.1. <i>Problema General</i>	15
1.3.2. <i>Problemas Específicos</i>	15
1.4. ANTECEDENTES.	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	21
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.7. OBJETIVOS.....	22
1.7.1. <i>Objetivo General</i>	22
1.7.2. <i>Objetivos Específicos</i>	23
1.8. HIPÓTESIS.....	23
1.8.1. <i>Hipótesis General</i>	23
1.8.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	23
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	28
2.2.1. <i>Sistemas de Transporte Urbano de Pasajeros</i>	28
2.2.2. <i>Infraestructura para la Operación del Transporte Público</i>	35
2.2.3. <i>Planificación del Transporte</i>	37

2.3.	MARCO LEGAL.	40
2.4.	MARCO FILOSÓFICO.....	41
2.4.1.	<i>Conceptualización de la Filosofía en el Sistema de Transporte.....</i>	<i>41</i>
2.4.2.	<i>Corriente Filosófica en la ingeniería</i>	<i>42</i>
2.4.3.	<i>La Racionalidad.....</i>	<i>43</i>
2.4.4.	<i>El Rol de la Filosofía.....</i>	<i>43</i>
2.5.	MARCO CONCEPTUAL.....	44
III.	MÉTODO.....	47
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.	47
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.	48
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	57
3.4.	INSTRUMENTOS.....	58
3.5.	PROCEDIMIENTOS.	58
3.6.	ANÁLISIS DE DATOS.....	59
3.7.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.	59
IV.	RESULTADOS	60
4.1.	RESULTADOS DE ENCUESTAS DE INTERCEPTACIÓN.....	60
4.2.	RESULTADOS DE AFOROS VEHICULARES Y OCUPACIÓN VISUAL.	73
4.2.1.	<i>Aforos vehiculares:</i>	<i>73</i>
4.2.2.	<i>Resultados de Ocupación visual</i>	<i>79</i>
4.3.	PROPUESTA:.....	81
4.4.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS:.....	93
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
VI.	CONCLUSIONES.....	99

VII. RECOMENDACIONES.	101
VIII. REFERENCIAS.....	102
IX. ANEXOS.....	112
9.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.	113
9.2. FORMATOS DE ENCUESTAS Y AFOROS.	114

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1	Cuadro comparativo de vehículos mayores y menores que se encuentran dentro y fuera de los límites permitidos, según puntos de monitoreo en la ciudad de Huánuco.	10
Tabla 2	Distribución del parque automotor de Huánuco.	13
Tabla 3	Beneficios potenciales de la planificación con GDT	33
Tabla 4	Numero de encuestas por Zona.	52
Tabla 5	Puentes de línea cortina.	54
Tabla 6	Matriz de Operacionalización de variables.	57
Tabla 7	Matriz de Origen y Destino.	66
Tabla 8	Distribución de tipos de vehículos por sentido en el distrito de Huánuco.	76
Tabla 9	Distribución pasajeros por tipos de vehículos por sentido en el distrito de Huánuco.	80
Tabla 10	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta naranja.	84
Tabla 11	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta verde.	84
Tabla 12	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta rosada.	84
Tabla 13	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la aguamarina.	85
Tabla 14	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta morada.	85
Tabla 15	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta Troncal.	85
Tabla 16	Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta Guinda.	86
Tabla 17	Flota Requerida Sentido Norte-Sur.	86
Tabla 18	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta naranja.	87
Tabla 19	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta verde.	87
Tabla 20	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta aguamarina.	87

Tabla 21	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta morada.....	88
Tabla 22	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta rosada.	88
Tabla 23	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta troncal.....	88
Tabla 24	Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta guinda.....	89
Tabla 25	Flota Requerida Sentido Sur-Norte.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujo vehicular en Huánuco	8
Figura 2	Distribución del parque automotor de Huánuco.	13
Figura 3	Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos.	29
Figura 4	Modos de Transporte existentes en una zona urbana.....	31
Figura 5	Niveles de capacidad para diferentes tecnologías.z.....	31
Figura 6	Estructura física básica del sistema de transporte.	36
Figura 7	Patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial.....	39
Figura 8	Esquema del modelo secuencial de cuatro etapas.....	39
Figura 9	Mapa de Zonificación Urbana en el distrito de Huánuco.	51
Figura 10	Ubicación de Puentes.	54
Figura 11	Tiempos de viaje.	61
Figura 12	Tarifa de viaje.	61
Figura 13	Problemática del servicio de transporte público.	62
Figura 14	Motivo de viajes.....	63
Figura 15	Distribución horaria según motive de viaje	63
Figura 16	Modo de transporte usado	64
Figura 17	Distribución horaria según modos de transporte usados.....	64
Figura 18	Modo de transporte según motivo de viajes.	65
Figura 19	Motivo de viaje según modo de Transporte usado.	66
Figura 20	Líneas de Deseos de viajes totales	68
Figura 21	Líneas de Deseos de viajes por motivos de estudio, hogar y compras	69
Figura 22	Líneas de Deseos de viajes por motivos de salud, trabajo y turismo.....	70
Figura 23	Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje caminata, moto lineal.....	71

Figura 24	Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje caminata, moto lineal.....	72
Figura 25	Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje colectivos, camioneta rural de Transporte público (combis), Microbús.....	73
Figura 26	Histograma de Hora punta.	74
Figura 27	Movimiento de Vehículos mixtos por sentido en hora punta del distrito de Huánuco.	74
Figura 28	Movimiento de Vehículos mixtos por puente aforado en hora punta del distrito de Huánuco.	75
Figura 29	Movimiento por tipo de vehículos en hora punta del distrito de Huánuco.	76
Figura 30	Modelación de tránsito en la intersección del Jr. General Prado con Leoncio Prado	77
Figura 31	Modelación de tránsito en la intersección del Jr. Ayacucho con Abtao.	78
Figura 32	Modelación de tránsito en la Interseccion de Jr Crespo Castillo con Hermilio Valdizan	79
Figura 33	Movimiento de pasajeros por sentido en hora punta del distrito de Huánuco.	80
Figura 34	Movimiento de pasajeros por tipos de vehículo, en hora punta del distrito de Huánuco.	81
Figura 35	Propuesta de solución al sistema de transporte en Huánuco.....	82
Figura 36	Buses requeridos según rutas propuestas en la solución.....	90
Figura 37	(a) Antes y después del tramo típico propuesto en las rutas del Centro Urbano de Huánuco, (b) antes y después del tramo típico propuesto en las rutas del distrito de Amarilis, en la vía colectora, (c) antes y después del tramo típico propuesto en la Ruta Principal del distrito de Pillco Marca, en la vía central, en Huánuco, Perú en el año 2022.	92

RESUMEN

La presente investigación denominada: “Sistema de Transporte y el Mejoramiento del flujo vehicular urbano en el distrito de Huánuco - Perú 2022”, tiene como objetivo: El objetivo de esta investigación es Proponer un modelo de diseño del sistema de transporte que permita el mejoramiento del flujo vehicular urbano. La carencia de una adecuada infraestructura para el transporte, y el desorden existente de los servicios brindados por los auto colectivos, combis, mototaxis, el cual generan congestión del transporte público, sobre todo en horas pico, trayendo como consecuencia la contaminación ambiental y sonora. La investigación, se estructuró en cuatro etapas: (1) Recolección de datos sobre la red vial de transporte público y privado, (2) Importación y creación de la red vial del transporte en el área urbana del distrito de Huánuco, (3) Zonificación y conectividad del área de estudio, (4) Creación de la matriz O/D de transporte público, apoyados de herramientas digitales (Arc Gis, AutoCAD, Excel). Como resultado para abastecer la demanda de Sur a Norte de 135343 pasajeros, y Para abastecer la demanda de Norte a Sur 118958, se plantea la generación de 1 ruta troncal, y 7 rutas alimentadoras, requiriéndose 422 buses, infraestructura vial como se puede ver en las Figuras 31 al 34, llevando consigo carriles exclusivos para el funcionamiento de este Sistema de Transporte Masivo, la propuesta permitirá absorber el 59% de usuarios, los cuales tienen la preferencia de usar un sistema de transporte público, con lo cual se brindará un sistema de transporte eficiente y de calidad.

Palabras clave: sistema de Transporte, flujo vehicular, mejoramiento, transporte urbano.

ABSTRACT

The present research called: “Transportation System and the Improvement of urban vehicular flow in the district of Huánuco - Perú 2022”, aims to: The objective of this research is to propose a design model of the transportation system that allows the improvement of the urban vehicular flow. The lack of adequate transportation infrastructure, and the existing disorder of the services provided by collective cars, minibuses, motorcycle taxis, which generate congestion of public transportation, especially during peak hours, resulting in environmental and noise pollution. The investigation was structured in four stages: (1) Data collection on the public and private transport road network, (2) Import and creation of the transport road network in the urban area of the Huánuco district, (3) Zoning and connectivity of the study area, (4) Creation of the public transport O/D matrix, supported by digital tools (Arc Gis, AutoCAD, Excel). As a result, to supply the demand from South to North of 135,343 passengers, and to supply the demand from North to South of 118,958, the generation of 1 trunk route and 7 feeder routes is proposed, requiring 422 buses, road infrastructure as can be seen in the Figures 31 to 34, taking with it exclusive lanes for the operation of this Mass Transportation System, the proposal will allow absorbing 59% of users, who have the preference of using a public transportation system, thus providing a system of efficient and quality transportation.

Keywords: transportation system, vehicle flow, improvement, urban transportation.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte público y privado en sus diversos modos, son usados en zonas pobladas para trasladarse al trabajo, al hospital, a la universidad entre otros motivos con la finalidad de cumplir sus metas cada día, así como generar actividad económica, Estas actividades se desarrollan con acciones que garantizan cierta comodidad en la calidad de vida y juegan un papel clave en la sociedad, teniendo en ello vital importancia el sistema de transporte al cual se acceda.

Los medios de transporte al cual accedemos juegan un papel muy importante en el quehacer cotidiano, ya que, al no acceder a un sistema de transporte de calidad, nos generan serios problemas a los usuarios como pérdidas de tiempo, accidentes, malestar y enojo en los conductores y pasajeros, situación a la que no se encuentra exento el área metropolitana de Huánuco.

El sistema de transporte tiene un objetivo fundamental que es el de optimizar la capacidad de la red vial existente con el control eficiente de los vehículos de la red, con esa finalidad se desarrolla la presente investigación, teniendo como objetivo el de “Proponer un modelo de diseño del sistema de transporte para el mejoramiento del flujo vehicular urbano para el distrito de Huánuco –Perú 2022”, a fin de proponer un óptimo servicio del sistema de transporte, y con ello dotar de calidad de vida a la población de Huánuco, la cual se estructura de la siguiente manera:

Dentro de la parte introductoria se verán los principales problemas que existen en la ciudad de Huánuco lo cual se profundiza en el capítulo I, en la cual trazaremos objetivos para resolverlos, en la cual veremos la importancia de abordar el tema de sistemas y modelos de transporte existentes que trataremos en el capítulo II, así como el marco legal existente y la filosofía relacionada al sistema de transporte, Una vez enmarcado el tema, pasaremos a ver el

capítulo III de método en la cual definiremos nuestra población, trazaremos límites, identificaremos el procedimiento necesario a fin de lograr los objetivos trazados, finalizando trataremos el capítulo IV, en la cual mostraremos resultados y generaremos la propuesta de solución, posteriormente en el capítulo V discutiremos resultados a fin de identificar los resultados y mejoras obtenidas, para culminar tocamos los capítulos VI y VI de Conclusiones y recomendaciones.

1.1. Planteamiento del Problema

El desarrollo de la sociedad, la influencia del transporte, así como sus correspondientes relaciones, se han vuelto tan complejos que su uso sin una adecuada organización estatal se vuelve incierto (Chebotareva et al., 2024). Desde 2014, ha habido un crecimiento promedio de vehículos del 3% en América Latina y una tendencia que indica una duplicación de los vehículos actualmente existentes en los próximos 25 años, considerando esta tendencia a partir de 2014. Frente a esta problemática, sólo los planes que quedan pendientes o están que no se aplican correctamente en el tráfico urbano. El ruido vehicular es un problema al que le damos poca importancia pero que tiene un impacto en la salud pública, provocando problemas como estrés, dolores de cabeza e irritabilidad, entre otros. Es bien sabido que para la Organización Mundial de la Salud (OMS), el límite óptimo para el ruido de la calle debería ser constantemente de 30 dB, pero en la realidad esto no se cumple, y en muchas ciudades los niveles de ruido superan los 80 dB en su punto más crítico de tráfico. (Muñoz et al., 2024)

El transporte es uno de los principales y mayores contaminantes del aire del mundo. Varios estudios muestran que la combustión de combustible emite múltiples contaminantes, que pueden afectar gravemente a los pulmones de los niños en crecimiento y provocar una disminución de la función pulmonar. (Muñoz et al., 2024)

La transición a una economía competitiva con bajas emisiones de carbono significa que la UE debe estar preparada para garantizar que, de aquí a 2050, reducirá sus emisiones internas en un 80% en comparación con 1990. La Comisión Europea ha realizado amplios análisis de modelos con varios escenarios posibles que muestran cómo se podrían alcanzar estos objetivos. Este análisis de diferentes escenarios demuestra que, en términos de rentabilidad, lo óptimo sería lograr una reducción de emisiones internas del 40% para 2030 en comparación con el nivel de 1990 y del 60% para 2040. La reducción de emisiones es del 25%. Por lo tanto, una reducción anual de aprox. Se alcanzaría el 1% en la primera década para 2020, en comparación con el nivel de 1990. En la segunda década, de 2020 a 2030, habría una reducción del 1,5%, y en las últimas dos décadas, para 2050, habría una reducción del 2%. Se espera que, con la mayor disponibilidad de tecnologías más rentables, se intensifiquen los esfuerzos, particularmente en el sector del transporte. (Konečný et al., 2020)

En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el transporte sostenible se integra en varios Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible (ODS). Específicamente, la meta 11.2 tiene como objetivo proporcionar “acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos, mejorando la seguridad vial, en particular ampliando el transporte público, con especial atención a las necesidades de quienes se encuentran en situaciones vulnerables, mujeres, niños y niñas”, personas con discapacidad y personas mayores.” (Ochoa-Covarrubias et al., 2021)

La accesibilidad al transporte público en las ciudades aumenta con el crecimiento demográfico y la expansión geográfica. Las recientes técnicas de planificación del transporte mal aplicadas han llevado a una distribución desigual del acceso, lo que ha resultado en inseguridad y contaminación ambiental, favoreciendo al mismo tiempo el transporte privado y descuidando el transporte público local y no motorizado (Jawed et al., 2019). La congestión del tráfico se define como vehículos que circulan lentamente debido a la capacidad limitada de

la vía. En términos más simples, la congestión ocurre cuando la demanda de tráfico se acerca o excede la capacidad de la red vial (Vencataya et al., 2024). Es un fenómeno global causado por la alta densidad de población, el crecimiento de los vehículos motorizados y una planificación inadecuada de la infraestructura vial. A menudo se producen conflictos de tráfico, principalmente debido al exceso de tráfico durante las horas pico (Afrin y Yodo, 2020). La evaluación actual de la calidad de los servicios de transporte público en una ciudad en desarrollo como Gazipur ayuda a los expertos en transporte a tomar mejores decisiones sobre los sistemas de transporte futuros para mejorar la calidad del servicio, la movilidad, reducir la contaminación y garantizar una vida urbana dinámica. (Goswami et al., 2018)

En el análisis de la ciudad de Karachi, la falta de transporte público eficiente se debe al costo extremadamente bajo de los automóviles disponibles para todo tipo de residentes de Karachi, lo que lleva a un uso excesivo del automóvil y al mismo tiempo aumenta la dependencia de los automóviles privados, lo que genera problemas graves: accidentes, congestión e impacto económico, social y ambiental (Hussain et al., 2021). Los atascos de tráfico ocurren no sólo en las metrópolis y las grandes ciudades, sino también en ciudades de tamaño mediano como Starogard Gdansk, donde la congestión del tráfico tiene un impacto negativo en las economías en desarrollo, la sociedad y el medio ambiente. (Gierszewski y Koźlak, 2019)

De manera similar, Saltillo, Coahuila, como muchas otras ciudades a nivel mundial, ha sido víctima de un sistema de transporte público inadecuado durante muchos años, y los resultados de sus iniciativas no han resultado en un buen sistema de transporte, ya sea por la falta de un sistema adecuado. sistema de transporte público, capacitación insuficiente de los operadores, oferta inadecuada de vehículos y servicios, usuarios incapaces de planificar rutas debido a horarios inconsistentes, etc. (Rivera et al., 2021). India está atravesando la misma fase de urbanización temprana que ya ocurrió en países como Japón, la República de Corea y

Singapur. El aumento del volumen de tráfico en las vías urbanas ha provocado que casi todas las intersecciones estén totalmente congestionadas. Las largas colas y los fallos en los semáforos son bastante habituales durante las horas punta. También se espera que la tasa de viajes per cápita para todos los modos de transporte aumente de 0,8 a 1,55 en 2007 y se espera que sea de 1 a 2 en 2030. (Prem et al., 2019)

La ciudad compacta, pero en expansión con su crecimiento insostenible genera distancias más largas. En este caso, los modelos alternativos pueden no parecer viables, pero es hora de considerarlos. Cabe señalar que el volumen de vehículos tanto públicos como privados que circulan en una ciudad genera varios problemas, uno de los cuales está relacionado con la contaminación del aire que cumple y excede los estándares nacionales de calidad del aire. La contaminación no sólo afecta a la salud de los habitantes y a la vitalidad de la ciudad, sino que también provoca diversos daños físicos a los edificios históricos. (Konečný et al., 2020)

La congestión del tráfico es un obstáculo para cualquier sociedad en desarrollo y afecta el nivel de productividad del país, ya que las personas pueden tardar más de dos horas en viajar al trabajo y regresar a casa, lo que afecta su desempeño laboral y su salud física y mental. (Li et al., 2020; Olayode et al., 2020)

La movilidad urbana actual está provocando una serie de conflictos ambientales destacados a nivel global, la mayoría de los cuales están vinculados al uso de transporte motorizado, responsable del consumo de energía, la fragmentación del suelo por la construcción de carreteras, así como el ruido y la contaminación del aire. La calidad del aire es monitoreada en algunas ciudades del mundo, pero en América Latina, particularmente en México, el número de ciudades atentas a este impacto ambiental es limitado, mientras que los impactos negativos sobre la salud humana y los ecosistemas aumentan. (Hernández et al., 2023)

Según informes de Dirtepol Huánuco, en la capital del departamento de Huánuco circulan diariamente un promedio de 25.000 vehículos, entre motocicletas, triciclos y automóviles. De este total, alrededor de 13.500 están registrados y operan con autorización municipal, mientras que el resto continúa operando de manera informal, provocando congestión vehicular en las principales vías de la ciudad. (Piñan, 2023)

En la ciudad de Huánuco los problemas de tránsito son tan complejos que surgen y empeoran otros problemas relacionados. Uno de los problemas más graves en Huánuco es el transporte público de pasajeros. Estos problemas derivan en inadecuados servicios de transporte urbano para los usuarios, generando desorden, pérdida de tiempo de viaje tanto para los conductores como para los usuarios de la vía, congestión vehicular y contaminación ambiental en el casco urbano del distrito de Huánuco, debido a la falta de regulación, legislación y deficiencias. Infraestructura viaria en el casco urbano del distrito.

En la figura 1, en la A, se aprecia un paradero de autos colectivos autorizado por la Municipalidad de Huánuco, lo cual invade un carril de la vía, en la B aprecia motos lineales estacionadas en zona rígida, ello debido a la falta de vigilancia por parte de la municipalidad en la C se observan vehículos estacionados en un carril de la vía, reduciendo espacio de infraestructura vial.

Figura 1

Flujo vehicular en Huánuco



Nota: La figura es de elaboración propia.

Comparando con la norma antes mencionada (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) y de acuerdo al monitoreo realizado, hemos observado que, en la mayoría de las evaluaciones, el ruido generado en los diferentes puntos detectados ha alcanzado niveles altísimos, llegando a casi duplicar el estándar para ese tipo de área y tiempo. (Limaylla, 2019)

Según Dionisio et al., la congestión de vehículos de todo tipo en la ciudad ha empeorado en los últimos cinco años, lo que ha provocado una grave contaminación del aire. Debido a la falta de espacios públicos en el casco urbano, los residentes abandonan la ciudad hacia las márgenes de los ríos Huallaga e Higuera en busca de espacios recreativos, como lo menciona Contreras-Zarco Ella. (Contreras-Zarco, 2023)

El distrito de Huánuco, cuyas emisiones de CO acumuladas durante los años 2019-2022 han disminuido, a excepción del año 2020. Adicionalmente, se puede indicar que, en los periodos analizados, las mayores concentraciones de gases se encuentran en la zona central y nororiental de la provincia, debido principalmente a la ubicación de varias capitales de distrito y a las actividades humanas que se desarrollan en estas zonas. Además, la zona noreste muestra una distribución de localidades que justifica el aumento de actividades generadoras de CO. (Pacheco et al., 2023)

De un estudio realizado sobre la contaminación ambiental provocada por gases de combustión interna del parque automotor en la ciudad de Huánuco en términos generales, se determina que el 38,9% de los vehículos estaban fuera de los Límites máximos permisibles respecto al monóxido de carbono, el 79,5% se encontraban fuera de los LMP respecto al monóxido más dióxido y un 58,40% de vehículos que se encontraban fuera de los LMP respecto a los hidrocarburos, como se puede apreciar en la Tabla 1. (Godoy, 2015):

Tabla 1

Cuadro comparativo de vehículos mayores y menores que se encuentran dentro y fuera de los límites permitidos, según puntos de monitoreo en la ciudad de Huánuco.

PUNTO S DE MONIT OREO	CO(% de volumen)				CO+CO2(% de volumen)				HC(ppm)			
	Dentr	LMP	Fuera	LMP	Dentr	LMP	Fuera	LMP	Dentr	LMP	Fuera	LMP
	o				o				o			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	6429	60,65	4171	39,35	1170	20,51	4534	79,49	4365	41,18	6235	58,82
3	3552	53,98	3029	46,02	830	20,12	3298	79,88	2438	37,05	4143	62,95
4	5385	59,23	3707	40,77	1051	20,71	4026	79,29	3673	40,40	5419	59,60
5	5435	62,43	3271	37,57	956	21,24	3544	78,76	3698	42,48	5008	57,52
6	3080	62,42	1855	37,58	537	21,09	2011	78,91	2094	42,43	2841	57,57
7	3990	56,37	3089	43,63	877	20,73	3354	79,27	2740	38,71	4339	61,29
8	3216	52,78	2877	47,22	798	20,31	3130	79,69	2218	36,41	3875	63,59
10	2745	65,52	1445	34,48	410	20,71	1569	79,29	1850	44,15	2340	55,85
12	5644	76,50	1733	23,50	480	20,28	1886	79,72	3734	50,61	3643	49,39
13	10006	66,11	5131	33,89	1382	19,82	5594	80,18	6698	44,25	8439	55,75
23	3622	66,94	1789	33,06	484	19,89	1950	80,11	2423	44,77	2988	55,23
24	5851	59,48	3986	40,52	1088	20,04	4342	79,96	3967	40,32	5870	59,68
39	5603	58,03	4053	41,97	1143	20,61	4403	79,39	3829	39,65	5827	60,35
40	2498	59,88	1674	40,12	481	20,94	1816	79,06	1705	40,87	2467	59,13
41	5389	58,72	3789	41,28	1067	20,58	4117	79,42	3676	40,06	5502	59,94
42	3663	67,87	1734	32,13	489	20,60	1884	79,40	2457	45,52	2940	54,48
43	5980	56,00	4699	44,00	1310	20,40	5110	79,60	4097	38,37	6582	61,63
44	1376	60,76	888	39,24	261	21,32	962	78,68	940	41,52	1324	58,48
PROM EDIO	61,31		38,69		20,55		79,45		41,60		58,40	

Nota: La tabla es de elaboración propia, con datos extraídos de Problemática del transporte público en la ciudad de Huánuco:2015. 2015.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es proponer un modelo para diseñar un sistema de transporte urbano para mejorar el flujo vehicular, con el objetivo de mitigar la congestión vehicular y sus problemas asociados como la contaminación ambiental y acústica.

El informe de la Dirección de Transporte de Huánuco indica que existen más de 20,000 trimóviles de los cuales sólo 8200 vehículos están registrados como formales en el municipio de Huánuco. (Luna, 2018)

Los niveles sonoros son relativos, alcanzando hasta 78 decibelios, y no cumplen con la normativa o normas nacionales de calidad ambiental en materia de ruido (Decreto Supremo N° 085 de 2003), provocando contaminación acústica en las mañanas. (Berrospi-Noria et al., 2019)

Según la entrevista realizada al Ingeniero Jorge Luis Escalante Soplín, Gerente de Transporte de la Municipalidad Provincial de Huánuco, en la ciudad de Huánuco el 90% de las vías se encuentran pavimentadas. En la ciudad de Huánuco no existe acceso a ciclo vías salvo la salida al Sitio Arqueológico Kotosh, además afirmó que en el centro urbano de Huánuco existen 76 paradas autorizadas, la mayoría de las cuales han venido generando congestión vehicular.

El aumento de las actividades comerciales y económicas, como la construcción de nuevos centros comerciales, que se han convertido en polos de atracción (flujos migratorios) debido al crecimiento poblacional, y el aumento del transporte vehicular, la educación y la atención médica, provocan persistentes problemas de tráfico. congestión y agravar al público urbano. El monóxido de carbono inhalado puede combinarse con la hemoglobina sanguínea y reducir la capacidad del cuerpo humano para transportar oxígeno, y la exposición prolongada

causa enfermedades cardíacas, edema, congestión pulmonar grave y náuseas, entre otros. (Yzarra et al., 2023)

Se logró evaluar la intensidad del ruido en 12 puntos de congestión vehicular identificados en el área urbana del distrito de Amarilis, perteneciente al área metropolitana de Huánuco, en los cuales se determinó que la intensidad del ruido excede el ECA para ruido (D.S No. 085-2003-PCM) y los estándares de la OMS en horario diurno, la evaluación se realizó por un período de 4 semanas, con seguimiento 2 días a la semana. (Colqui, 2018)

Una de las principales consecuencias del caótico sistema de transporte es la pérdida de tiempo. Esto afecta directamente la economía de los usuarios, quienes pierden horas productivas en el desplazamiento a sus lugares de trabajo. Si esta pérdida de tiempo se desglosa entre los usuarios de vehículos motorizados, el mayor coste de tiempo lo asumen los usuarios del transporte público convencional, que no tienen el privilegio de pasar por encima de los vehículos privados. (Dextre y Aranda, 2021)

Por tanto, el objetivo de esta investigación es un sistema de reordenación del transporte público que permita mejorar el flujo vehicular urbano.

1.2. Descripción del Problema

Según el Diario Correo, a diario en Huánuco circulan en el parque automotor más de 60 mil vehículos entre menores y mayores, públicos y particulares que realizaron el respectivo cambio de placas. El 70% de los vehículos son trimóviles y motocicletas lineales, el 30% son mayores, autos, camionetas ómnibus, indica el gestor del área de Placas de la Cámara de Comercio de Huánuco, **Leonardo Rojas Sedano**.

Asimismo, el reporte de la dirección de Transportes de Huánuco, existen más de 20 mil trimóviles de las cuales solo 8200 vehículos se registran como formales en la municipalidad de Huánuco. (Luna, 2018)

La distribución del parque automotor de Huánuco, está representada por la Tabla 2 donde se clasificó por lo tipos de vehículos existentes en el área urbana de la ciudad de Huánuco, asimismo la cantidad de auto colectivos y combis señalados en la tabla, se recolectaron de la relación de empresas, en la que se incluye la flota de cada una, de transporte urbano, que cuentan con autorización de la municipalidad provincial de Huánuco.

Tabla 2

Distribución del parque automotor de Huánuco.

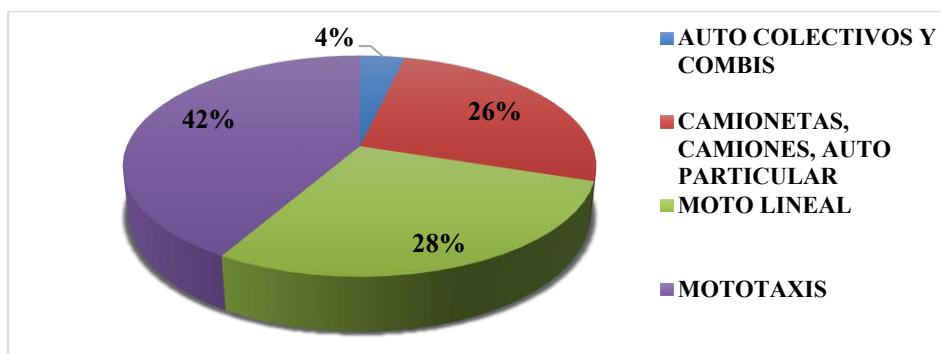
TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
AUTO COLECTIVOS Y COMBIS	2203
CAMIONETAS, CAMIONES, AUTO PARTICULAR, OTROS.	15797
MOTO LINEAL	17000
MOTOTAXIS	25000

Nota: Elaboración Propia con Datos del Diario Correo.

La distribución del parque automotor de Huánuco, está representado por el Gráfico III. 23 donde se puede apreciar que el 42% son Mototaxis, el 28% son motos lineales, 26% son camionetas, camiones, auto particular, 4% auto colectivos y combis con autorización de la municipalidad Provincial de Huánuco.

Figura 2

Distribución del parque automotor de Huánuco.



Nota: Elaboración Propia con Datos del Diario Correo.

El tránsito en Huánuco es caótico y sin planificación. Los servicios públicos se caracterizan por un exceso de oferta, lo que genera congestión, retrasos en los viajes y una competencia destructiva. Aparte de eso, las personas responsables parecen no haber tomado ninguna medida para solucionar el problema, a pesar de algunos intentos aislados de solucionarlo. (Godoy, 2015)

Según la entrevista realizada al Ing. Jorge Luis Escalante Soplín, Gerente de Transportes de la Municipalidad Provincial de Huánuco, En la ciudad de Huánuco el 90% de las vías son pavimentadas, En la ciudad de Huánuco no se cuentan con acceso a ciclo vías a excepción de la salida al Lugar arqueológico de Kotosh, asimismo manifestó que en el centro urbano de Huánuco se cuenta con 76 paraderos autorizados, los cuales en su mayor parte vienen generando congestión vehicular.

De un estudio realizado sobre la contaminación ambiental generada por gases de combustión interna del parque automotor en la ciudad de Huánuco, se concluye que, el parque automotor de la ciudad de Huánuco presenta serios problemas en cuanto a la emisión de gases contaminantes tales como CO, CO+CO y HC, debido a que se incumple la normatividad vigente y por otro lado se encuentra fuera de los límites permisibles, los cuales amenazan gravemente la salud de la población y el medio ambiente en general. (Céspedes et al., 2007)

Se pudo evaluar la intensidad de ruido en 12 puntos de congestión vehicular identificados en el casco urbano del distrito de amarilis, perteneciente al área metropolitana de Huánuco, en la cual se determinó que las intensidades del ruido sobrepasan los ECA para ruido (D.S N°085- 2003-PCM) y los estándares de la OMS en horario diurno, la evaluación se realizó por un periodo de 4 semanas, con un monitoreo de 2 días a la semana. (Colqui, 2018)

Por lo que la presente investigación tiene como objetivo Proponer un modelo de diseño del sistema de transporte para el mejoramiento del flujo vehicular urbano, a fin de mitigar la congestión vehicular y los problemas que traen consigo como la contaminación ambiental y sonora.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera un sistema de transporte permite el mejoramiento del flujo de vehicular urbano en el distrito de Huánuco-Perú 2022?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿En qué medida la oferta de transporte urbano satisface la demanda vehicular?
- ¿En qué medida las horas pico inciden en la congestión vehicular?
- ¿De qué manera las rutas de transporte urbano, permitirá mejorar el flujo de transporte urbano?

1.4. Antecedentes

Según Moscoso (2012) en su investigación “Los vehículos motorizados privados y el problema de transporte público en los centros históricos: el caso de Cuenca-Ecuador”, que tiene como finalidad, comprender a profundidad el problema que genera el tráfico intenso en las ciudades patrimoniales, especialmente en el centro histórico de Cuenca (Ecuador); que en

procedimiento a seguir menciona: el municipio ha desarrollado un sistema de transporte integrado, cuyo objetivo es combinar diferentes modos de transporte y utilizarlos con un solo pago. Resultando de la investigación durante el estudio, se encontró que el tráfico es un tema muy complejo que afecta no solo la estructura física de los edificios y las calles, sino también la viabilidad de las ciudades históricas y sus valores intangibles, lo que en última instancia conduce a la despoblación. Concluyendo que: La prioridad del automóvil en el sistema de transporte de Cuenca no solo ha creado complicaciones ambientales, sino que también ha creado enormes problemas de conservación en la ciudad histórica, no solo por el deterioro de las fachadas de los edificios del patrimonio estético debido al hollín, sino también por su destrucción. de muchas estructuras internas.

De la investigación de Maher (2013) titulada “Deficiencies of existing public transport system and a proposal for integrated hierarchical transport network as an improvement options: a case of Dhaka city”. Teniendo como propósito Identificar las deficiencias del sistema de transporte público existente para proponer un sistema de transporte masivo rápido apropiado para recuperar la enorme demanda; que en su procedimiento: Se ha descrito una descripción general de los modos de viaje existentes y las características de operación. Por último, se destacan algunas propuestas de opciones de redes de transporte jerárquicas integradas en el contexto de las características predominantes de uso del suelo y transporte, contexto socioeconómico de la ciudad metropolitana de Dhaka; Resultando en una propuesta la cual: Serán dos líneas de BRT a nivel en las carreteras existentes, pero con un carril designado exclusivo para el sistema de autobuses. Concluyéndose en: Dhaka es una ciudad densamente poblada y su sistema de transporte se basa principalmente en carreteras con vehículos en su mayoría no motorizados (predominantemente rickshaw). Dhaka está experimentando mucha congestión de tráfico y una gran falta de gestión del tráfico.

En el estudio desarrollado por Rajib et al. (2018) titulada “Empirical Analysis to Explore the Deficiencies in Public Transport System: a case study on Gazipur”. Cuyo propósito es descubrir las deficiencias en la calidad del servicio del transporte público en la ciudad industrial de nuevo crecimiento como Gazipur según la perspectiva de los usuarios; En su estrategia de trabajo indican que: Se han recopilado los datos necesarios a través de una encuesta de cuestionario cara a cara. Las muestras de datos aleatorios se restringieron a 400 debido a la falta de voluntad de los viajeros, el movimiento de oficinas/hogares en horas pico y otras situaciones inminentes; resultando que: cerca del 54,25% de los usuarios creían que la calidad del servicio de autobús era insatisfactoria y el 48% se sentían inseguros dentro del autobús. Finalizando en que: “En esta investigación, se analizaron las deficiencias en el sistema de transporte público en función de la percepción de los usuarios sobre la calidad, la seguridad y la protección en la ciudad de Gazipur. Alrededor del 51% de las personas prefirieron el autobús como su principal medio de transporte en Gazipur”.

En la investigación desarrollada por Chebotareva et al. (2018) titulada “Mechanism of the Administrative and Legal Regulation of Public Transportation System”. Teniendo como propósito: analizar la regulación administrativa y legal del transporte público y las direcciones para su mejora; En su proceso metodológico menciona Consideramos la coacción, la persuasión y la estimulación (fiscal, etc.) como métodos básicos en el ámbito del transporte público que forman los métodos especiales de regulación administrativa y jurídica utilizados por la administración pública en este ámbito (licencias, control, vigilancia, registro, etc.). resultando que Una de las formas de mejorar la regulación administrativa y legal del transporte público puede ser el desarrollo y la adopción del Código de Transporte de Rusia para reemplazar la actual Carta de transporte motorizado y transporte eléctrico urbano terrestre, donde el transporte público será incluido en una sección separada. Finalizando en que, para mejorar aún más la regulación administrativa y legal del transporte público, ofrecemos

desarrollar la Carta del Ministerio de Transporte teniendo en cuenta el marco legislativo existente. Siguiendo el ejemplo de la República Federal de Alemania, es posible introducir un sistema intermodal de transporte público.

Según Vencataya et al. (2018) en su investigación titulada “Assessing the causes & impacts of traffic congestion on the society, economy and individual: a case of Mauritius as an emerging economy”. Teniendo como finalidad la de Proporcionar información al gobierno de Mauricio y a los responsables políticos sobre las formas en que pueden medir la congestión del tráfico, gestionar el tráfico de manera más eficaz, adoptar políticas adecuadas e invertir en proyectos de infraestructura; en su secuencia metodológica indica que. Se seleccionó una muestra de 100 encuestados, compuesta por personas que viajaban hacia y desde Ebene y Port Louis de forma diaria o regular, mediante un muestreo por conveniencia. Resultando que: El 49 % de las personas encuestadas calificó la congestión como un problema cada vez mayor en Mauricio, y el 47 % de los encuestados afirma que el problema de la congestión del tráfico es grave. Concluyéndose en que las personas encuestadas creen que la congestión del tráfico afecta negativamente a diferentes aspectos de una sociedad, una economía y un individuo.

Del estudio realizado por Gierszewskia (2019) denominado “The impact of Congestion on the Costs of Public Transport in Starogard Gdański”, Teniendo como finalidad: discutir los resultados del estudio sobre el impacto de la congestión sobre los costes del transporte público; en su secuencia metodológica indica que Consistió en analizar las tarjetas de circulación de los vehículos, las declaraciones de consumo de combustible de los autobuses y examinar los tiempos reales de viaje de los autobuses y la magnitud de los retrasos causados por la congestión en las líneas individuales; resultando que, los mayores retrasos se produjeron de lunes a viernes, en las líneas 16, 17, 19, 15/25, especialmente en el llamado matutino (desde las 7 a las 9 a.m. aproximadamente) y por la tarde (de 13:00 a 17:00 horas). En el caso del sábado y el domingo, los retrasos fueron significativamente menores y se limitaron solo de

13:00 a 17:00; concluyendo en que las empresas de transporte público urbano incurren en importantes costos financieros derivados del aumento del consumo de combustible y material rodante. El flujo de tráfico en días laborables contribuiría a una reducción del consumo de combustible de 1.689,24 litros.

En la investigación realizada por Aqsa et al. (2019) titulada “Impacts of In-Accessible and Poor Public Transportation System on Urban Environment: Evidence from Hyderabad, Pakistan”, cuyo propósito es Discutir los impactos del transporte público inaccesible en las zonas urbanas población, el efecto ambiental, y la expansión de la congestión del tráfico; tendiendo como secuencia metodológica, este estudio se basa en una evaluación espacial de las rutas de transporte público actuales, que se utiliza para examinar los problemas de accesibilidad, Se utilizaron imágenes Landsat para resaltar las rutas de transporte público actual, Resultando que, existe una provisión de transporte público no planificada en el área de estudio. La mayoría de los encuestados tardan entre 10 y 15 minutos en llegar al transporte público, algo que afecta directamente al tiempo de viaje para llegar al destino. La mayoría de las personas (57%) utiliza un modo privado para llegar a su destino causando congestión y contaminación del aire, mientras que el 84% dijo que el modo actual es inasequible y el 84% no está satisfecho con las condiciones existentes del transporte público.

Según Maher (2020) en su estudio titulado “Environmental Sustainability of the Vehicle Fleet Change in Public City Transport of Selected City in Central Europe”, cuya meta es, la creación de un sistema de transporte competitivo y eficiente en el uso de los recursos para hacer una contribución significativa al logro del objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del 60 %; en la que se tuvo metodológicamente, la realización de un método de cálculo, que se refiere tanto a las emisiones directas como indirectas de sustancias nocivas producidas por la operación de un vehículo en el transporte público de pasajeros, Como

producto final, indica que: La cantidad de autobuses y trolebuses no cambió, pero la capacidad (ocupación) de los autobuses disminuyó ligeramente. Los ahorros totales en producción de CO₂ en 2019 (flota de vehículos completamente renovada) hasta 2023, en términos de renovación de la flota de vehículos, las emisiones de CO₂ en términos absolutos se reducirán en más de 1,3 millones de toneladas. Finalizando en: recomendando que la UE continúe apoyando la renovación de la flota de vehículos de transporte público urbano en las ciudades más pequeñas.

Del estudio realizado por Afrin (2020) titulado “A Survey of Road Traffic Congestion Measures towards a Sustainable and Resilient Transportation System”, cuyo propósito es: (1) proporcionar el estado del arte de las medidas de congestión de tráfico actualmente disponibles; (2) evaluar la efectividad y las discrepancias de las medidas en el monitoreo de las condiciones del tránsito; (3) analizar las ventajas y desventajas de cada medida; y (4) identificar algunas posibles direcciones futuras de investigación hacia el desarrollo de un sistema de gestión de transporte sostenible; Como secuencia generada indica, Para cuantificar el nivel de congestión, se han desarrollado numerosas medidas de congestión considerando diferentes criterios de desempeño, clasificándose en: (i) velocidad, (ii) tiempo de viaje, (iii) demora, (iv) nivel de servicios (LoS) y (v) índices de congestión. Resultando, que el índice de rendimiento de velocidad SPI muestra un total de 114 incidentes de congestión, mientras que SRI mostró un total de 57 incidentes de congestión en una semana; concluyendo que, los desafíos actuales en los enfoques de medición de la congestión del tráfico y proporciona una nueva perspectiva hacia el desarrollo de un sistema de gestión del tráfico sostenible y resistente a largo plazo.

Según Muzamil et al. (2021) en su estudio titulado “Factors Influencing Private Transport Users to Shift Towards Public Transport In Karachi”, Cuya meta fue, observar los factores que motivan a las personas que utilizan el transporte privado a recurrir al transporte público, para lo cual tuvo como proceso, empezar con un análisis de sondeo que incluye una

revisión de la literatura para evaluar la brecha de investigación y definir las preguntas de investigación. Esta investigación se centra en recopilar datos cualitativos y cuantitativos sobre la aceptación anticipada de las instalaciones y políticas públicas introducidas por los residentes de Karachi, resultando de las encuestas, que cada una de las relaciones de hipótesis accedido a través del algoritmo de arranque, solo uno se acepta la hipótesis de conocimiento del medio ambiente , y bastante fuerte 0.394 por el nivel de significancia aceptable obtenido, concluyendo, que “la investigación tuvo una participación importante en la comprensión del comportamiento de elección de modo al presentar un modelo conceptual novedoso que vincula el comportamiento, la intención, la conciencia ambiental y la actitud”.

El año 2010 se constituyó la Fundación de Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB), en la ciudad de Barcelona con una población de 1 620 343 habitantes al 2018, la cual está conformada por tres empresas: Ferrocarril Metropolità de Barcelona, Transports de Barcelona y Projectes i Serveis de Mobilitat. Desde su constitución, la fundación vela por la conservación y la difusión del patrimonio histórico y cultural de TMB, a la vez que fomenta y promueve acciones de carácter social que faciliten la inclusión, la accesibilidad, la sostenibilidad, la cooperación, la solidaridad y los valores del transporte público como opción sostenible.

1.5. Justificación de la Investigación

La zona urbana del distrito de Huánuco, carece de una adecuada infraestructura para transporte urbano como paraderos, señalizaciones, infraestructura vial, añadiéndose el desorden existente de los servicios brindados por los auto colectivos, combis, mototaxis, por lo cual se genera congestión del transporte público, y concentra en su mayor parte las zonas comerciales del área metropolitana de Huánuco (Mercado Modelo de Huánuco, Mercado antiguo, Tottus, Real Plaza, Metro, Essalud, Hospital Regional Hermilio Valdizán, entre otros),

concentrándose los viajes en los jirones Abtao, Dos de Mayo, Independencia, 28 de Julio, los cuales, más aún en horas pico, generan contaminación ambiental, sonora. Por lo cual se requiere de forma urgente una propuesta de mejoramiento del sistema de transporte urbano existente en el área urbana del distrito de Huánuco.

La presente investigación permite desarrollar una propuesta de mejoramiento del sistema de transporte urbano en el del distrito de Huánuco, permitiendo elegir un modo de transporte, estimar la duración de sus viajes, acceder a un servicio de transporte eficiente, y de calidad, asimismo permitirá reducir la contaminación ambiental generada por efecto de la congestión vehicular.

1.6. Limitaciones de la Investigación

- Carencia de acceso a información sobre las autorizaciones emitidas a las empresas de transporte público existentes como moto taxis, autocolectios, combis.
- Falta de disponibilidad de los funcionarios de las Entidades públicas, en el acompañamiento en la toma de datos.
- Falta de apoyo de las autoridades locales en brindar información.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Proponer un sistema de transporte para el Mejoramiento del flujo vehicular urbano en el Distrito de Huánuco-Perú 2022

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar en qué medida la oferta de transporte que satisfaga la demanda del vehicular.
- Determinar en qué medida las horas pico inciden en la congestión vehicular.
- Proponer un Diseño de rutas de transporte urbano masivo, que permitan mejorar el flujo de transporte urbano.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis General

Un sistema de transporte mejora significativamente el flujo vehicular urbano en el distrito de Huánuco – Perú 2022.

1.8.2. Hipótesis Específicas

- La oferta de transporte urbano satisface significativamente la demanda vehicular.
- Las horas pico inciden significativamente en la congestión vehicular.
- El Diseño de rutas de transporte urbano masivo, permitirá mejorar significativamente el flujo de transporte urbano.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de Literatura

Durante las últimas décadas, las autoridades de transporte público han buscado formas de aumentar el número de usuarios de transporte y al mismo tiempo mejorar la calidad del servicio de transporte y la eficiencia operativa. Como reflejo de esta mentalidad, gran parte de la literatura existente se centra en el desarrollo de herramientas/métodos analíticos destinados a mejorar la utilización de los vehículos de tránsito, los conductores y/u otros recursos (incluidos los equipos de mantenimiento y la financiación). (Min, 2017)

ChiraChavala y Venter analizaron el impacto de los métodos automatizados de programación de vehículos y pasajeros en los costos operativos de los sistemas de paratransito. Descubrieron que tales métodos reducían los costos unitarios de transporte de paratransito en un 13%. Ampliando aún más el trabajo anterior de Chira-Chavala y Venter, Pagano et al. evaluó el impacto de los sistemas de programación y despacho asistidos por computadora (CASD) en la calidad del servicio de paratransito en el centro de Illinois. Descubrieron que los sistemas CASD permitían a los pasajeros disfrutar de menos tiempo de viaje y más servicios puntuales tanto en las recogidas como en las devoluciones y, posteriormente, mejoraron su satisfacción general con los servicios de paratransito. (Min, 2017)

El informe CLIMATRANS, que habla sobre los paquetes detallados de políticas de mitigación que se implementarán para el transporte sostenible en Bengaluru, enfatiza políticas para una mejor infraestructura para caminar y andar en bicicleta y sugiere medidas como precios de congestión, uso compartido de automóviles y uso mixto del suelo. desarrollo. El estudio también habla de los efectos ambientales positivos (como la reducción de las emisiones de NOx y COx) debido a políticas como los carriles para vehículos de alta ocupación (HOV)

en la periferia exterior de la ciudad, incluida la carretera de circunvalación exterior, la carretera NICE y otras autopistas que se acercan a la ciudad. Desde todos los lados, lo que demuestra que los carriles HOV, si se implementan, reducirán las emisiones totales en una cantidad considerable. (Harsha et al., 2019)

Hay que tener en cuenta a la hora de analizar el sistema de transporte global (Cal y Cárdenas, 2018):

- Modos de transporte.
- Los elementos del sistema de transporte: las personas y mercancías transportadas; los vehículos que los transportan; y la red de infraestructura para el movimiento de vehículos, pasajeros y mercancías, incluidas terminales y puntos de transbordo.
- Movimientos a través del sistema de transporte, incluyendo el tráfico de pasajeros y carga desde todos los orígenes hacia todos los destinos.
- El viaje total desde el origen al destino a través de todos los modos y medios, para cada viaje específico. (Cal y Cárdenas, 2018)

Los diferentes modos de transporte urbano en Huánuco-Perú se pueden categorizar por el tipo de servicio que brindan o el volumen de viajes realizados (Verástegui, 2019), dependiendo del tipo de servicio que brindan:

- Transporte privado: Operado por el propietario de la unidad en vías proporcionadas, operadas y mantenidas por el Estado, como automóviles, mototaxis, furgonetas y bicicletas. (Verástegui, 2019)
- Transporte de alquiler: utilizado por una persona que paga por un vehículo proporcionado por un operador, conductor o empleado para adaptarse a las preferencias de viaje del usuario. Servicios de respuesta a solicitudes: servicios por contrato. (Verástegui, 2019)

- Transporte público: Sistema de transporte que opera con rutas fijas y un horario predeterminado, y al que cualquier usuario puede acceder a cambio de un precio predeterminado. (Verástegui, 2019)

- El Bus Rápido de Transporte BRT, también conocido como autobús expreso o Cosac (corredor segregado de alta capacidad), se define como un sistema de transporte masivo basado en autobuses que combina la capacidad y velocidad de los sistemas ferroviarios con la flexibilidad de los autobuses. (Alegre y Alarcón, 2016)

- Microbús-Camioneta Rural de Transporte Público(Combi)-Coaster: Los pasajeros optan por viajar en este medio porque prefieren rutas que cubren largas distancias y son muy diferentes entre sí, además del bajo costo del servicio. Por otro lado, este medio es muy inseguro y tiene bajos estándares de calidad, ya que sus conductores no respetan las normas de tránsito y/o no son formales. (Alegre y Alarcón, 2016)

- Taxis: Según la Ordenanza N° 1684 de la MML, existen tres taxis: (1) taxi independiente, servicio prestado por personas naturales; (2) estación de taxis, proporcionada por personas jurídicas, con una flota mínima de 10 vehículos y un centro de comunicaciones; y (3) Taxi Remisse, dirigido preferentemente a turistas por ofrecer mayor comodidad, es prestado por personas jurídicas, con una flota mínima de 10 vehículos y un centro de comunicaciones. (Alegre y Alarcón, 2016)

- Taxi privado: Por lo general, las características visuales por las que los identificamos son pintura amarilla o blanca, un cartel de taxi en la parte superior y un número de placa estampado en los costados. Los beneficios apreciados por los usuarios de este servicio son la comodidad, la seguridad, la llegada al destino específico y el ahorro de tiempo. (Díaz, 2022)

- Un mototaxi se define como un vehículo de menor tamaño compuesto por una motocicleta de tres ruedas y un taxi pequeño que se utiliza como medio de transporte de personas en distancias cortas. (Alegre y Alarcón, 2016)

- **Mototaxi:** Este medio de transporte es un vehículo pequeño con capacidad máxima de 2 pasajeros, tienen recorridos muy cortos no establecidos y paradas establecidas. Además, Lima cuenta con más de 600.000 mototaxis en funcionamiento; sin embargo, el 40% de ellos son informales. (Díaz, 2022)

Los modos de transporte informales se integran en cinco clases dependiendo de la capacidad de los vehículos.

Estas clases son los autobuses (clase I), los minibuses y microbuses (clases II y III), los vehículos de tres ruedas y las motocicletas (clase IV), y los no motorizados como los bicitaxis (bicicleta-taxis) o los tirados por animales (p.ej, caballos). En este sentido, el mototaxi se clasifica como un vehículo de clase IV. Esta clasificación debe utilizarse con cuidado ya que, en los países emergentes, los modos bicitaxi y mototaxi (cuya diferencia radica en la propulsión humana o el motor de combustión) tienen connotaciones jurídicas opuestas. (Romero-Torres, 2023)

Mototaxi surgió cuando los proveedores de servicios de bicitaxi cambiaron las bicicletas por motocicletas y scooters utilitarios de bajo costo con motores con cilindradas que oscilaban entre 50 y 150 cc. Con esta tecnología se redujo el esfuerzo físico y el tiempo de viaje a cambio de mayores costos operativos. Este concepto también se conoce como bicitaxi en EE.UU., Canadá, la mayoría de los países europeos y Oceanía; rickshaw en bicicleta en países del sur, sudeste y este de Asia; velotaxi en Alemania; cyclo en Vietnam y Camboya; beca en Malasia; becak en Indonesia; trisikad en Filipinas; o triciclo en Singapur. (Romero-Torres, 2023)

Este estudio pretende proponer un sistema de transporte masivo con los cambios requeridos, así como la propuesta de un diseño vial enfocado a un sistema BRT (Bus Rapid

Transit) dentro de los límites del casco urbano de Huánuco, que permita la organización y mejora en la calidad ofrecida.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistemas de Transporte Urbano de Pasajeros

El transporte urbano de pasajeros se realiza a través de diferentes modos (auto particular, combi, bicicleta, caminata, microbuses).

2.2.1.1. Estructura del sistema de transporte

Según Manheim, el análisis del sistema de transporte debe basarse en los siguientes dos principios básicos:

- El sistema de transporte global de una región debe ser visto como un simple sistema de transporte intermodal.
- El análisis del sistema de transporte no puede separarse del análisis de las instituciones sociales, económicas y políticas de la región.

Por lo tanto, se debe tener en cuenta a la hora de analizar el sistema global de transporte (Cal y Cárdenas, 2018):

- Los modos de transporte.
- Los elementos del sistema de transporte: las personas y mercancías transportadas; vehículos que los transportan; red de infraestructuras para el movimiento de vehículos, pasajeros y mercancías, incluidas las terminales y los puntos de transbordo.

- Los desplazamientos a través del sistema de transporte, incluido el tráfico de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- El viaje total desde el origen hasta el destino a través de todos los modos y medios, para cada desplazamiento específico. (Cal y Cárdenas, 2018)

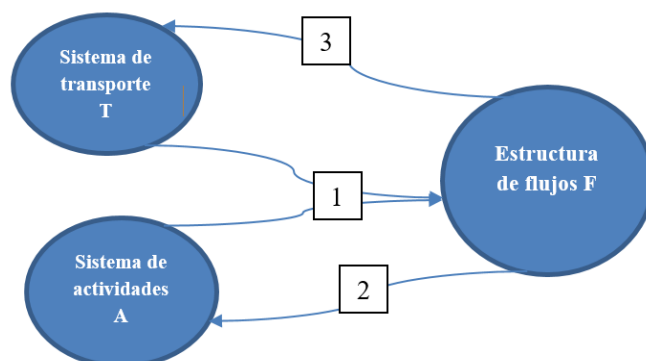
El sistema de transporte en una ciudad está directamente relacionado con su sistema socioeconómico. De hecho, el sistema de transporte generalmente influye en el crecimiento y cambio de los sistemas socioeconómicos, así como en las diferencias en los sistemas socioeconómicos, a su vez, provocan cambios en el sistema de transporte. (Cal y Cárdenas, 2018)

En la figura 3, se visualiza esquemáticamente, esta relación se basa en tres variables principales:

- El sistema de transporte T.
- Sistema de actividades A, modelo de actividades sociales y económicas que se desarrollan en una ciudad.
- Estructura de los flujos F, es decir, los puntos de partida, destinos, rutas y cantidades de personas, así como bienes que se movilizan a través del sistema. (Cal y Cárdenas, 2018)

Figura 3

Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos.



Nota: Gráfico tomado de Cal y Cárdenas. (2018). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones.

2.2.1.2. Clasificación del Transporte Urbano de Pasajeros.

Según Molinero y Sánchez (2005) los distintos modos de transporte urbano se pueden categorizar por el tipo de servicio que prestan o el volumen de viajes realizados.

1) Según el tipo de servicio que prestan:

Transporte privado: Operado por el propietario de la unidad en vías provistas, operados y mantenidos por el estado, como: Autos, Mototaxis, Camionetas, Bicicletas. (Molinero y Sánchez, 2005)

Transporte de alquiler: Es usado por una persona que paga por un vehículo proporcionado por un operador, conductor o empleado para adaptarse a las preferencias de viaje del usuario. Servicios de Respuesta a Solicitudes: Servicios por Contrato. (Molinero y Sánchez, 2005)

Transporte público: Un sistema de transporte que funciona con rutas fijas y un horario predeterminado, y que cualquier usuario puede acceder a cambio de un precio predeterminado. (Molinero y Sánchez, 2005)

Las dos últimas modalidades son las que integran el transporte público urbano.

En la siguiente figura se puede visualizar los modos de transporte tanto público como privado en esquema o modelo y también se aprecia su funcionamiento ordenado en una zona urbana.

Figura 4

Modos de Transporte existentes en una zona urbana.



Nota: En la figura del lado izquierdo se muestran esquemas de vehículos en general. Al lado derecho se visualiza el funcionamiento de un transporte público masivo segregado del privado y del alquiler.

La siguiente figura muestra la relación entre los diferentes tipos de transporte público en las ciudades y sus capacidades (Molinero y Sánchez, 2005).

Figura 5

Niveles de capacidad para diferentes tecnologías.



Nota: Datos tomados de Molinero y Sánchez (2005). Transporte Público: Transporte, diseño, operación y administración.

2.2.1.3. *Gestión de la demanda de transporte.*

Miñano (2017, p. 12) la Gestión de la Demanda de Transporte (GDT), tiene como objetivo optimizar la eficiencia del sistema de transporte urbano evitando el uso innecesario de vehículos privados, y promoviendo modos de transporte más eficientes, saludables y respetuosos con el medio ambiente, el sistema de transporte público y transporte no motorizado.

Cuando se consideran todos los impactos (beneficios y costos), GDT suele ser la estrategia de mejora del tráfico más rentable (Miñano Chamorro, 2017). Además, muchas iniciativas individuales de GDT se pueden implementar a un costo relativamente bajo, lo que las hace particularmente ventajosas para ciudades con recursos financieros limitados. (Miñano, 2017)

Según Miñano (2017, p. 13), Existen dos tipos principales de medidas para lograr el objetivo de hacer más eficiente el sistema de transporte: medidas de "empuje" que hacen menos atractivo el uso de vehículos privados y medidas de "hale" que hacen más atractivos otros modos de transporte. Son interdependientes y deben combinarse para obtener la máxima eficacia.

La GDT puede ofrecer muchas ventajas, que se resumen en la siguiente tabla. La planificación del transporte convencional tiende a ignorar muchas de estas ventajas. Por ejemplo, las agencias de transporte evalúan las iniciativas de GST principalmente en función de la congestión y las emisiones, pero a menudo pasan por alto los beneficios del ahorro, la seguridad y el estacionamiento. (Miñano, 2017)

Tabla 3*Beneficios potenciales de la planificación con GDT*

Beneficios	Definición
Decrecimiento de congestión	Reducir la congestión del tráfico para usuarios de automóviles, usuarios de autobuses, peatones y ciclistas.
Economización en costos de vías	Reducir el costo de construcción, mantenimiento y operación de los sistemas viales.
Economización en estacionamiento	Reducir los problemas de estacionamiento y los costos de la infraestructura de estacionamiento.
Economización para el consumidor	Reducción de costos de transporte para los usuarios.
Alternativas de movilidad mejoradas	Alternativas mejores en movilidad, particularmente para los pasajeros.
Seguridad vial	Mitigación de riesgos per cápita en accidentes de tránsito.
Conservación de energía	Disminución en consumo de energía per cápita.
Mitigación de emisiones	Disminución per cápita de emisiones de contaminación.
Usos de suelo eficientes	Crear comunidades más asequibles y reducir el uso de suelos per cápita.
Salud pública	Aumento en actividad física y beneficios para la salud asociados.

Nota: CAF (Banco de desarrollo de América latina), 2012.

2.2.1.4. Características de los Medios de Transporte

Los medios de transporte, son los que integran la infraestructura por las cuales circulan los diferentes modos de transporte existente. Las diferencias entre un modo de transporte y otro se pueden determinar en base a tres características principales, que se indican a continuación. (Molinero y Sánchez, 2005):

I) Tipos de derecho de vía: parte de una carretera o superficie de la carretera en la que se mueven las unidades de transporte, incluidos los peatones. (Molinero y Sánchez, 2005):

Derecho de vía tipo C: Las superficies de rodadura se comparten entre diferentes vehículos. Operación de tráfico mixto. Tales acciones podrán incluir trato preferencial en todo el desarrollo o partes del mismo, incluyendo aquellas calles donde se facilite la preferencia de transporte público de pasajeros. (Molinero y Sánchez, 2005)

Derecho de vía tipo B: Existen elementos fijos separados físicamente longitudinalmente como barreras. Los cruces permanecen al mismo nivel que otros vehículos y peatones. Caso vial dedicado al transporte público de Bogotá Curitiba. (Molinero y Sánchez, 2005)

Derecho de vía tipo A: Separación física del derecho de vía tanto longitudinal como verticalmente para evitar la interferencia entre vehículos y peatones. Pueden ser subterráneos, elevados o planos, y los casos más típicos son los sistemas subterráneos, las autopistas urbanas y los sistemas de autobuses guiados en algunas ciudades como: Reino Unido, Australia, Alemania. (Molinero y Sánchez, 2005)

II) Tipo de tecnología utilizada: Está relacionado con las propiedades mecánicas de las unidades de transporte y las características de las vías. Estas dos características están interrelacionadas y hay cuatro componentes principales a considerar. (Molinero y Sánchez, 2005)

a- Soporte: Es la conexión vertical entre el vehículo y la superficie de rodadura sobre la que se transmite el peso del vehículo. (Molinero y Sánchez, 2005)

b- Guía: Un método que le permite controlar el vehículo en su movimiento lateral. Se tienen dos tipos principales. (Molinero y Sánchez, 2005):

- Sistemas controlados desde un vehículo mediante volante (autobús, trolebús, automóviles, bicicletas, etc.).

- Sistemas cuyo control lateral está controlado por guías o rieles.

c- Propulsión: Se refiere al tipo de motor del vehículo y al método de transmisión de las fuerzas de aceleración y desaceleración. (Molinero y Sánchez, 2005)

d- Control: manera con la que se puede regular el movimiento de las unidades de transporte que operan en el sistema. Manual-visual (coche, autobús, teleférico, bicicleta); señal de mano (tranvía, tranvía); Totalmente automático (medidor). (Molinero y Sánchez, 2005)

2.2.2. Infraestructura para la Operación del Transporte Público

La infraestructura de transporte público es la integración de varios elementos físicos que intervienen en la prestación de servicios de transporte adecuados, como lo son:

➤ Paradas

Las paradas y estaciones se consideran una parte importante de los sistemas de transporte público, ya que tienen un impacto significativo en su operación. (Molinero y Sánchez, 2005).

- Limitan la capacidad de la línea y por tanto el número de unidades de transporte que se pueden utilizar.

- Su ubicación y espacio deben ser lo suficientemente atractivos para los usuarios
- Tienen un impacto en el consumo de combustible que varía según el número de paradas.

Un aspecto muy importante a considerar es el tiempo que requieren los pasajeros para descender y embarcar en una estación, ya que es un factor determinante para la capacidad de la línea. (Molinero y Sánchez, 2005, p. 111)

➤ Estaciones y terminales

Una estación de transferencia es una infraestructura diseñada para facilitar el traslado de pasajeros desde un mismo modo o entre diferentes modos de transporte. (Molinero y Sánchez, 2005)

Las terminales están ubicadas en los extremos de las líneas y pueden actuar como puntos de transferencia entre las rutas alimentadoras y otras rutas o modos de transporte. (Molinero y Sánchez, 2005, p. 138)

➤ Infraestructura para el mantenimiento

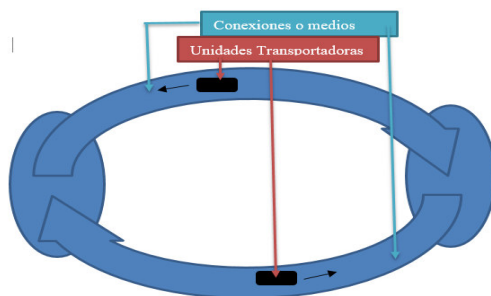
Según Molinero y Sánchez (2005) básicamente se compone de dos áreas principales, las cuales son:

- El área de estacionamiento de las unidades.
- El área de talleres. (Molinero y Sánchez, 2005, p. 184)

Las tareas de transporte se realizan proporcionando esquemáticamente una red que consta de las siguientes estructuras, que se aprecian en la figura 6:

Figura 6

Estructura física básica del sistema de transporte.



Nota: Figura tomada de Cal y Cárdenas (2018). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones.

2.2.3. Planificación del Transporte.

2.2.3.1. Los sistemas de transporte:

En este caso particular, el sistema de transporte es la columna vertebral del desarrollo de la planificación y gestión del transporte urbano. Aunque tradicionalmente se ha pensado que la demanda está influenciada solo por el movimiento de personas, resulta que los sistemas de transporte también afectan la demanda de viajes porque incluyen los espacios donde se realizan los viajes. (Herce, 2009). Algunos componentes que integran un sistema de transporte, son la **infraestructura** (ej. pavimentos, paraderos, vías segregadas), los **equipos** (ej. microbuses, buses articulados, sistemas de cobro electrónico) y la **operación** (ej. normatividad en gestión, operación del tránsito) (UC, 2015). (Flores, 2017)

Los criterios relacionados con la sostenibilidad no solo establecen el equilibrio entre la oferta y la demanda, sino que también incluyen el logro de las metas de mejora de la protección ambiental, así como las metas relacionadas con el concepto de justicia social, que están relacionadas con la accesibilidad para todos los usuarios del sistema. (Flores, 2017, p. 5)

2.2.3.2. Características de la demanda de transporte

La demanda de servicios de transporte es muy cualitativa y diferenciada. Se tienen muchas necesidades específicas de envío que varían según la hora del día, el día de la semana, el motivo del viaje, el modo de transporte, la importancia de la velocidad y la frecuencia, entre otros. Las necesidades de transporte están relacionadas con el espacio que se tiene. Aunque parezca intrascendente, es la distribución de la actividad en el espacio lo que crea la necesidad de transporte. La forma más común de tratar el espacio es dividir el área de estudio en regiones y codificarlas con redes de transporte de manera adecuada para su manejo y procesamiento utilizando paquetes informáticos especializados (software). (Ortúzar y Willumsen, 2008)

Parte importante de la demanda del tráfico se concentra especialmente en determinadas horas del día, que en las ciudades coinciden con los momentos de mayor concurrencia (horas punta) a lo largo del día. Un sistema de tránsito puede estar funcionando bien para los viajes promedio, pero se desborda durante las horas pico. (Ortúzar y Willumsen, 2008, p. 26)

2.2.3.3. *Características de la oferta de transporte*

La primera característica de una oferta de transporte es que es un servicio, no una mercancía; por lo tanto, no se puede almacenar para su uso cuando la demanda es mayor. Un servicio de transporte debe consumirse cuando y donde se produce, de lo contrario pierde su utilidad. Por ello, es muy importante estimar la demanda con la mayor precisión posible para ahorrar recursos, ajustando así la oferta de servicios de transporte. (Ortúzar y Willumsen, 2008).

Muchas características de los sistemas de transporte derivan de su naturaleza como servicio. En términos muy generales, un sistema de transporte requiere un activo fijo (infraestructura) y algunas unidades móviles (vehículos). Es una combinación de ambos y un conjunto de normas que rigen su funcionamiento, permitiendo la circulación de personas y mercancías. (Ortúzar y Willumsen, 2008, p. 27)

2.2.3.4. *Patrón urbano*

En la figura 7, Se representa esquemáticamente parte del área urbana, mostrando la demanda de vehículos y la oferta vial. La demanda proviene de los desplazamientos de los vehículos. La oferta vial se refiere a la capacidad de las vías, que se basa en el número de carriles y velocidades de circulación.

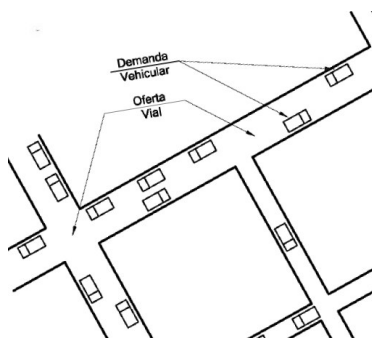
Si la demanda de vehículos < oferta vial, el tráfico no se saturará y el nivel de desempeño cambiará de excelente a aceptable. Es lo adecuado.

Si la demanda de vehículos = oferta vial, entonces se alcanza la capacidad del sistema. El tráfico será inestable y pueden formarse atascos.

Si la demanda de vehículos > la oferta vial, el tráfico se verá obligado a fluir con paradas frecuentes y largas demoras. Es lo inadecuado.

Figura 7

Patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial.



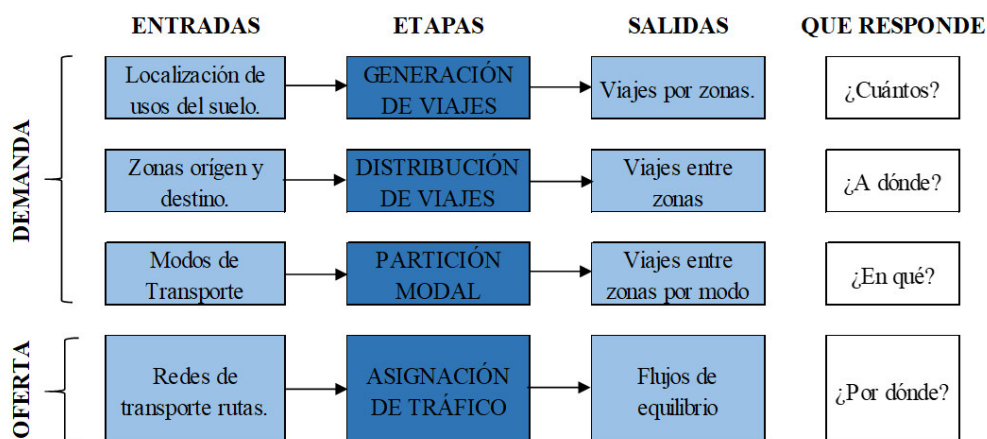
Nota: Figura tomada de Cal y Cárdenas (2018). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones.

2.2.3.5. Modelos de Planificación del Transporte

Generalmente, los modelos de planeamiento del transporte utilizan un modelo de equilibrio de oferta y demanda, los cuales se dividen en cuatro fases: generación de viajes, distribución, partición de modos y asignación. La siguiente Figura 8, muestra el esquema general del modelo clásico; entrada, salida. (Lizarbe, 2015, p. 10)

Figura 8

Esquema del modelo secuencial de cuatro etapas.



Nota: (Ortúzar y Willumsen, 2008).

2.3. Marco Legal.

Ley N° 27181 – “Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre” (17-Oct-99).

Establece que la acción del gobierno en materia de transporte y transporte terrestre está dirigida a satisfacer las necesidades de los usuarios y proteger sus condiciones de salud y seguridad, así como proteger el medio ambiente y la comunidad en su conjunto.

Ley N° 27972 – “Ley Orgánica de Municipalidades” (27 – Mayo-03). Establece que, las municipalidades en cuanto al tránsito, vialidad y transporte público, ejercen funciones, de las cuales a continuación se mencionan las más resaltantes: Normar, regular, controlar y planificar el sistema de transporte terrestre de conformidad con las leyes y reglamentos sobre la materia.

Decreto Supremo N° 055 – 2010 – MTC: “Nuevo Reglamento Nacional de Transporte Público especial de Pasajeros en Vehículos Motorizados o No Motorizados”.

Tiene por objetivo, instaurar reglas generales para la prestación de servicios especiales de

transporte público de pasajeros de vehículos de menos de 03 ruedas, tanto para motorizados y no motorizados.

Decreto Supremo N° 016 – 2009 – MTC: “Reglamento Nacional de Tránsito”.

Tiene por objetivo, reglamentar el uso de las vías públicas, lo que se aplica al tránsito de personas, vehículos y animales, en el desarrollo de las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en su relación con el tránsito.

2.4. Marco Filosófico

2.4.1. Conceptualización de la Filosofía en el Sistema de Transporte.

Desde el inicio de los tiempos el hombre ha desarrollado características y ha pasado por millones de años para lograr cambios evolutivos, y así llegar al ser humano que es ahora, el cual ha tenido que desplazarse en un inicio en cuatro patas con la finalidad de escapar de peligros, trasladarse para conseguir alimentos, el cual ha ido evolucionando en técnicas como en instrumentos, con la finalidad de tener más y mejores alimentos, desplazándose en mayores extensiones de territorios, naciendo allí el transporte, con la necesidad de explorar lugares, descubrirlos, marcar límites de territorio, y luego en muchas ocasiones conquistarlos. En un inicio se generaron caminos de herradura con piedra, que fueron mejorando a lo largo de los años con diferentes materiales, y hasta la actualidad que contamos con diversas opciones de pavimentos.

En cuanto a los modos de transporte, estos también han sido innovados, ya que empezaron con la caminata, transporte con caballos, que fueron luego innovados con carruaje, empezaron a generar vehículos, que hasta la actualidad han sido mejorados y tenemos gran cantidad y tipos modos de transporte, lo cual ha generado un problema que es el exceso de vehículos, estos en cuanto a su análisis han sido dejados de lado durante muchos años, y han

tenido una atención limitada por parte de la filosofía, en busca de información sobre la filosofía en transporte, la información disponible es muy limitada en data histórica, en estos últimos años, ya se está generando investigaciones dentro de las más resaltantes se encuentra la Tesis Doctoral: “El tiempo, la justicia y el futuro de movilidad de María Nordström”, 2022.

2.4.2. Corriente Filosófica en la ingeniería

La filosofía de la ingeniería desarrollada a lo largo del tiempo está dedicada a reflexiones sobre prácticas, principios y procesos, diseño de ingeniería, que son importantes porque no son nuevos y son componentes fundamentales de la filosofía de la tecnología y la ciencia; porque la filosofía de la ingeniería es nueva por los principios y procesos con los que cuenta. (Jaramillo, 2014)

En una de sus obras, Immanuel Kant, bajo el título de: “Critica Bajo La Razón Pura”, establece un análisis magistral de la relación entre lo que recibimos por medio de los sentidos y lo que aportamos nosotros como estructura de ese material. Esto quiere decir que no conocemos nada sin que los sentidos nos proporcionen datos experimentales, pero es igualmente cierto que esa información experimental se recibe y se configura de acuerdo con la propia organización de nuestra forma de conocer, la cual no tiene por qué ser exactamente la única posible. Asimismo, Kant desarrolló su pensamiento ético como consecuencia lógica de su creencia en las libertades fundamentales del individuo. No consideraba esta libertad no sometida a leyes, sino más bien como la libertad del gobierno de sí mismo, la libertad para obedecer en conciencia las leyes del universo reveladas por la razón. (Savater, 2014)

Como se mencionó anteriormente, la filosofía de Kant tiene un efecto positivo en la ingeniería, porque todo lo que sabemos en ingeniería proviene no solo del conocimiento adquirido en los estudios, sino también de sus experiencias en el lugar de trabajo y otros

aspectos; respecto a sus ideas éticas la persona debe que actuar por propia voluntad para bien en la moral y en el comportamiento en lo laboral como en la investigación en la ingeniería

2.4.3. *La Racionalidad.*

Si bien la racionalidad es una noción normativa, por lo general no se considera una noción moral. Las personas interesadas en sí mismas con conocimiento perfecto prefieren una alternativa sobre otro solo si es mejor para ellos. Por lo tanto, podemos identificar qué tan bien está alguien al observar qué tan satisfecho están las preferencias de ese individuo. El bienestar se puede identificar con la satisfacción de preferencias en este asunto. Entonces, el objetivo se convierte en satisfacer las preferencias de los individuos para aumentar el bienestar: las personas están mejor (todo lo demás igual) cuando sus preferencias están satisfechas.

En el contexto de la economía del transporte, se supone que la disposición a pagar indica preferencias. Se supone que las preferencias guían el bienestar, lo que significa que el bienestar se mide por la satisfacción de las preferencias. (Nordström, 2022)

2.4.4. *El Rol de la Filosofía.*

Los desafíos del transporte requieren soluciones más allá del pensamiento que viene con las necesidades inmediatas de movilidad de la humanidad. (Nordström, 2022)

—Shane Epting,

La moralidad de la movilidad urbana: tecnología y filosofía de la ciudad.

El transporte y el acto de viajar han recibido una atención limitada por parte de los filósofos. Una excepción notable es Thomas, quien recientemente escribió un libro sobre el significado de viajar (Thomas, 2020). Señaló que, si bien algunos filósofos viajan mucho, no hay libros sobre la filosofía del viaje, ni cursos ni conferencias. Ella argumenta que la filosofía de los viajes debería ser "una cosa", y estoy de acuerdo. Sin embargo, si bien considera que los

viajes están relacionados con la filosofía, las cuestiones filosóficas no están necesariamente relacionadas con los viajes cotidianos. Más bien, plantea preguntas como "Es ético visitar la Gran Barrera de Coral si sus corales se están marchitando".

Existe una preocupación ética fundamental justificada sobre el transporte, según Khisty y Zeitler (2001). Sin embargo, argumentan que "el predominio de los enfoques de ingeniería y económicos en la investigación del transporte ha impedido en gran medida que la investigación cualitativa y ética se manifieste como un marco interpretativo importante".

Los problemas de economía del transporte son fundamentalmente problemas de economía, solo aplicados a un sector con características específicas (De Palma et al. 2011). En términos generales, se puede decir que la filosofía de la economía considera las cuestiones de la elección racional, la evaluación de los resultados económicos y la ontología de los fenómenos económicos (Hausman, 2003). Además, la misma división propuesta por Hausman para la filosofía de la economía se puede aplicar a la filosofía de la economía del transporte: teoría de la acción, ética/filosofía política y filosofía de la ciencia.

Los modelos de transporte también merecen una reflexión metodológica. Sin embargo, las discusiones metodológicas en el campo del transporte rara vez se basan explícitamente en la filosofía de la ciencia (o la filosofía de la economía). Finalmente, las cuestiones relacionadas con el bienestar y la eficiencia son cruciales en la economía del bienestar tradicional. Las mismas preguntas son relevantes en el contexto del transporte, y existe literatura en filosofía de la economía sobre la cual construir. (Nordström, 2022)

2.5. Marco Conceptual

Dentro del desarrollo de la presente investigación se irán mencionando diversos conceptos vinculados al tema de investigación, en tal sentido se presenta a continuación sus definiciones.

Transporte: Trasladar personas o cosas de un lugar a otro, con un propósito determinado, para realizar una actividad mediante un modo.

Transporte público: Un servicio que puede ser proporcionado por automóviles privados en áreas urbanas por una tarifa.

Transporte urbano: Se define como el transporte que se desarrolla dentro de las áreas urbanas.

Sistemas de transporte: Es el conjunto de modos y medios de transporte que actúan conjuntamente para trasladar personas de un lugar a otro en un tiempo determinado.

Control de tránsito: Es una medida tomada con la finalidad de organizar, dirigir y controlar el tráfico de acuerdo con las normas establecidas.

Demanda: Es la cantidad de personas que desean movilizarse de un lugar a otro bajo una infraestructura de transporte y sus condiciones de funcionamiento.

Oferta: Es la cantidad máxima de vehículos que pueden movilizarse en un sistema de transporte para determinadas características de la infraestructura y las condiciones de funcionamiento.

Línea cordón: Es el límite del área de estudio.

Línea cortina: Es la subdivisión ficticia que sigue límites naturales o artificiales en los que existan pocos cruces para atravesarlos, como pueden ser líneas ferroviarias, ríos.

Zonificación: Se utiliza para añadir hogares individuales y edificios en porciones del territorio según criterios establecidos para la modelización del sistema de transporte.

Equipamiento urbano: Conjunto de espacios, destinados al uso público, en los que se desarrollan actividades complementarias a las del hogar y trabajo, los cuales se clasifican de la

siguiente manera: equipamiento para la educación; salud; comercio; deporte; cultura; recreación; y servicios públicos.

Matriz O-D: Es una matriz compuesta por los viajes de los residentes y visitantes de una zona urbana, que se predijo a partir de la encuesta Línea Cordón. La cual, se ajusta o calibra con el resultado de la encuesta de Línea Cortina.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de **tipo aplicada** porque se toma los datos del sistema de transporte de la realidad y posterior a su análisis se propone las rutas de transporte, de **enfoque cuantitativo y cualitativo** (mixto) debido a que pretende medir la oferta y demanda del sistema de transporte y de manera observacional en el software Arc Gis, de **alcance correlacional y descriptivo** ya que correlaciona la variable modos, motivos de transporte y zonas de transporte y de **diseño no experimental** porque se solo se realizara mediante un software.

Unidad de Análisis

Corresponde a la Población del área metropolitana de Huánuco, considerando habitantes mayores a 6 años con 83779 habitantes (INEI, CENSO 2007), sin embargo, no podemos analizar por el costo que se requeriría, además que se está realizando una investigación, se debe determinar una muestra.

En la presente investigación se calculó la población >6 años, para el área metropolitana de Huánuco, la cual contempla la zona urbana de Huánuco, que incluye los Distritos, Amarilis y Pillcomarca, por lo que se calculó la población en base a los datos que se tienen del Sistema de Información Geográfica del INEI en el cual se tiene información de la población al año 2007, la cual se procesó y proyectó la población >6 años, al año 2023, según la tasa de crecimiento que es del 0.8%, correspondiendo a 160472

3.2. Población y muestra

La población que se tiene es del distrito de Huánuco, la cual incluye el área urbana del Distrito de Huánuco, y es una población finita (de tamaño conocido, pequeño, cuyo tamaño exacto podemos conocer), calcularemos el número de muestra para el caso de muestra aleatoria simple con una población finita

Unidad de Análisis

Corresponde a la Población del área metropolitana de Huánuco, para lo cual se calculó la población >6 años, para el área metropolitana de Huánuco, la cual contempla la zona urbana de Huánuco, que incluye los Distritos, Amarilis y Pillcomarca, por lo que se calculó la población en base a los datos que se tienen del Sistema de Información Geográfica del INEI en el cual se tiene información de la población al año 2007, la cual se procesó y proyectó la población >6 años, al año 2023, según la tasa de crecimiento que es del 0.8%, teniendo una unidad de análisis de 160472 hab), sin embargo no podemos analizar por el costo que se requeriría, además que se está realizando una investigación, se debe determinar una muestra.

Población

Vamos a distinguir entre poblaciones infinitas (de tamaño muy grande, indefinido, cuyo tamaño exacto podemos desconocer) y poblaciones finitas (tamaño más reducido y que conocemos), Según Morales (2012) en el caso de poblaciones infinitas (tamaño grande, indefinido...).

Fórmulas para determinar el tamaño de la muestra:

La población que se tiene es del área metropolitana de Huánuco, la cual incluye las áreas urbanas del distrito de Huánuco, y es una población infinita (de tamaño, intermedio mayor a 100 mil habitantes), calcularemos el número de muestra para el caso de muestra aleatoria simple con una población infinita. (Morales, 2012)

En el caso de poblaciones infinitas (tamaño *grande*, más de 100 mil hab ...)

Fórmulas para determinar el tamaño de la muestra:

Para extrapolar a poblaciones muy grandes utilizamos la fórmula [a] para obtener el tamaño de la muestra. (Morales, 2012)

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2} \dots\dots\dots(a)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra que deseamos conocer,

N = tamaño conocido de la población, e, z y pq (o σ^2)

Z es el nivel de confianza;

p es la variabilidad positiva;

q es la variabilidad negativa;

e es el error muestral.

En general:

1° Es suficiente un nivel de confianza de $\alpha = .05$ (que equivale a $z = 1.96$); es la práctica habitual,

2° El margen de error no debe ser superior a .05 (5%) para que los resultados sean realmente informativos y útiles.

pq = Varianza de la población=0.25

La varianza en los ítems dicotómicos (dos respuestas que se excluyen mutuamente) es igual a pq y la varianza mayor (la mayor diversidad de respuestas) se da cuando $p = q = .50$ (la mitad de los sujetos responde sí y la otra mitad responde no) por lo que en esta fórmula pq es siempre igual a $(.50)(.50) = .25$ (es una constante). (Morales, 2012)

En la fórmula a:

$$Z=1.96$$

$$p,q=0.25$$

$$e= 0.05$$

$$N=160472 \text{ hab}$$

$$N=389$$

Encuestas de Interceptación

La ciudad de Huánuco es una ciudad de tamaño mediano, alargada y dispersa, con baja densidad poblacional, dividida en 32 zonas de tránsito.

La Figura 9 muestra la zonificación del área urbana de la ciudad de Huánuco, conformada por 32 zonas de tránsito.

La población mayor de 6 años se estimó para el área metropolitana de Huánuco, abarcando el área urbana de Huánuco, incluyendo los distritos de Amarilis y Pillcomarca. Las estimaciones de población se basaron en los datos disponibles del Sistema de Información Geográfica del INEI para el año 2007. Estos datos fueron procesados y proyectados para la población mayor de 6 años para el año 2023, considerando una tasa de crecimiento del 0.8%.

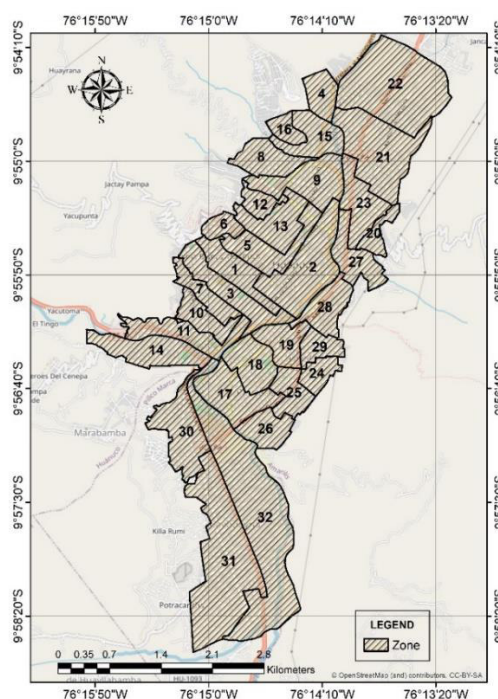
Esta zonificación se ha realizado con base en los usos de suelo existentes (residencial, comercial, agrícola, industrial) y la densidad poblacional existente, según el INEI, la cual se detalla por manzana como se puede observar en la siguiente figura.

La ciudad de Huánuco es una ciudad intermedia de forma alargada y dispersa, además de tener poca densidad poblacional, la zonificación se compone por 32 zonas de tráfico.

En la Figura 9, se puede apreciar la zonificación del área urbana de la Ciudad de Huánuco, la cual se compone de 32 zonas de tráfico.

Figura 9

Mapa de Zonificación Urbana en el distrito de Huánuco.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Se calculó la población >6 años, para el área metropolitana de Huánuco, la cual contempla la zona urbana de Huánuco, que incluye los Distritos, Amarilis y Pillcomarca, por lo que se calculó la población en base a los datos que se tienen del Sistema de Información

Geográfica del INEI en el cual se tiene información de la población al año 2007, la cual se procesó y proyectó la población >6 años, al año 2023, según la tasa de crecimiento que es del 0.8%.

La población fue calculada por manzanas al año 2023, trabajando con la población > 6 años, y delimitadas según zonificación de tránsito (Ver Tabla 4) del área urbana de la Ciudad de Huánuco, como se puede visualizar en la Tabla 4.

Tabla 4

Numero de encuestas por Zona.

ZONA	POBLACIÓN	% POBLACIÓN	Nº ENCUESTAS O-D
Z-1	8082	5.0%	9
Z-2	9043	5.6%	25
Z-3	5785	3.6%	13
Z-4	646	0.4%	2
Z-5	7266	4.5%	36
Z-6	1927	1.2%	8
Z-7	5738	3.6%	13
Z-8	2362	1.5%	10
Z-9	8870	5.5%	9
Z-10	6349	4.0%	6
Z-11	4320	2.7%	4
Z-12	2938	1.8%	6
Z-13	8879	5.5%	18
Z-14	2088	1.3%	5
Z-15	2641	1.6%	10
Z-16	982	0.6%	3
Z-17	8333	5.2%	20
Z-18	7105	4.4%	16
Z-19	6569	4.1%	23
Z-20	2227	1.4%	5
Z-21	3712	2.3%	9
Z-22	3288	2.0%	8
Z-23	4351	2.7%	11
Z-24	3783	2.4%	9
Z-25	6345	4.0%	15
Z-26	6621	4.1%	17
Z-27	2361	1.5%	6
Z-28	3642	2.3%	9

Z-29	4491	2.8%	13
Z-30	5333	3.3%	10
Z-31	8054	5.0%	21
Z-32	6341	4.0%	20
TOTAL =	153197.806	100.0%	389

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Las Encuestas de Preferencia de Viaje se realizaron en las zonas de tránsito ubicadas dentro del área metropolitana de Huánuco, con base en el tamaño de muestra calculado.

Las encuestas de preferencia de viaje se llevaron a cabo interceptando a individuos que residían en cada zona de estudio, con el objetivo de recopilar información detallada sobre los modos de transporte, orígenes y destinos de sus viajes, junto con datos socioeconómicos proporcionados por los residentes de un área urbana. Esta encuesta sirve como insumo para la creación de la matriz de Origen y Destino, en relación con las zonas de tránsito generadas y el conteo poblacional en cada una, con 389 encuestas distribuidas según la densidad poblacional por zonas de tránsito.

Luego de la recolección de datos, para fines de procesamiento, la investigación contó con el apoyo de programas como EXCEL, MAP SOURCE, GOOGLE EARTH y ARC GIS.

Población de vehículos

Se determinará la cantidad de vehículos, así como su ocupación en el sistema de transporte urbano actual, según lo siguiente:

a) Aforos de Flujos Vehiculares (Línea Cortina).

La línea cortina es la subdivisión ficticia que sigue límites naturales o artificiales en los que existan pocos cruces para atravesarlos, como pueden ser un río o una línea ferroviaria.

Se realizarán aforos vehiculares de transporte público y privado, en puentes de ingreso y salida de la ciudad.

Los 09 puentes identificados como línea cortina son:

Tabla 5

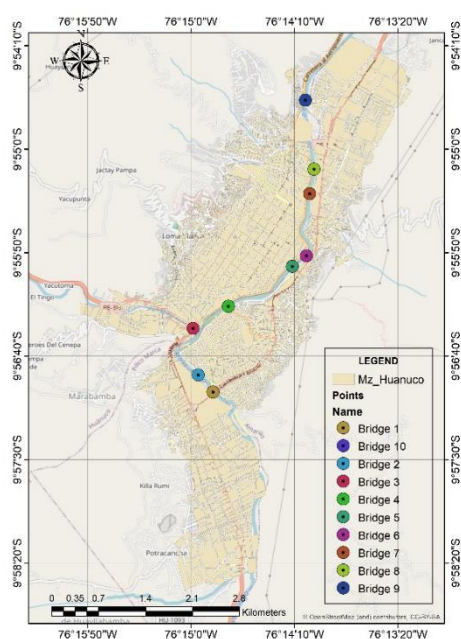
Puentes de línea cortina.

PUNTES	NOMBRE DEL PUENTE
PUENTE 1	PUENTE HUALLAGA
PUENTE 2	PUENTE CAYHUAYNITA
PUENTE 3	PUENTE TINGO
PUENTE 4	PUENTE SAN SEBASTIAN
PUENTE 5	PUENTE BURGOS
PUENTE 6	PUENTE PAVLETICH
PUENTE 7	PUENTE JOAQUIN GARAY
PUENTE 8	PUENTE DANIEL ALOMIA ROBLES
PUENTE 9	PUENTE COLPA BAJA

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Figura 10

Ubicación de Puentes.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Los aforos de flujos vehiculares en línea cortina, se realizarán en los límites naturales dentro del área metropolitana de Huánuco, los cuales se tomaron en los ríos, los cuales se realizan con la finalidad de conocer el número de vehículos o pasajeros que circulan por un punto dado, los aforos de flujos vehiculares en línea cortina se utilizan para calibrar la matriz origen y destino (OD).

b) Formatos de Aforos de Ocupación Vehicular (Línea Cortina).

La línea cortina es la subdivisión ficticia que sigue límites naturales o artificiales en los que existan pocos cruces para atravesarlos, como pueden ser un río o una línea ferroviaria.

Se realizarán aforos de ocupación vehicular, en la cual se considerará el porcentaje de pasajeros en cada unidad de transporte público y privado en 09 puentes, los cuales estarán ubicadas en el área de estudio de la presente tesis y son los puentes donde se tomaros los aforos vehiculares.

Los aforos de ocupación vehicular en línea cortina, se realizarán en los límites naturales dentro del área metropolitana de Huánuco, los cuales se realizan con la finalidad de conocer el número de vehículos o pasajeros que circulan por un punto dado, los aforos de ocupación visual en línea cortina se utilizan para calibrar la matriz origen y destino (OD).

c) Formatos de Encuesta de Preferencia de Viajes.

Se realizarán encuestas de Preferencia de Viajes en zonas de tránsito, las cuales se encuentran dentro el área metropolitana de Huánuco, según el número de muestras calculadas.

Las encuestas de preferencia de viajes, se realizarán interceptando personas que habitan en cada zona de estudio, los cuales se realizan con la finalidad de obtener información detallada sobre los modos de transporte, el origen y destino de sus viajes, información socio económica,

que realizan los habitantes de una zona urbana. Esta encuesta es un insumo para la creación de la matriz Origen-Destino.

Población de Infraestructura vial.

La data de infraestructura vial será recopilada mediante inventario vial, en las vías a proponer como diseño y trazo.

Definición de Variables.

Variable Dependiente: Mejoramiento del flujo vehicular urbano.

Indicadores:

- Tiempos de Viaje.
- Tipos de Modos de Transporte.
- Nro. de Rutas de transporte.
- Horarios de Viaje

Variable independiente: Sistema de Transporte Urbano.

Indicadores:

- Infraestructura de transporte.
- Cantidad de vehículos por modo de transporte existentes
- Cantidad de pasajeros.

3.3. Operacionalización de Variables.

Tabla 6

Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTE:					
Y1: Mejoramiento del flujo vehicular urbano	Son acciones que se implementan con la finalidad de mejorar la calidad de servicio del transporte urbano en base a un diagnóstico del funcionamiento del flujo vehicular.	Rutas de transporte urbano masivo	- Tiempos de Viaje.	Segundos	Encuestas
		Horas pico	- Tipos de Modos de Transporte.	Tipo	Encuestas
			- No de Ruta de transporte.	Unidad	Encuestas
INDEPENDIENTE S:					
X1: Sistema de Transporte Urbano	Son un conjunto de elementos integrados por la capacidad de las vías, calidad de infraestructura existente y la cantidad de individuos que requieren de hacer uso del sistema de transporte.	Oferta de transporte urbano	-Infraestructura de transporte.	ml, unidad	Inventario vial.
		Demanda vehicular	-Cantidad de vehículos por modo de transporte existentes	Unidad	Aforos vehiculares y ocupación de vehículos
			-Cantidad de pasajeros	Unidad	Aforos de ocupación vehicular

Nota: La tabla es de elaboración propia.

3.4. Instrumentos.

Para el presente trabajo de investigación se usaron las siguientes herramientas:

- Computadora.
- GPS.
- Cámara.
- Winchas.
- Formatos de encuesta.

3.5. Procedimientos.

Para el diseño de la propuesta del sistema de transporte del flujo vehicular urbano en Huánuco, se inició con la generación de una matriz de Origen y destino, extraída de la encuesta de preferencias de viajes, a la cual se le calibró con los aforos vehiculares, los aforos de ocupación visual, que se ingresó al programa Arc Gis sobre la zonificación de transporte realizada previamente, en la que se analizaron los datos, se cuantifica y se diseña las rutas de la propuesta del sistema de Transporte.

La investigación, se estructuró en cuatro etapas: (1) Recolección de datos sobre la red vial de transporte público y privado, (2) Importación y creación de la red vial del transporte en el área urbana del distrito de Huánuco, (3) Zonificación y conectividad del área de estudio, (4) Creación de la matriz O/D de transporte público, apoyados de herramientas digitales (Arc Gis, Autocad, Excel).

En el procesamiento de los datos recolectados de la encuesta de preferencia de viajes, se aplica el programa estadístico Microsoft Excel donde se ejecutó y procedió a realizar el análisis estadístico.

Se realizaron Aforos vehiculares, así como de ocupación visual en línea Cortina, Encuestas de interceptación, ello con la finalidad de generar una Matriz de Origen y destino, así como su calibración.

3.6. Análisis de Datos.

Para diseñar una propuesta de mejoramiento del sistema de transporte urbano en el distrito de Huánuco, se considerará como unidad de análisis los modos de transporte existente, rutas de acceso, tipo de vía y estado de conservación de las vías de acceso existentes del área urbana del distrito de Huánuco.

Para el procesamiento de las encuestas se ha usará el Software Microsoft Office EXCEL, MINITAB.

Para la zonificación se apoyará en los programas Map Source, Google Earth y Arc Gis.

3.7. Consideraciones Éticas.

Los aspectos éticos son los siguientes:

a) El trabajo de investigación cumplirá con el esquema de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

b) El objetivo fundamental de la investigación es el desarrollar nuevos conocimientos, y a la vez ayudar a formular propuestas en mejora de la calidad del sistema de transporte urbano en la ciudad de Huánuco, que puedan servir como base para aplicar a otras ciudades de similares características.

c) La tesis es auténtica por parte de quien la presenta.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de Encuestas de Interceptación.

Para medir la fiabilidad de las encuestas realizadas, se realizó el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, del cual, los resultados se muestran a continuación.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i}{S_t} \right)$$

K: número de ítems
 S_i : varianza de cada ítem
 S_t : varianza de la suma de todos los ítems

Sumatoria de varianzas=20.55

Varianza de la suma de los ítems=44.24

Número de ítems del instrumento=8

$$\alpha = 0.6118$$

Rangos del Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Consistencia Interna
$\alpha \geq 0,9$	Excelente
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	Buena
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Aceptable
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cuestionable
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Pobre
$\alpha < 0,5$	Inaceptable

gpiresearch.com

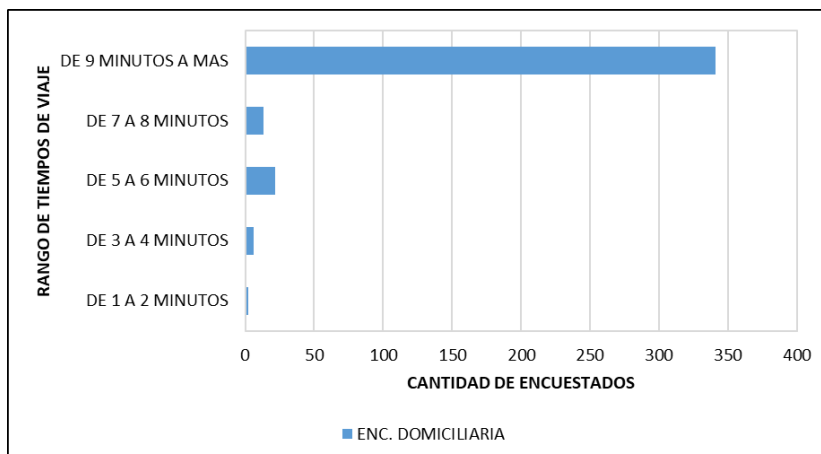
Encontrándose el coeficiente en el rango de cuestionable, debido a que las preguntas no tuvieron un mismo número de alternativas, y ello se debe a que fueron datos socioeconómicos, tipos de transporte usado, preferencias de transporte, y la variación de estas respuestas.

De las encuestas realizadas a 389 personas, en interceptación según zonas de tránsito, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los tiempos de viaje de los encuestados son en su mayoría mayores a 9 minutos, ello considerando la poca extensión y cortos viajes que se realizan en Huánuco, como se puede ver en la figura 11.

Figura 11

Tiempos de viaje.

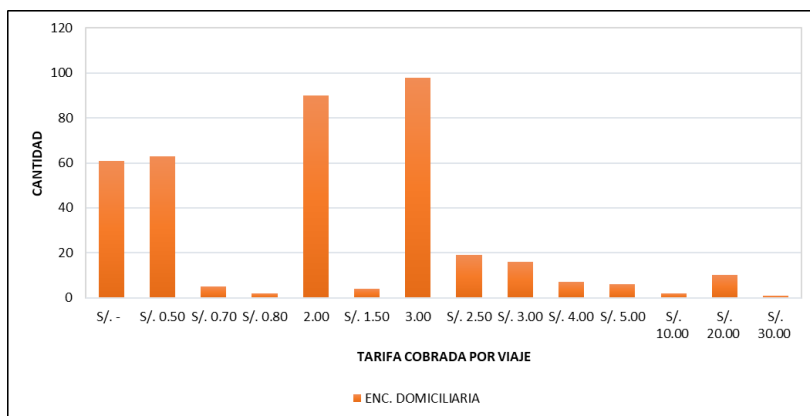


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En cuanto a tarifas de viaje, los encuestados indicaron que pagan en promedio 3 soles, que es la tarifa zonal de uso de mototaxi y 2 soles para auto colectivo, como se puede ver en la figura 12.

Figura 12

Tarifa de viaje.

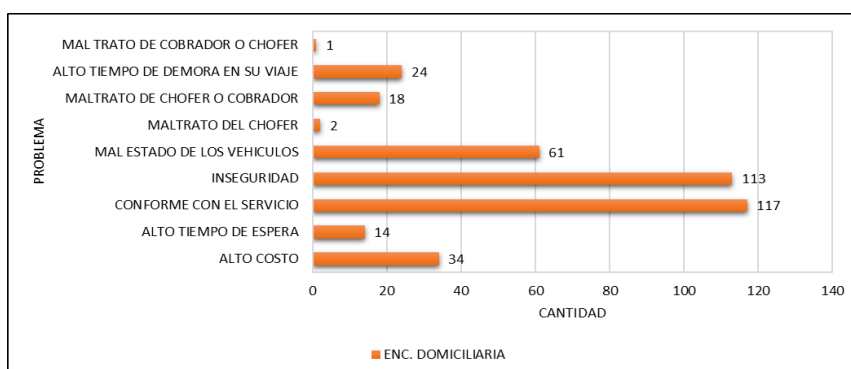


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Sobre la problemática del servicio de transporte público, los encuestados indican que el 30% está conforme con el servicio, los demás indican que perciben una de las problemáticas como son inseguridad en mayor incidencia, seguido del mal estado de los vehículos, como se puede ver en la figura 13.

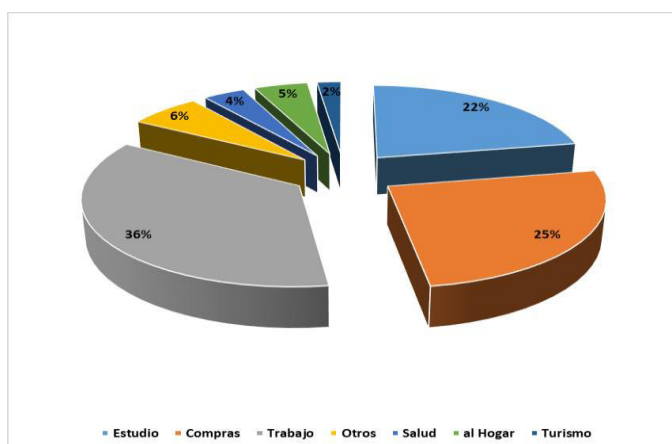
Figura 13

Problemática del servicio de transporte público.



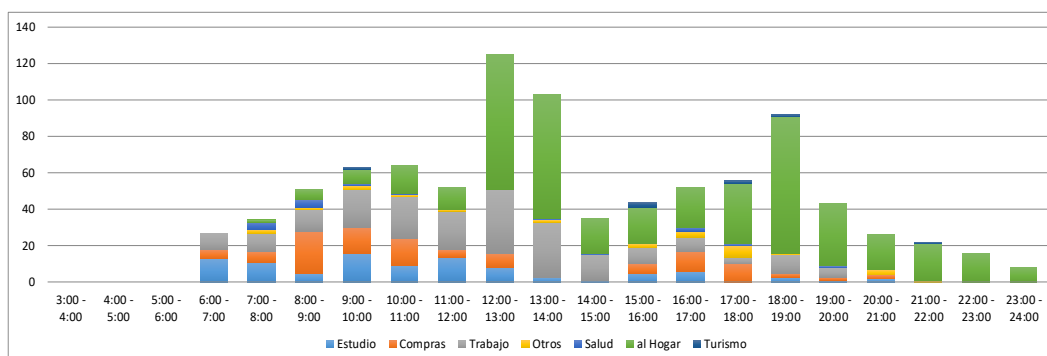
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Los motivos de viaje con mayor frecuencia en la ciudad de Huánuco, es el de retorno al Trabajo con 36%, por Compras 25%, Estudio 22%, como se puede visualizar en la figura 14.

Figura 14*Motivo de viajes.*

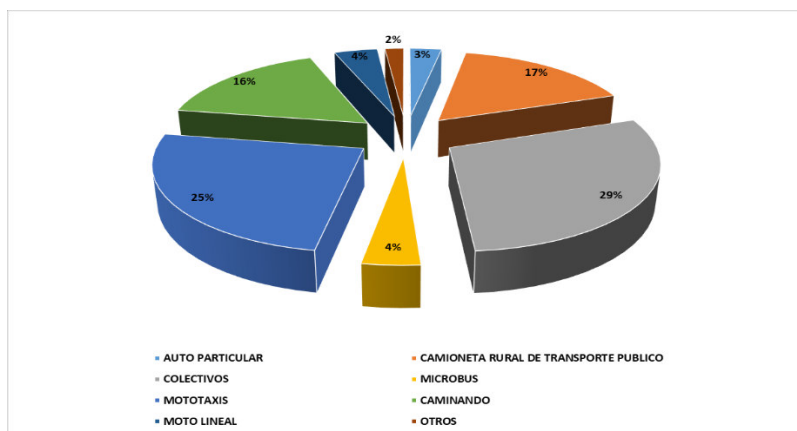
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Los viajes se concentran en hora punta en la ciudad de Huánuco entre las 12:15-1:15pm, ello debido a que las personas retornan al hogar para almorzar, ya que los viajes son cortos, como se observa en la figura 15.

Figura 15*Distribución horaria según motive de viaje*

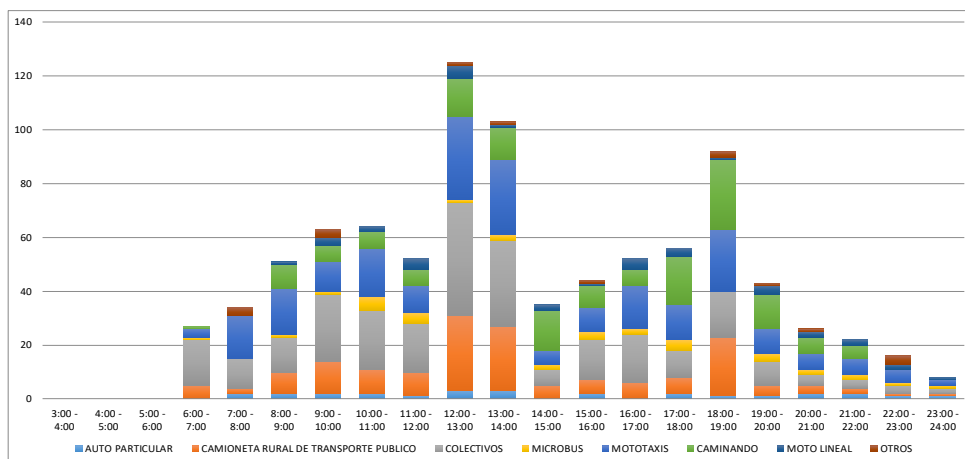
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Dentro de los modos de Transporte más usados en Huánuco, tenemos el Auto Colectivo con 29%, seguido por Mototaxis con 25%, Camioneta rural de transporte público 17%, microbús 4%, como se ve en la Figura 16:

Figura 16*Modo de transporte usado*

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Como modo de Transporte usado en hora punta de 12:15 a 1:15 pm se tiene el auto colectivo, seguido por Camioneta Rural de Transporte público, Mototaxi y caminata, como se aprecia en la Figura 17.

Figura 17*Distribución horaria según modos de transporte usados.*

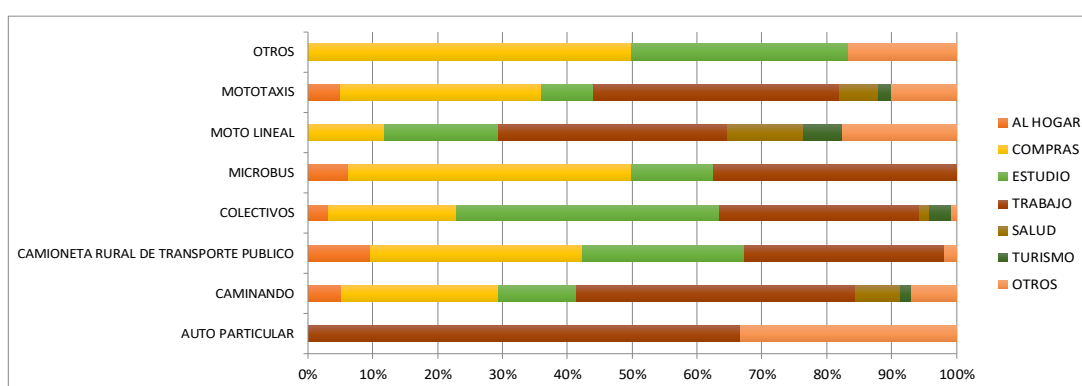
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Como modos de Transporte según motivos de viaje, en caso de auto colectivo que representa la mayor cantidad de viajes, los usuarios se movilizan por Estudio, seguido de

Trabajo, Compras, La camioneta rural de Transporte público desplaza a los usuarios con motivo de Compras, seguido de Trabajo y Estudio, El mototaxi moviliza a los usuarios por motivos de Trabajo y Compras en mayor porcentaje, Por modo caminata se desplazan los usuarios por motivos de Trabajo, seguido de Compras y Estudio, como se puede visualizar en la figura 18.

Figura 18

Modo de transporte según motivo de viajes.

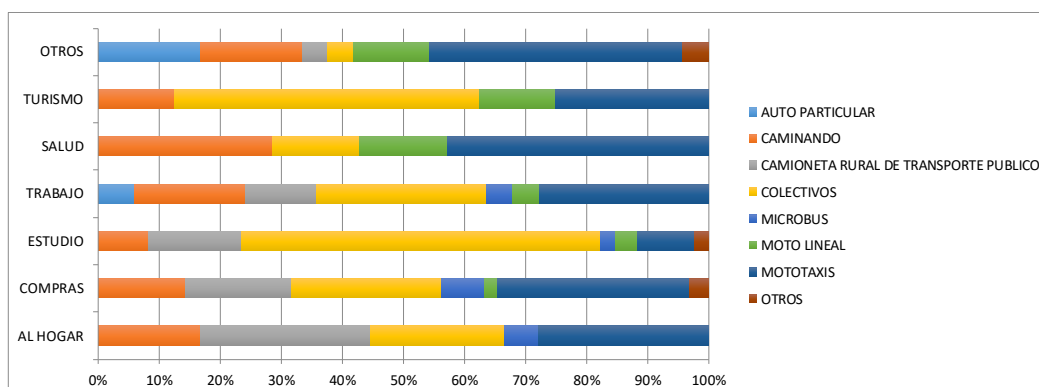


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Según motivos de viaje entre los más incidentes al hogar, se desplazan en mayor porcentaje con Camioneta rural de transporte público(Combi), seguido de Microbús, Colectivos; Por motivo de Trabajo se movilizan con Microbús, seguido de colectivos, Caminata; Por estudio, se desplazan con Colectivos en mayor porcentaje, seguido de Combis, Microbús y caminata; Por compras, se trasladan con Mototaxis en mayor incidencia, seguido de Colectivos, combis y caminata, como se observa en la figura 19.

Figura 19

Motivo de viaje según modo de Transporte usado.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Del procesamiento de datos de la encuesta, enlazando con zonas de tránsito con la finalidad de llegar a identificar los orígenes y destinos de los viajes, así como la expansión de la población, y datos socioeconómicos, se generó la matriz origen y destino como se visualiza en la Tabla 7, ello para poder graficar líneas de deseos de viaje.

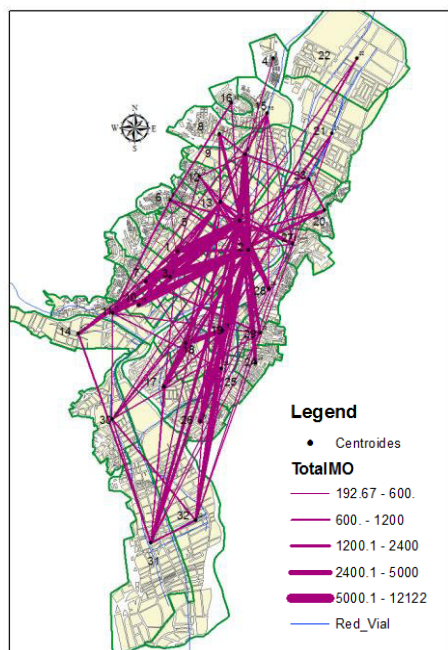
Tabla 7

Matriz de Origen y Destino

tiene gran concentración ya que no se cuenta con zonas comerciales, solo la Universidad nacional Hermilio Valdizán, que representa poca cantidad de viajes ubicado en la zona 3.

Figura 20

Líneas de Deseos de viajes totales

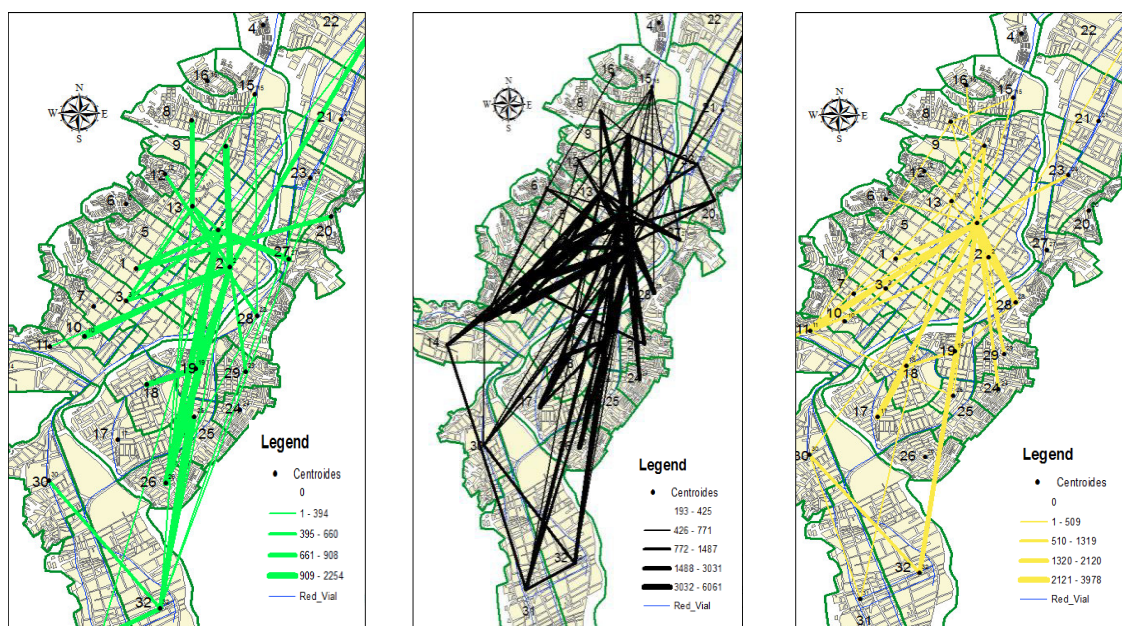


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En la Figura 21, se puede observar los mapas de líneas de deseo de viajes por motivos de estudio, al hogar, compras, obtenidas de las encuestas de interceptación realizadas en el área metropolitana de Huánuco, de las cuales se puede identificar que, estudios hay concentración de viajes en la zona 30 donde se ubica la Universidad nacional Hermilio Valdizán, y en la zona 2 donde se ubica la Universidad de Huánuco, también se concentran los colegios emblemáticos en Huánuco; del mapa por motivos de hogar, vemos que es disperse pero la mayor concentración se encuentra en la zona 2, 7, 10, 17, 18, 19, 3, 31, 32, las zonas donde hay mayor densidad de población; en el mapa de viajes por motive de compras, se concentra en la zona 2, 5, 12, 9, 13, 8, donde se cuentan con centros comerciales, y los mercados en Huánuco.

Figura 21

Líneas de Deseos de viajes por motivos de estudio, hogar y compras



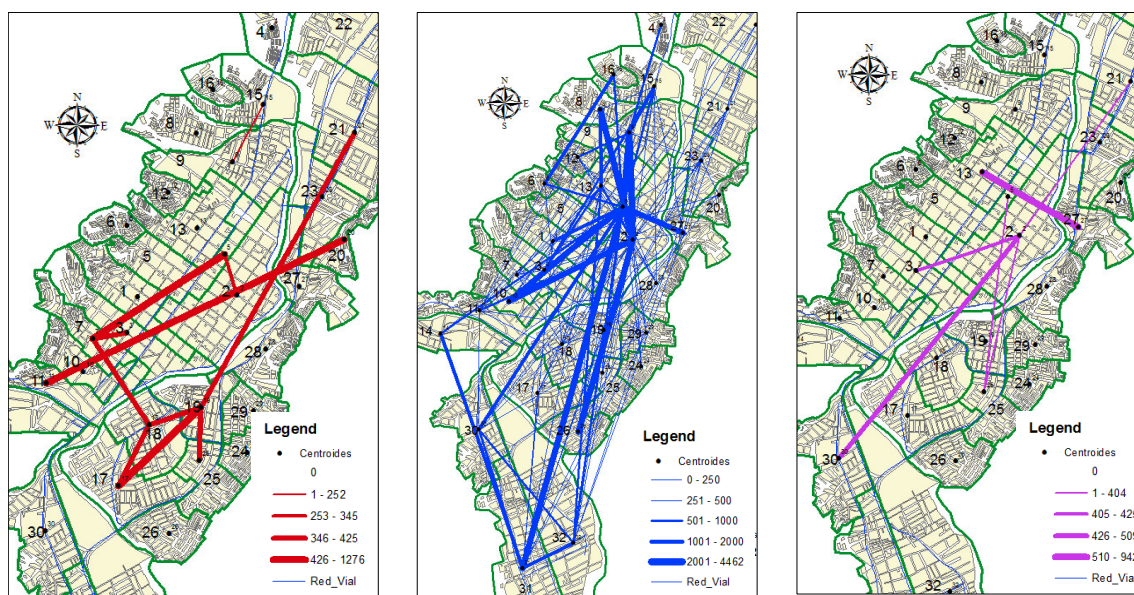
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Figura 21: En la A, se muestra las líneas de Deseos de viajes por motivo de estudio, En la B, se aprecia líneas de deseo de viaje con motivos de ir al hogar, En la C, se muestra las líneas de Deseos de viajes por motivo de compras.

En la Figura 22, se puede observar los mapas de líneas de deseo de viajes por motivos de salud, trabajo, turismo, obtenidas de las encuestas de interceptación realizadas en el área metropolitana de Huánuco, de las cuales se puede identificar que, por salud se cuentan con viajes en la zona 2 donde se encuentra el hospital regional, la zona 10 donde se encuentra ubicado el metropolitana, la zona 18, 19 donde se encuentran el Essalud y el C.S. Showing, la zona 21 donde se encuentra el Perú corea; del mapa por motivos de trabajo, se aprecia que hay concentración en la zona 2 y alrededores en el centro de Huánuco, donde se encuentran las sedes de las diferentes instituciones; en el mapa de viajes por motive de turismo, se observa que los viajes se realizan a la zona 2 donde se encuentra la plaza de armas, las Iglesias principales y más antiguas.

Figura 22

Líneas de Deseos de viajes por motivos de salud, trabajo y turismo



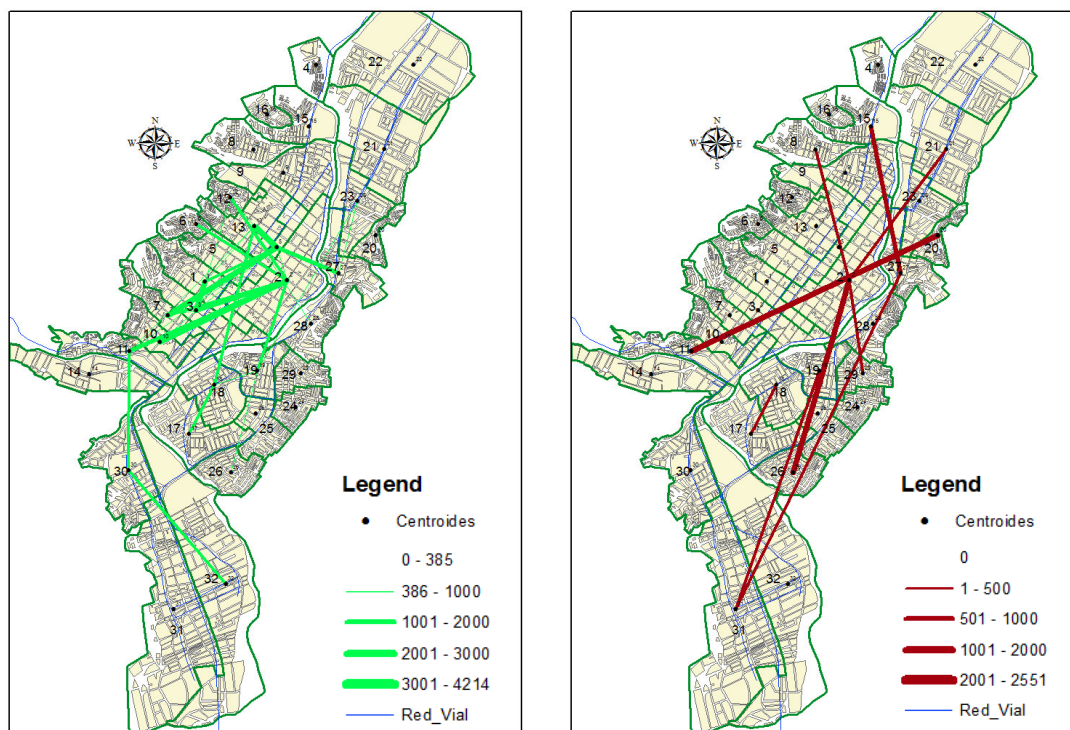
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Figura 22: En la A, se muestra las líneas de Deseos de viajes por motivo de salud, En la B, se aprecia líneas de deseo de viaje con motivos de ir al Trabajo, En la C, se muestra las líneas de Deseos de viajes por motivo de Turismo.

En la Figura 23, se puede observar los mapas de líneas de deseo de viajes por modos de transporte, modo caminata, moto lineal, obtenidas de las encuestas de interceptación realizadas en el área metropolitana de Huánuco, de las cuales se puede identificar que, con caminata los peatones se desplazan en su mayoría en el centro de Huánuco, que son viajes cortos; del mapa de viajes en moto lineal, apreciamos que se cuentan con viajes en su mayoría a zonas con distancias considerable, concentrándose en el centro de Huánuco.

Figura 23

Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje caminata, moto lineal.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

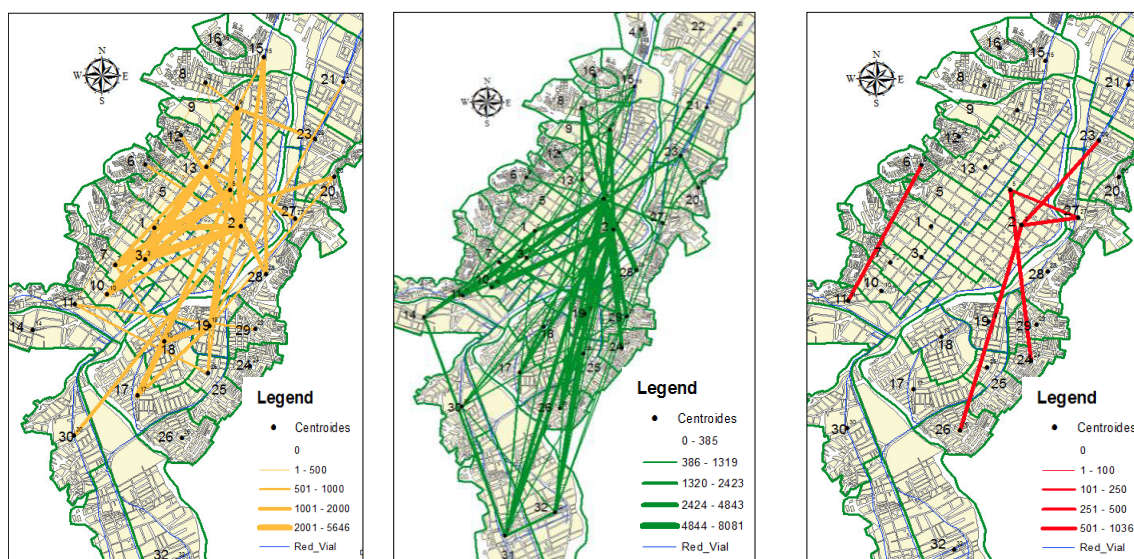
Figura 23: En la A, se muestra las líneas de Deseos de viajes con modo caminando, En la B, se aprecia líneas de deseo de viaje con modo de moto lineal.

En la Figura 24, se puede observar los mapas de líneas de deseo de viajes por modos de transporte, modo mototaxi, transporte público, auto particular, obtenidas de las encuestas de interceptación realizadas en el área metropolitana de Huánuco, de las cuales se puede identificar que, en mototaxi, los usuarios se desplazan en viajes de distancias medianas, teniéndose costos de pasaje entre S/3.00 a S/4.00, entre Huánuco a amarilis en su mayor porcentaje; en modo de transporte público existe mayor preferencia, se puede observar que los viajes se realizan de Huánuco a amarilis, y pillcomarca, ello a que los costos de pasaje fluctuante entre S/1.00 y S/1.50, en modo auto particular hay muy pocos usuarios

desplazándose estos al centro de Huánuco en la zona 2, donde se encuentran los establecimientos públicos y privados (bancos, Poder judicial Hospital).

Figura 24

Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje caminata, moto lineal.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

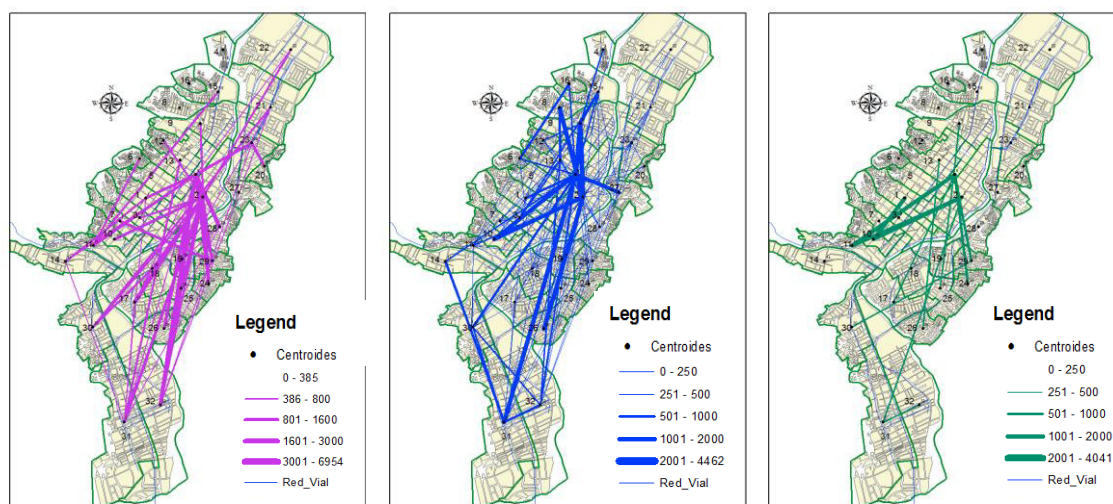
En la Figura 24, en la A, se muestra las líneas de Deseos de viajes con modo Mototaxi, En la B, se aprecia líneas de deseo de viaje con modo de Transporte Público, En la C, se muestra las líneas de Deseos de viajes con modo auto particular.

En la Figura 25, se puede observar los mapas de líneas de deseo de viajes por modos de transporte, modo auto colectivo, camioneta rural de transporte público (combi), microbús, obtenidas de las encuestas de interceptación realizadas en el área metropolitana de Huánuco, de las cuales se puede identificar que, en auto colectivo se desplazan entre distritos en su mayor porcentaje, de Huánuco a amarilis, y a pillcomarca, teniéndose costos de pasaje S/2.00; en modo de camioneta rural de transporte público (combi), se desplazan en su mayoría entre Huánuco a las moras, y a pillcomarca, los costos de pasaje fluctúan entre

S/1.00 y S/1.50, en microbús se cuentan con viajes de Huánuco a Amarilis, los cuales cubren esa ruta hasta llegar a Yanag.

Figura 25

Líneas de Deseos de viajes por modo de viaje colectivos, camioneta rural de Transporte público (combis), Microbús.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En la figura 25, en la A, se aprecia líneas de deseo de viaje con modo de colectivo; En la B, se muestra las líneas de Deseos de viajes con modo Camioneta Rural de Transporte Público(Combis); En la C, se aprecia líneas de deseo de viaje con modo de Microbús.

4.2. Resultados de Aforos vehiculares y ocupación visual.

4.2.1. Aforos vehiculares:

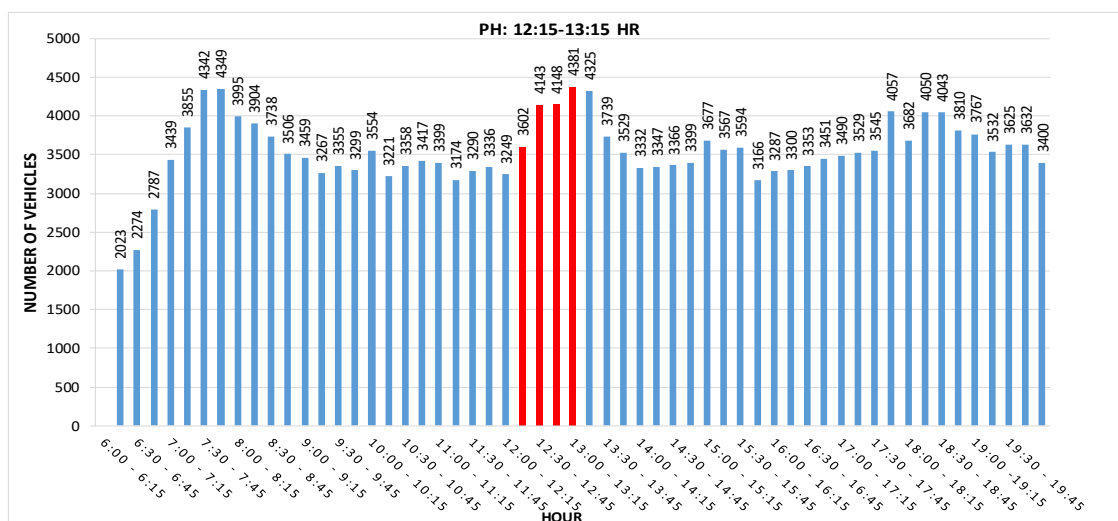
De los aforos vehiculares se ha obtenido que la hora punta en el distrito de Huánuco es de 12:15-1:15pm con 16997 vehículos mixtos.

En la figura número 26, se aprecia la variación del flujo vehicular en Huánuco, pudiéndose identificar que tenemos la hora punta a medio día, ello debido a que los

habitantes en Huánuco, regresan a sus domicilios a almorzar, asimismo se puede apreciar la hora punta el intervalo de 12:15-13:15 hr.

Figura 26

Histograma de Hora punta.

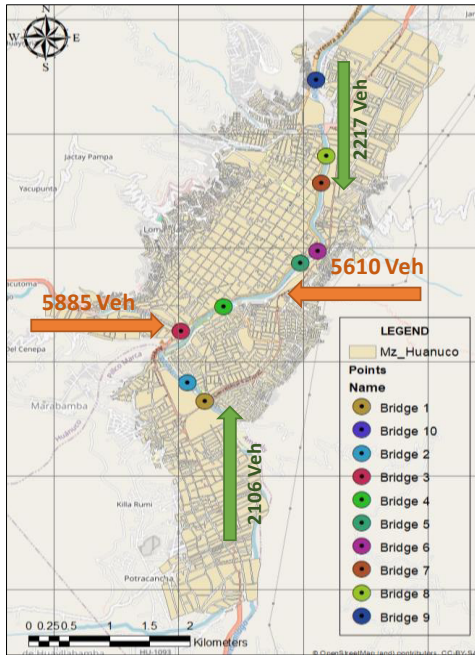


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

La cantidad de vehículos pasantes por sentido en hora punta, en el distrito de Huánuco, se puede visualizar en la siguiente figura, en la cual se visualiza que el movimiento en Huánuco en su mayor porcentaje es en el sentido Oeste-Este con 5885 vehículos mixtos y el sentido Este-Oeste con 5610 vehículos, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 27

Movimiento de Vehículos mixtos por sentido en hora punta del distrito de Huánuco.

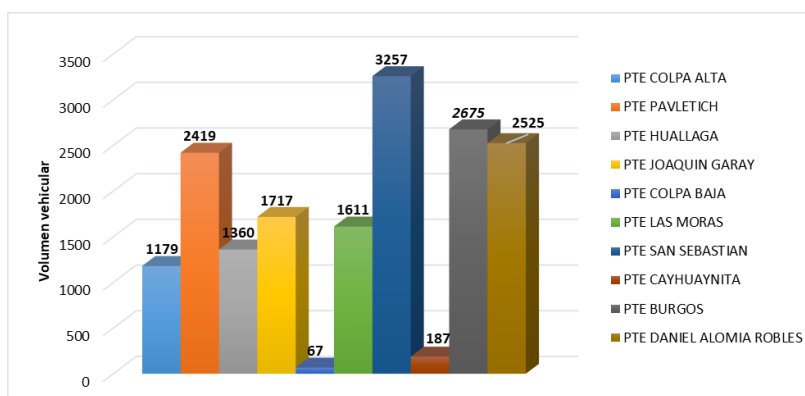


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

El puente que mayor volumen vehicular pasante tiene es el Puente San Sebastián con un 19.16% del total de vehículos, a nivel de todos los puentes en hora punta.

Figura 28

Movimiento de Vehículos mixtos por puente aforado en hora punta del distrito de Huánuco.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En la tabla 8 y la figura 29, se observa que el tipo de vehículo que se desplaza en Huánuco en mayor porcentaje es el mototaxi con 38%, seguido de moto lineal 21%, auto colectivo 18% y auto particular 11%, microbús 9%, colectivo 18% y auto particular 11%, microbús 9%.

Tabla 8

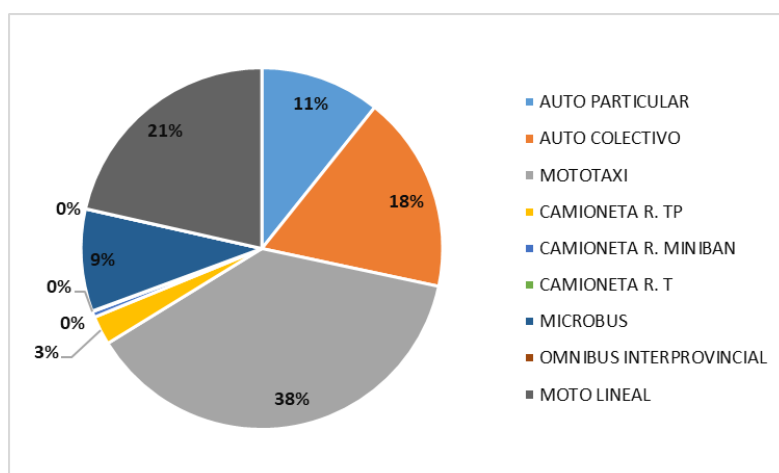
Distribución de tipos de vehículos por sentido en el distrito de Huánuco.

TIPO DE VEHICULO	SUR-NORTE	NORTE-SUR	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	TOTAL
AUTO PARTICULAR	309	216	908	500	1933
AUTO COLECTIVO	431	329	1091	1323	3174
MOTOTAXI	1111	1166	2347	2197	6821
CAMIONETA R. TP	200	166	15	86	467
CAMIONETA R. MINIBAN	2	12	49	28	91
CAMIONETA R. T	1	3	1	6	11
MICROBUS	0	15	933	700	1648
OMNIBUS INTERPROVINCIAL	0	1	0	1	2
MOTO LINEAL	767	550	1272	1277	3866

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Figura 29

Movimiento por tipo de vehículos en hora punta del distrito de Huánuco.



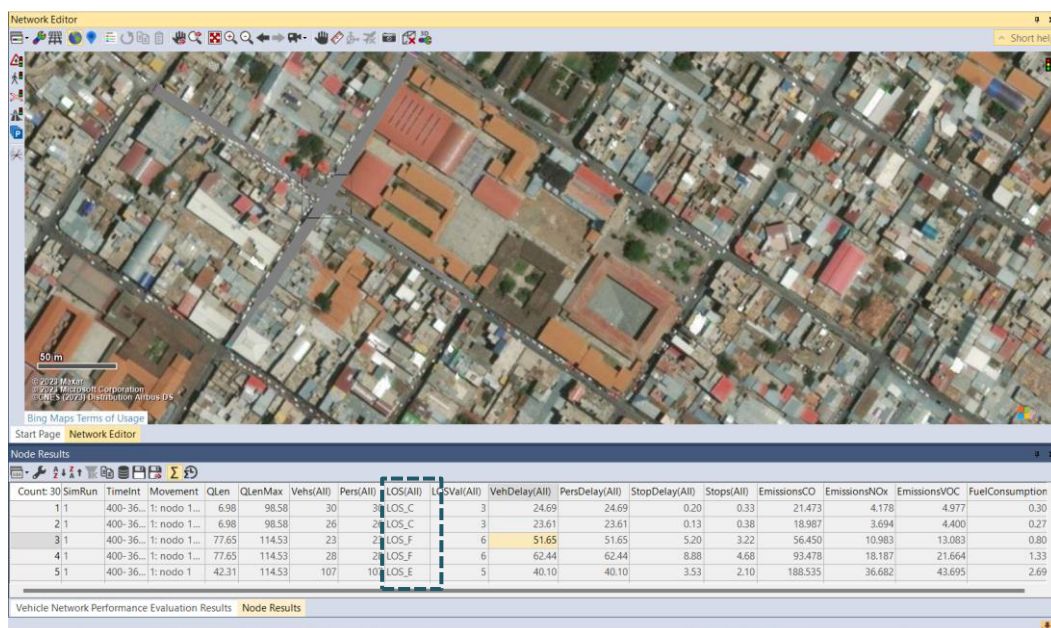
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para identificar los niveles de congestión en los lugares de mayor concentración de viajes, se realizó una modelación del estado actual de la operación de las vías, la cual se muestra a continuación, a fin de identificar las condiciones del tránsito.

Los resultados del modelado, como se visualiza en la Figura 30, indican que la intersección cuenta con una vía de servicio E en hora pico, lo que describe una intersección saturada, generando pérdida de tiempos de viaje, así como contaminación ambiental (Díaz, 2022). Este cruce se ubica alrededor del Mercado Modelo Huánuco.

Figura 30

Modelación de tránsito en la intersección del Jr. General Prado con Leoncio Prado.

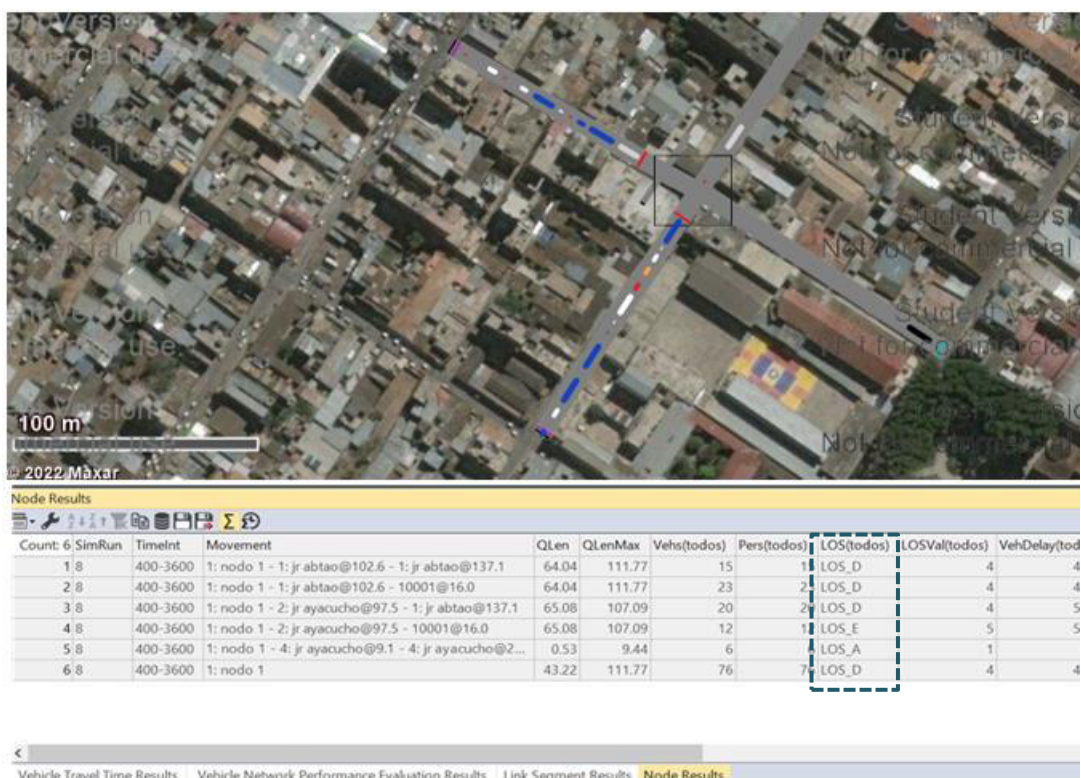


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Los resultados del modelado, como se visualiza en la Figura 31, muestran que la intersección tiene un nivel de servicio D en hora pico, lo que describe una intersección saturada, generando pérdida de tiempos de viaje, así como contaminación ambiental. A diferencia de lo dicho por Pacheco et al. 2023, esta intersección se ubica alrededor del Mercado Modelo y los principales centros comerciales de la ciudad de Huánuco.

Figura 31

Modelación de tránsito en la intersección del Jr. Ayacucho con Abtao.

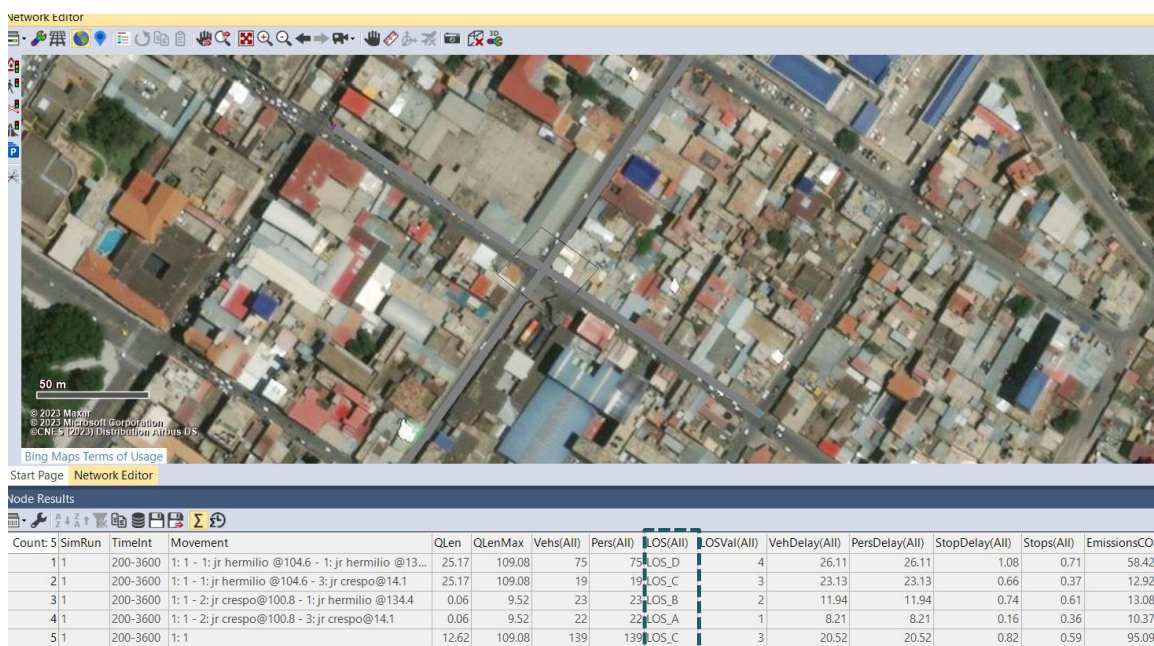


Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Los resultados del modelado, como se visualiza en la Figura 32, muestran que la intersección tiene un nivel de servicio D en hora pico, lo que describe una intersección saturada, generando pérdida de tiempos de viaje, así como, contaminación ambiental (Pacheco et al., 2023). Esta intersección es paralela a la plaza principal; sin embargo, no presenta tanto tránsito de vehículos y peatones como en el Mercado, lo que contrasta con el resultado.

Figura 32

Modelación de tránsito en la Intersección de Jr. Crespo Castillo con Hermilio Valdizán



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Se muestra que en las dos intersecciones ubicadas en la zona de tránsito 2, donde se ubica el Mercado y colindantes con la plaza principal, existe un nivel de servicio E y D que demuestra que las vías han excedido su capacidad. En el Jirón Crespo Castillo con Valdizán, que es una cuadra que se encuentra a 1 cuadra de la plaza principal pero no en el centro de los comercios e instituciones financieras como las comerciales, el nivel de servicio es C en el nodo que indica que está alcanzando el límite de capacidad en esta vía.

4.2.2. Resultados de Ocupación visual

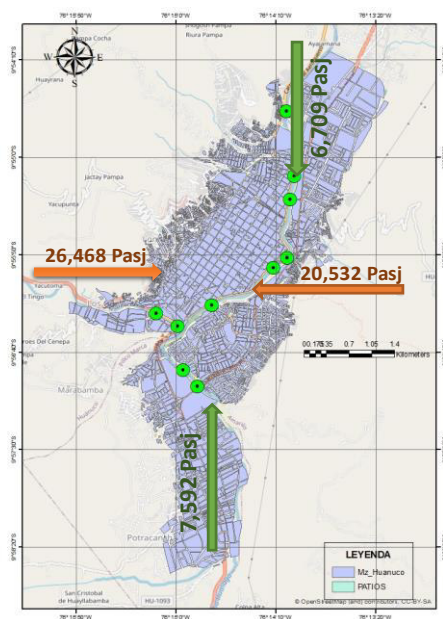
De los resultados de aforos de ocupación visual en hora punta se obtuvieron los siguientes resultados:

En hora punta, los pasajeros que se movilizan con los vehículos existentes en el distrito de Huánuco, se visualiza en la siguiente figura, que en su mayor incidencia con 26

468 pasajeros en sentido Oeste-Este y en el sentido Este-Oeste 20 532 pasajeros, como se puede ver en la figura 33:

Figura 33

Movimiento de pasajeros por sentido en hora punta del distrito de Huánuco.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En la tabla 9 y figura 34, se identifica que el tipo de vehículo que traslada mayor cantidad de pasajeros es el microbús con 31%, seguido del mototaxi con 25%, auto colectivo 16% y Moto lineal 10%.

Tabla 9

Distribución pasajeros por tipos de vehículos por sentido en el distrito de Huánuco.

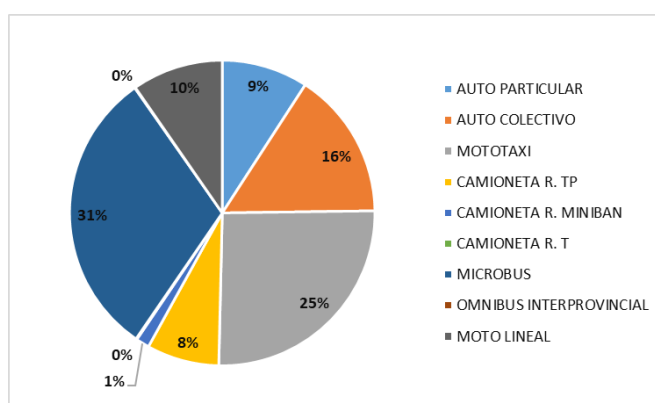
TIPO DE VEHICULO	SUR-NORTE	NORTE-SUR	OESTE-ESTE	ESTE-OESTE	TOTAL
AUTO PARTICULAR	845	508	3016	1245	5614
AUTO COLECTIVO	1227	837	3353	4160	9577
MOTOTAXI	2568	2290	6386	4439	15683
CAMIONETA R. TP	1492	1814	140	1258	4704
CAMIONETA R. MINIBAN	21	100	515	236	872

CAMIONETA R. T	9	20	2	35	66
MICROBUS	0	261	11175	7390	18826
OMNIBUS INTERPROVINCIAL	0	30	0	15	45
MOTO LINEAL	1430	849	1881	1754	5914

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Figura 34

Movimiento de pasajeros por tipos de vehículo, en hora punta del distrito de Huánuco.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

4.3. Propuesta:

Los sistemas de transporte masivo como los de París, Londres y Seúl ofrecen ejemplos de transporte público eficiente y confiable como modelos para las ciudades australianas. La realidad es que, si bien el transporte público en las áreas internas establecidas de Sydney y Melbourne ha tenido cierto éxito en la planificación, los asentamientos urbanos exteriores de ambas ciudades continúan creciendo y requieren una planificación e implementación efectiva del transporte público. (Transport for London, 2018; Seoul Solution, Reforming Public Transportation in Seoul, 2018; European Metropolitan Transport Authorities, 2018; Franco-Sánchez, 2021)

Las distancias impactan la accesibilidad de las personas al transporte público. Las personas tardan más en llegar a su destino, por lo que es necesario ampliar las rutas de

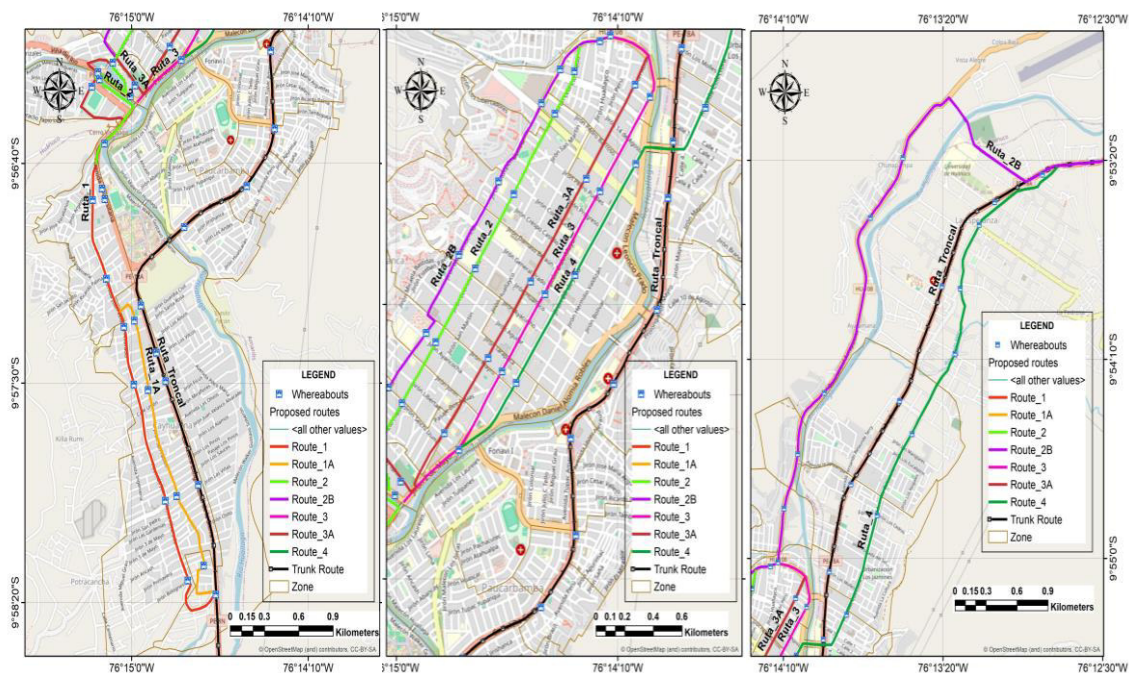
transporte público hasta estas zonas para aumentar la accesibilidad y reducir el uso del vehículo privado. Proponer la implementación del sistema BRT propuesto y la infraestructura de transporte público. (Jawed et al., 2019)

Los niveles de servicio en las vías, identificados en el modelado de las intersecciones, indican que, en el centro histórico, donde se concentran comercios, instituciones públicas y el Mercado, se ha superado la capacidad de la vía, por lo que es necesario generar soluciones a los problemas que contribuyan a alcanzar ese nivel de servicio para que los usuarios del transporte tengan acceso al transporte público con condiciones de servicio adecuadas.

Se proponen 8 rutas, de las cuales 7 son alimentadoras y 1 ruta es troncal, teniendo consigo la siguiente demanda de pasajeros por ruta, estos determinados en base a la demanda de pasajeros según encuestas de preferencias de viajes y aforos vehiculares:

Figura 35

Propuesta de solución al sistema de transporte en Huánuco.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas de interceptación, así como de la capacidad vehicular, se identifica que la población se desplaza en sentido longitudinal Norte-Sur con una longitud promedio de 12.5 km en el área urbana, así como la forma de expansión urbana. Se adapta longitudinalmente, para lo cual se proponen recorridos longitudinales que recorren los tres distritos que conforman el casco urbano (Huánuco, Amarilis y Pillcomarca), también se tiene en cuenta la ubicación de carga y descarga de pasajeros, y las líneas de deseo de viajes. Del total de viajes en la Figura 20, la concentración de viajes se da en su mayor proporción en la zona 2 donde se ubica la plaza principal, se encuentran áreas comerciales, ubicación de instituciones públicas y privadas como bancos, municipio, tiendas comerciales, boutiques, entre otros, para lo cual se proponen rutas que se distribuirán en los tres distritos del casco urbano, identificando a su vez las generaciones de viajes existentes.

La presente investigación propone siete rutas alimentadoras y una ruta troncal para la implementación y operación de las rutas, como se visualiza en la Figura 35. Para las rutas alimentadoras, se recomienda el uso exclusivo de carriles para autobuses de transporte masivo rápido, con el objetivo de reducir los viajes. tiempos para los usuarios del sistema, ofreciendo al mismo tiempo un sistema de transporte de alta calidad, con infraestructura adecuada y una flota de autobuses modernos.

En la Tabla 10 se indica el número de buses requeridos y las frecuencias para las rutas en sentido Oeste-Este, el cual ha sido calculado de acuerdo a la demanda de viajes existente para una proyección de 20 años. Además, se incluyen autobuses de retención para contingencias mecánicas de los vehículos.

A continuación, se indica la cantidad de buses requeridos, así como las frecuencias por rutas en el sentido Norte-Sur por cada ruta:

Tabla 10

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta naranja.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		5.57	33	1.81
SERVICIO CENTRO		3	42	1.42
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		3.15	3	23
SENTIDO N-S			78	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Naranja se requieren 78 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.42 min, como se puede visualizar en la tabla 10.

Tabla 11

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta verde.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	21	2.82
SERVICIO CENTRO		3.4	37	1.63
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		3.15	29	2.05
SENTIDO N-S			87	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Verde se requieren 87 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.63 min, como se puede visualizar en la tabla 11.

Tabla 12

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta rosada.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		4.886	33	1.79
SENTIDO N-S			33	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la *Ruta Naranja* se requieren 33 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.79 min, como se puede visualizar en la tabla 12.

Tabla 13

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la aguamarina.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	9	6.49
SERVICIO CENTRO		3.4	25	2.43
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		0	0	0.00
SENTIDO N-S			34	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la *Ruta Aguamarina* se requieren 34 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la *ruta* en hora punta de 2.43 min, como se puede visualizar en la tabla 13.

Tabla 14

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta morada.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	34	1.75
SERVICIO CENTRO		3.4	44	1.38
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		0	0	0.00
SENTIDO N-S			78	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Para la *Ruta Morada* se requieren 78 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.38 min, como se puede visualizar en la tabla 14.

Tabla 15

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta Troncal.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO DIRECTO		13.77	15	4.09
SERVICIO CENTRO AMARILIS		3.75	15	4.09

SERVICIO CENTRO- ESPERANZA	3.1	18	3.41
SENTIDO N-S		47	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Troncal se requieren 47 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 3.41 min, como se puede visualizar en la tabla 15.

Tabla 16

Flota Requerida Sentido Norte-Sur de la ruta Guinda.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		3.62	36	1.66
SENTIDO N-S			36	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Guinda se requieren 36 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.66 min, como se puede visualizar en la tabla 16.

Tabla 17

Flota Requerida Sentido Norte-Sur.

SENTIDO	RUTA	FLOTA REQUERIDA EN 10 AÑOS	BUSES RETEN
NORTE-SUR	NARANJA	78	2.00
	VERDE	87	2.00
	AGUAMARINA	34	2.00
	MORADA	78	2.00
	ROSADA	33	2.00
	TRONCAL	47	2.00
	GUINDA	36	2.00

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En el sentido Norte-Sur, se requieren 394 buses para poder absorber la demanda de transporte existente.

A continuación, se indica la cantidad de buses requeridos, así como las frecuencias por rutas en el sentido Sur-Norte:

Tabla 18

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta naranja.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		5.57	15	4.07
SERVICIO CENTRO		3	12	5.20
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		3.15	7	8.87
SENTIDO S-N			33	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Naranja se requieren 33 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 4.07 min, como se puede visualizar en la tabla 18.

Tabla 19

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta verde.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	6	10.66
SERVICIO CENTRO		3.4	10	5.84
SERVICIO CENTRO-AEROPUERTO		3.15	9	6.64
SENTIDO S-N			25	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Para la Ruta Verde se requieren 25 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 5.84 min, como se puede visualizar en la tabla 19.

Tabla 20

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta aguamarina.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	19	3.21
SERVICIO CENTRO		3.4	28	2.11

SERVICIO CENTRO- AEROPUERTO	3.4	21	2.79
SENTIDO S-N		69	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Aguamarina se requieren 69 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 2.11 min, como se puede visualizar en la tabla 20.

Tabla 21

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta morada.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR		6.4	26	2.27
SERVICIO CENTRO		3.4	31	1.93
SERVICIO CENTRO- AEROPUERTO		0.17	37	1.63
SENTIDO S-N			94	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Morada se requieren 94 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 1.63 min, como se puede visualizar en la tabla 21.

Tabla 22

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta rosada.

VELOCIDAD=	20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO AMARILIS- ESPERANZA REGULAR		4.736	90	0.67
SERVICIO CENTRO		2.45	88	0.68
SENTIDO S-N			178	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Rosada se requieren 178 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 0.67 min, como se puede visualizar en la tabla 22.

Tabla 23

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta troncal.

VELOCIDAD= 20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO DIRECTO	9.37	9	6.62
SERVICIO CENTRO- ESPERANZA	6.77	9	6.62
SENTIDO S-N		18	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

Para la Ruta Troncal se requieren 18 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 6.62 min, como se puede visualizar en la tabla 23.

Tabla 24

Flota Requerida Sentido Sur-Norte de la ruta guinda.

VELOCIDAD= 20 KPH	LONG	FLOTA	FRECUENCIA
SERVICIO URBANO REGULAR	3.62	5	11.76
SENTIDO S-N		5	

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos

Para la Ruta Naranja se requieren 5 buses, de las cuales se requieren frecuencias a nivel de la ruta en hora punta de 11.76 min, como se puede visualizar en la tabla 24.

Tabla 25

Flota Requerida Sentido Sur-Norte.

SENTIDO	RUTA	FLOTA REQUERIDA EN 10 AÑOS	BUSES RETEN
SUR-NORTE	NARANJA	33	2.00
	VERDE	25	2.00
	AGUAMARINA	69	2.00
	MORADA	94	2.00
	ROSADA	178	2.00
	TRONCAL	18	2.00
	GUINDA	5	1.00

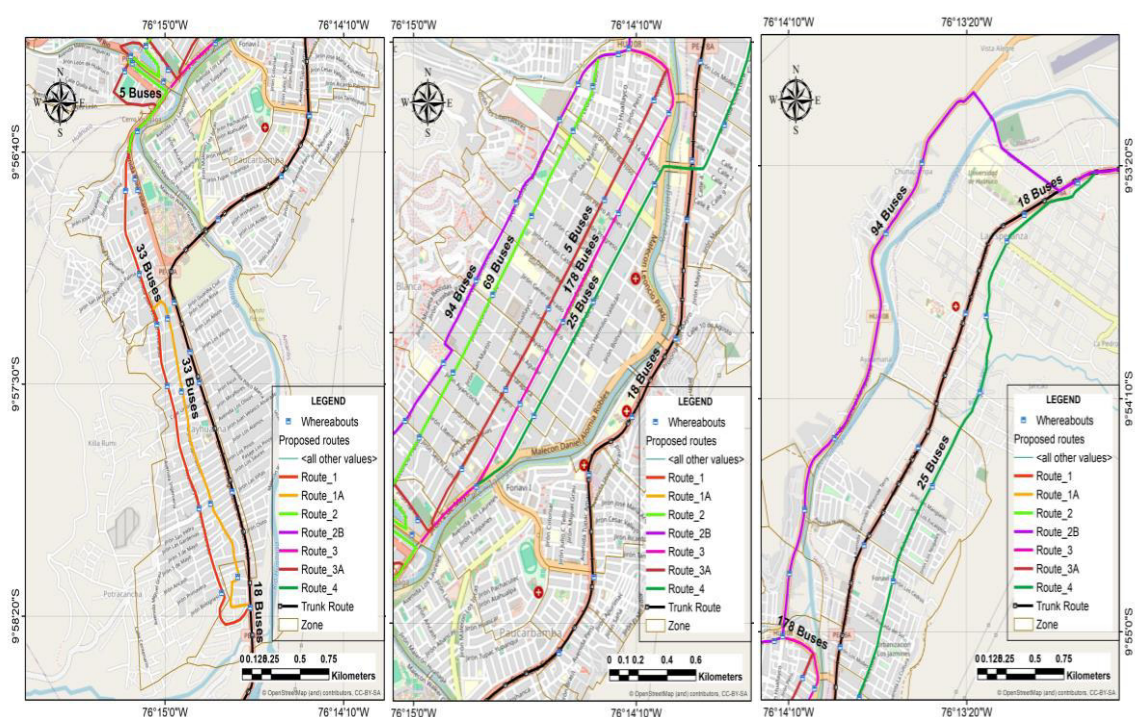
Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En el sentido Sur-Norte, se requieren 422 buses para poder absorber la demanda de transporte existente.

En la siguiente figura se visualizan según rutas, la cantidad de buses requeridos.

Figura 36

Buses requeridos según rutas propuestas en la solución.



Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

En la figura 36 se observa la cantidad de buses requeridos en la ciudad de Huánuco según rutas propuestas.

Los buses requeridos, han sido identificados, de la siguiente manera:
Ruta Troncal y Alimentadoras: Buses con capacidad de 80 pasajeros.

Características de los buses:

- Longitud: 12m.
- Capacidad: 80 pasajeros.
- Velocidad: 20 km/h.

Con la implementación de las rutas, también se recomienda que mototaxis y autos colectivos puedan servir como alimentadores al sistema de transporte propuesto, en zonas donde no cruzan las rutas propuestas, logrando así el ordenamiento del sistema de transporte.

Infraestructura Vial:

Se proponen siete rutas alimentadoras y una ruta principal, que abarcan los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillcomarca. Las rutas propuestas deberán contar con la infraestructura necesaria, la cual se podrá observar detalladamente en los cortes transversales. Son visibles las figuras 18 y 19, formando un sistema de transporte integrado. Esta propuesta tiene como objetivo optimizar los tiempos de viaje, proporcionar infraestructura de calidad y reducir la contaminación causada por la congestión vehicular existente, incluida la implementación de una flota de vehículos moderna.

La propuesta incluye la creación de paradas de autobús estilo tótem y la instalación de señales horizontales y verticales, de las que actualmente carecen los distritos de Amarilis y Pillcomarca. Las carreteras consideradas deben estar equipadas con infraestructura vial adecuada, incluida pavimentación y condiciones de tráfico adecuadas, como se visualiza en la Figura 37.

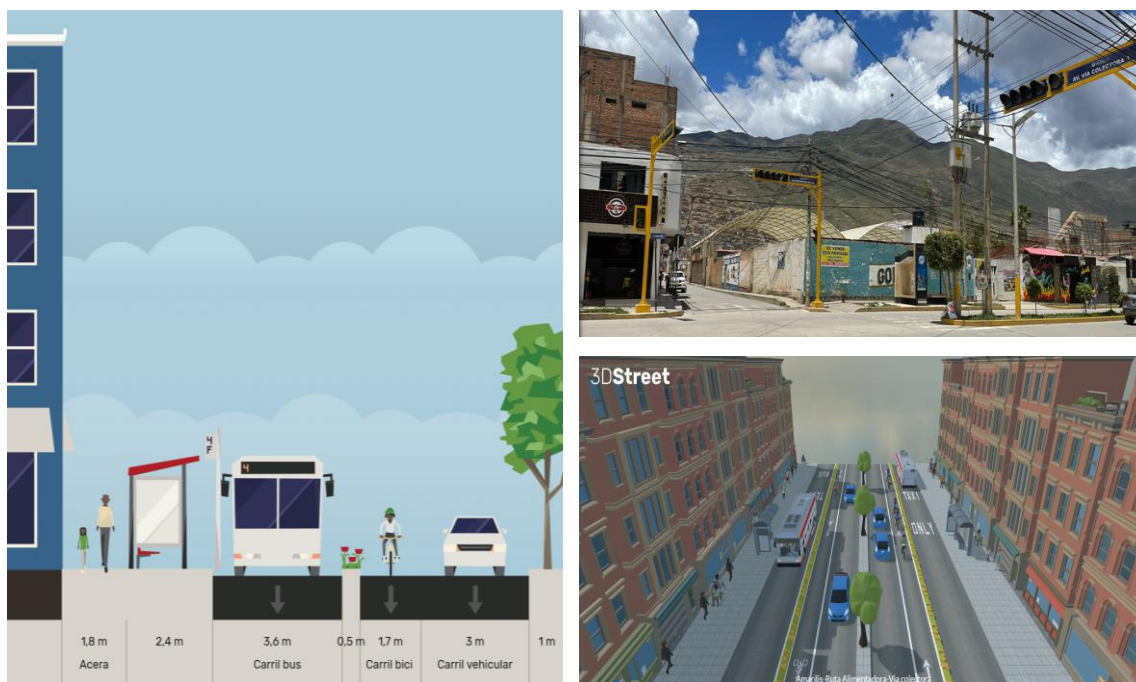
Se debe establecer una red semafórica integrada o, en su defecto, verificar la sincronización del funcionamiento de los semáforos en el área metropolitana de Huánuco, lo que contribuirá a mejorar el flujo vehicular.

Figura 37

(a) Antes y después del tramo típico propuesto en las rutas del Centro Urbano de Huánuco, (b) antes y después del tramo típico propuesto en las rutas del distrito de Amarilis, en la vía colectora, (c) antes y después del tramo típico propuesto en la Ruta Principal del distrito de Pillcomarca, en la vía central, en Huánuco, Perú en el año 2022.



(a)



(b)



(c)

Nota: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de la recolección de datos.

4.4. Contrastación de la Hipótesis:

- Se realizó una pregunta adicional a los encuestados, sobre: Si se implementara un servicio de transporte público en el área metropolitana de Huánuco, la cual tendría las siguientes facilidades: Aire acondicionado, tarifa plana, frecuencias de servicio fijas, rutas establecidas, sube y baja en las paradas, ¿Usted usaría el servicio?, al cual el 100% de los encuestados respondieron Sí.

Con la implementación del sistema de Transporte Masivo Urbano, que incluye una ruta principal y siete rutas alimentadoras, con frecuencias y cantidades de buses establecidos, se absorberá el 59% de los pasajeros que prefieren utilizar el transporte público, brindando un sistema de transporte eficiente y de calidad, mejorando así significativamente el flujo vehicular urbano en el distrito de Huánuco.

En la investigación realizada, y mediante la evaluación de cada variable, se ha logrado demostrar y aceptar la hipótesis planteada como respuesta a esta investigación.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El sistema de transporte masivo en varios países del mundo, como Curitiba, es considerado una innovación enfocada al desarrollo económico y social de la región metropolitana. Mantiene una red que abarca 790 km y atiende aproximadamente al 75% de la población del Área Metropolitana de Curitiba. Su estructura se basa en carriles exclusivos en cada corredor, formando un sistema 'trinario': tres carriles paralelos y dos hileras de bloques intercalados. Este sistema es mundialmente conocido y reconocido por ser pragmático, integrado, eficiente y rentable. Además, su uso beneficia al medio ambiente al reducir el uso del automóvil, como se mencionó anteriormente (European Metropolitan Transport Authorities, 2018). Esto contrasta con los resultados de la presente investigación.

El sistema BRT es un sistema de transporte público que refleja los requisitos antes mencionados. Se ha desarrollado principalmente en Sudamérica, donde se implementó por primera vez. Teniendo en cuenta las implicaciones positivas, se ha extendido a nivel mundial, especialmente en Europa el BRT puede ser una solución de mejora para los sistemas de líneas de autobuses existentes que permite que contextos con medios económicos limitados garanticen servicios de alta eficiencia, con importantes implicaciones positivas tanto en términos económicos como de habitabilidad. (Trubia et al., 2020)

A partir de los resultados de las encuestas de interceptación, aforo vehicular y ocupación visual, se ha identificado que en Huánuco se identifica que el tipo de vehículo que traslada mayor cantidad de pasajeros es el microbús con 31%, seguido del mototaxi con 25%, auto colectivo 16% y Moto lineal 10%. Respecto al regreso a casa, el 49% utiliza estos medios de transporte, seguido del 23% para trabajar, el 12% para realizar compras y el 10% para estudiar. Respecto al regreso al hogar, se identificó que, en el taxi colectivo, que representa el mayor número de viajes, los usuarios viajan por estudio, seguido por trabajo y

compras. La camioneta rural de transporte público (combi), traslada a los usuarios principalmente para ir de compras, seguido de trabajo y estudio. Los mototaxis transportan predominantemente a los usuarios para ir a trabajar o hacer compras. Para caminar, los usuarios viajan principalmente por trabajo, seguido de compras y estudios.

En cuanto a la hora punta, se ha identificado que la capacidad vehicular en todo el casco urbano de Huánuco alcanza su punto máximo entre las 12:15 y las 13:15 horas, circulando 16.997 vehículos mixtos, lo que representa el 11,67% de los vehículos que circulan en el distrito en el día.

Existe una demanda del 29% de pasajeros en vehículos colectivos; sin embargo, dentro del parque vehicular, esto representa el 18% de la oferta disponible, lo que genera un servicio ineficiente, desplazando al 16% de los pasajeros. Asimismo, existe una demanda del 25% de pasajeros en mototaxis; sin embargo, dentro del parque vehicular esto representa el 38%, lo que indica que es el modo de transporte más abundante, provocando el mayor porcentaje de congestión vehicular, desplazando actualmente al 25% de los pasajeros. Para el transporte público en microbuses y camionetas de transporte público rural (combi), existe una demanda de pasajeros del 30%; sin embargo, dentro del parque vehicular esto representa el 12%, a pesar de que, este modo de transporte desplaza al 39% de los pasajeros. Esto sugiere que los usuarios del sistema de transporte prefieren utilizar estos modos económicos, aunque existan suficientes unidades y el número necesario de rutas. Actualmente los microbuses y camioneta rural de transporte público (combi) en Huánuco transportan a la población desde Huánuco hacia Amarilis y Pillcomarca, pero no satisfacen la demanda existente, lo que también contribuye a la generación de contaminación ambiental en el mundo. (Muñoz et al., 2021)

La ciudad de Huánuco actualmente carece de un sistema de transporte eficiente e infraestructura de calidad debido a la mala oferta de servicios de transporte, la congestión vehicular en la ciudad y una infraestructura vial inadecuada, lo que resulta en contaminación ambiental y acústica. Esta investigación se centra en dar soluciones a las deficiencias identificadas.

Para atender la demanda de Sur a Norte de 135,343 pasajeros, se propone la creación de una ruta principal y siete rutas alimentadoras, lo que requerirá 422 autobuses, sugiriendo paradas estilo tótem, infraestructura vial como se observa en las Figuras 17 a 19, y carriles exclusivos para la operación de este Sistema de Transporte Masivo. De manera similar, para atender la demanda de Norte a Sur de 118,958 pasajeros, la propuesta incluye la creación de una ruta principal y siete rutas secundarias, lo que requerirá 394 autobuses, sugiriendo paradas estilo tótem, infraestructura vial como se ve en las Figuras 35 al 37, incluyendo carriles exclusivos para la operación de este Sistema de Transporte Masivo.

Con la implementación de la propuesta, también se recomienda incluir mototaxis y automóviles colectivos como alimentadores del sistema, así como la reestructuración de las rutas de transporte existentes para no interferir con la propuesta. Así como la supervisión y regulación del Sistema de Transporte, con la cual podremos ordenar el Sistema de Transporte, y como señala Vilma Tapia et al. mantener, la reorganización vehicular puede contribuir a la reducción continua de diversos contaminantes ambientales. (Robson et al., 2018)

Desalentar el uso del transporte privado y promover el uso de transporte público eficiente mejorará las condiciones del tráfico y aliviará la congestión vehicular, contribuyendo así al éxito de esta propuesta. Como lo menciona Robson et al. (2018), y como también lo mantienen Vajjarapu et al. (s.f.) en su investigación, el estudio afirma que

la reestructuración de tarifas del servicio de autobuses BMTC y la introducción de carriles BRT serán útiles para descongestionar las carreteras en Bengaluru, así como para reducir las emisiones de vehículos. El modelo muestra el efecto positivo de la reestructuración de las tarifas del BMTC, ya que aumenta la participación modal de los autobuses en más de un 2 % y también aumenta los ingresos en más de un 15 %. A partir de los gráficos de emisiones, la reestructuración de tarifas en realidad reduciría el total de kilómetros recorridos por vehículos (VKT) en todos los modos combinados y ayudaría a reducir las emisiones de NOx, CO, CO2, PM y HC a la atmósfera. (Harsh et al., 2019)

En Lima, la implementación de un sistema integrado ha mejorado la movilidad de la ciudad, así como la renovación de los espacios públicos urbanos, con resultados similares obtenidos en Bogotá y Curitiba. (Parra et al., 2021; Ojeda et al., 2023; Poma, 2021)

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados de las encuestas de interceptación se concluye que el 59% de la población de Huánuco se desplaza en auto colectivos, microbuses, camioneta rural de transporte público(combi). Sin embargo, estos modos de transporte representan sólo el 30% de los vehículos del parque vehicular, no satisfaciendo la demanda existente. Asimismo, de los resultados de las encuestas de interceptación, se tiene que el 25% de la población de Huánuco viaja en mototaxis, lo que representa la demanda existente. Sin embargo, dentro del parque de vehículos, los mototaxis representan el 38%. También se tiene de los resultados de capacidad de ocupación visual que actualmente existe una demanda de 135 343 pasajeros en el sentido Sur-Norte, de los cuales sólo 34 060 usuarios están siendo absorbidos. En el sentido Norte-Sur existe una demanda de 118.958 pasajeros, de los cuales se absorben 27 241 usuarios. Concluyéndose, que la oferta vehicular no se abastece para absorber la demanda de usuarios del sistema de transporte existente.
- De los resultados de capacidad vehicular se concluye que la hora punta es de 12:15 a 13:15, circulando 16.997 vehículos mixtos, lo que representa el 11,67% de los vehículos del distrito. Asimismo, los niveles de congestión en el centro urbano del distrito de Huánuco son altos, alcanzando el nivel E, lo que no sólo se debe a la cantidad de vehículos sino también a la falta de regulación del sistema, la falta de fiscalización, así como el mal estado de la infraestructura vial existente.
- Se concluye que, para brindar servicios de transporte urbano adecuados en la ciudad de Huánuco, capaces de satisfacer la demanda de pasajeros, se propone el diseño de rutas de transporte urbano masivo. Esto implica una infraestructura vial y una regulación adecuadas. Este sistema incluye una ruta principal y siete rutas alimentadoras, las cuales deben ser utilizadas exclusivamente dentro de este sistema.

Con la implementación del sistema de Transporte Masivo Urbano se absorberá el 59% de los pasajeros que prefieren utilizar el transporte público, brindando un sistema de transporte eficiente y de calidad. Asimismo, para absorber la demanda de 135.343 pasajeros en el sentido Sur-Norte se requieren 422 autobuses, y, para absorber la demanda de 118,958 pasajeros en sentido Norte-Sur se requieren 394 buses.

- Se concluye que al implementar el sistema de transporte masivo propuesto en esta investigación se podrá satisfacer la demanda existente de transporte público, se reducirán los tiempos de viaje y se mitigarán los efectos de la contaminación ambiental y acústica causada por la congestión vehicular. El Transmilenio en Bogotá fue una propuesta orientada a mejorar la movilidad urbana en la ciudad y mantener una alta ocupación. Desde que inició su operación ha demostrado importantes beneficios y potencial; Las tasas de duración de los viajes han disminuido, así como la contaminación por gases y las tasas de accidentes de tráfico (Seoul Solution, Reforming Public Transportation in Seoul. 2018). La implementación de un autobús de tránsito rápido (BRT) tiene impactos que incluyen cambios ambientales y de uso del suelo, capitalización del valor del suelo y mejoras en la movilidad. Los resultados sugieren una percepción general positiva del cambio en el entorno urbano después de la implementación de Transmetro; sin embargo, las personas sin acceso al BRT tienen una percepción aún más positiva de sus impactos que las personas dentro del área de influencia (Díaz et al., 2023).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de un sistema de Transporte público masivo en el área metropolitana de Huánuco, a fin de mitigar los problemas que aquejan al sistema de transporte actual.
- Se recomienda que para la implementación de la propuesta se generen vías de uso exclusivas para los buses en las rutas propuestas, mediante la legislación y regulación del sistema.
- Se recomienda que se genere la infraestructura vial propuesta conllevando consigo vías en optimo estado, paraderos tipo tótem, terminales, así como las señalizaciones correspondientes.
- Se recomienda reestructurar las rutas de transporte público existentes, ya que estas no cubren áreas de gran demanda de pasajeros.
- Se recomienda que se plantee un plan de movilidad urbana sostenible en el distrito de Huánuco.

VIII. REFERENCIAS

- Afrin, T., & Yodo, N., (2020). Survey of Road Traffic Congestion Measures towards a Sustainable and Resilient Transportation System. *Sustainability*, 12, 4660. <https://doi.org/10.3390/su12114660>.
- Alegre, M & Alarcón, G. (2016). Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la Movilidad en Lima y Callao? *EconPapers*, 12(4660). <https://EconPapers.repec.org/RePEc:bbj:invcie:582>.
- Andrea, L. (2018). En el periodo de ‘Koko’ Giles se dieron más de 12 mil licencias falsas. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/Perú/en-el-periodo-de-koko-giles-se-dieron-mas-de-12-mil-licencias-falsas-814334/#:~:text=%E2%80%99CM%C3%A1s%20de%2012%20mil%20licencias,c on%20los%20piratas%20que%20existen>.
- Barboza, I, 2018, (6 de Julio). Parque automotor tiene un incremento de 15% anualmente. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/edicion/ayacucho/parque-automotor-tiene-un-incremento-de-15-anualmente-828596/>.
- Berrospi-Noria, J. P., Rosales-Córdova, J. N., Huaranga-Navarro, H., & Alarcon-Cajas, Y. R. (2019). Ecología acústica y el paisaje sonoro en una comunidad de Huánuco, Perú. *Investigación Valdizana*, 13, 156–164. <https://doi.org/10.33554/riv.13.3.344>.
- Cal Y Mayor R., & Cárdenas J. (2018), *Ingeniería de Tránsito*. (9ª Ed). ALFAOMEGA.
- Céspedes, L., Garay, G., Hilario, J., Pastrana, N., & Ramírez, G. (2017). Contaminación ambiental generada por gases de combustión interna del parque automotor en la ciudad de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 1(2), 84–87. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/20>.

- Chebotareva, A., Chebotarev, V., & Danilina., E. (2018). Mechanism of the Administrative and Legal Regulation of Public Transportation System. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(13), 144–150.
<http://iaeme.com/Home/issue/IJCIET?Volume=9&Issue=13>.
- Colqui, S. (2018). *Contaminación Acústica en puntos de congestión vehicular del casco urbano de Amarilis, provincia y región Huánuco–agosto y setiembre 2018, Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1648;jsessionid=CDAC12FB05F5C6F13CB1EAD0BB400656>.
- Contreras-Zarco, E. V. (2023). Identificación del impacto ambiental y sus consecuencias en la ciudad de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 17, 9–15.
<https://doi.org/10.33554/riv.17.1.1588>.
- D.S. N° 016 – 2009 – MTC. Congreso de la República. (25 de abril de 2018).
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/9897-016-2009-mtc>
- D.S. N° 055 – 2010 - MTC. Congreso de la República. (02 de diciembre de 2010).
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/345124-055-2010-mtc>
- Dextre, J. C., & Aranda, F. (2021). Avanzando con resiliencia: Una “nueva movilidad” para Lima y Callao, *EconPapers*, 4(3).
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:bbj:invcie:696>.
- Diaz C. M. (2022). *Taxis Colectivos: ¿Por qué los usuarios prefieren este servicio de Transporte Urbano en San Isidro?* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional PUCP.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/22748>.

- EMTA. European Metropolitan Transport Authorities. (2018). <https://www.emta.com/presentation/introduction/>.
- Estupiñan, N., Scordia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodríguez, D., Vergel-Tovar, E., Gakenheimer R., Azán-Otero S., & Vasconcellos E. (2018). *Transporte y Desarrollo en América Latina*. Banco de Desarrollo de America Latina.
- Flores, C. (2017). *Análisis de la metodología clásica del modelo de planificación del transporte urbano desde el ámbito de la movilidad sostenible*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9370>.
- Franco-Sánchez, L., (2021). El transporte masivo y su impacto en la movilidad urbana de Pachuca. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 23(2). <https://www.redalyc.org/journal/401/40168622004/html/>.
- Gierszewski, M., & Koźlak, A. (2019). The impact of Congestion on the Costs of Public Transport in Starogard Gdański. *Academic Scientific Journals*. <https://doi.org/10.26881/etil.2019.84.01>.
- Godoy J. (2015). *Problemática del transporte público en la ciudad de Huánuco:2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3879>.
- Goswami, D.; Banik, R., & Islam, S. (2018). Empirical Analysis to Explore the Deficiencies in Public Transport System: A case study on Gazipur. *In Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development (ICCESD 2018)*, 9-11.

- Harsha, V., Karmarkar, O., & Verma, A. (2019) Sustainable Urban Transport Policies to Improve Public Transportation System: A Case Study of Bengaluru, India. *Transportation Research Procedia*, 48, 3545–3561. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.097>.
- Hernández, C. N., Ávila, A.; & Cerda, D. G. (2023). Impacto de la movilidad urbana en la calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis Potosí, México. *Revista De Ciencias Ambientales*, 57(1), 1-27. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.8>.
- Hussain, M., Ahmed, I., Hussain, A., Ahmed, W., & Das, D. (2021), Factors Influencing Private Transport Users to Shift Towards Public Transport In Karachi. *Journal of Engineering Science and Technology*, 5(1), 2521-5027.
- Jaramillo, D. F. (2014). Filosofía de la ingeniería: una disciplina profesional en construcción. *Corporación Universidad de la Costa*, 10(1). <http://hdl.handle.net/11323/1691>.
- Jawed, A., Talpur, M. A. H., Chandio, I. A., & Mahesar, P. N. (2019). Impacts of In-Accessible and Poor Public Transportation System on Urban Environment: Evidence from Hyderabad, Pakistan. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(2). <https://doi.org/10.48084/etasr.2482>.
- Konečný, V., Gnap, J., Settey, T., Petro, F., Skrúcaný, T., & Figlus, T. (2020). Environmental Sustainability of the Vehicle Fleet Change in Public City Transport of Selected City in Central Europe. *Energies*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/en13153869>.
- Ley N° 27181. Congreso de la República. Diario oficial el Peruano. (17 de octubre de 1999). http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3106.pdf.

Ley N° 27972. Congreso de la República. Diario oficial el Peruano. (27 de mayo de 2003).

<https://www.gob.pe/pl/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/229447-27972>.

Li, G., Lai, W., Sui, X., Li, X., Qu, X., Zhang, T., & Li Y. (2020). Li, Y. Influence of traffic congestion driving. *Accident Analysis & Prevention*, 141(105508).

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105508>.

Limaylla, J. (2019). *Evaluación de la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población–2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2344>.

Lizarbe, H (2015). *Calibración de las funciones volumen demora: Caso redes viales principales de la Ciudad de Ayacucho*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/2448>.

Luna A, 2018, (19 de Abril de 2024), En el periodo de 'Koko' Giles se dieron más de 12 mil licencias falsas. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/Perú/en-el-periodo-de-koko-giles-se-dieron-mas-de-12-mil-licencias-falsas-814334/>.

Megabús S.A. (2016). Megabús. <https://www.megabus.gov.co/>.

Mendoza J, 2014, (23 de Octubre), Parque automotor incremento en 50 % durante el año 2011. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/Perú/parque-automotor-incremento-en-50-durante-el-ano-2011-526169/>.

Min, H. (2017). Assessing the Efficiency of Mass Transit Systems in the United States. *Mineta Transportation Institute*, 12-63.

<https://transweb.sjsu.edu/mntrc/research/Assessing-Efficiency-Mass-Transit-Systems-United-States>.

Miñano, P. (2017). *Modelación y asignación de vehículos en el centro histórico de Lima con restricciones de tráfico e impacto en la movilidad*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/12092>.

Molinero, A & Sánchez, L. (2005). *Transporte Público: Transporte, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del estado de México.

Moscoso, M. S. (2012). Los vehículos motorizados privados y el problema de transporte público en los centros históricos: el caso de Cuenca-Ecuador. [Trabajo de grado, Universidad de Cuenca]. *Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*, <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27615>.

Morales, P. (2012). *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Universidad Pontificia comillas Madrid.

Muñoz, S., Salcedo, J., & Sotomayor, A. (2021). Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: Revisión de literatura. *Revista Inventum*, 16(30), 20-30. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.20-30>.

Niger, M. (2013). Deficiencies of existing public transport system and a proposal for integrated hierarchical transport network as an improvement options: a case of Dhaka city. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 5(5). <https://doi.org/10.9790/1684-0554253>.

- Ochoa-Covarrubias, G., Grindlay, A. L., & Lizarraga, C. (2021) Does the Mass Public Transport System Cover the Social Transport Needs? Targeting SDG 11.2 in Guadalajara, Mexico. *Applied sciences*, 11(16), 7709. <https://doi.org/10.3390/app11167709>.
- Ojeda, A. J., Cantillo, & V., Arellana, J. (2023). Understanding how individuals perceive changes in the built environment and the transport system after implementing a BRT system. The case of Barranquilla, Colombia. *Journal of Transport Geography*, 110, 103623. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103623>.
- Olayode, I. O., Tartibu, L.K., Okwu, M. O., & Uchechi, U. F. (2020). Intelligent transportation systems, un-signalized road intersections and traffic congestion in Johannesburg: A systematic review. *Procedia CIRP*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.137>.
- Ortúzar, J., & Willumsen, L. (2008). *Modelos de Transporte*. (3^a ed.). Universidad de Cantabria
- Pacheco, C. A., Vilchez, J. M., Carmona, A., & Neyra, J. L. (2023). Monitoring of carbon monoxide (CO) with sentinel5P satellite images for the province of Huánuco. *21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.400>.
- Parra, M., Charles, D, Puerto, L., & Pinzón, S. (2021). Buenas prácticas y recomendaciones para una política de transporte urbano sostenible. *Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible, CEID Colombia*. <https://basuraceroglobal.com/buenas-practicas-y-recomendaciones-para-una-politica-de-transporte-urbano-sostenible-en-colombia/>.

- Piñan, C. (2023). *El impacto económico y medio ambiental generados por los vehículos menores motorizados en la ciudad de Huánuco 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9203>.
- Poma, M. F. (2021). Lima: Los desafíos de la Movilidad Urbana en el camino hacia la sostenibilidad. *Limaq*, 8(008), 127-147. <https://doi.org/10.26439/limaq2021.n008.5555>.
- Prem, K., Mangu, S., Mahesh, T., Raghavan, P., Sikdar, P., & Chandra, S. (2019). *Sikda and Satish Chandra. Report on "Urban Transportation – Challenges and Way Forward"*. Indian National Academy Of Engineering. <https://www.inae.in/publications/inae-publications-2/>.
- Rivera, E. E., Torres, R. C., Gómez, I. A., Rodríguez, C. E., Londoño, N., Fraga, J. L., & Zaldívar, J. D., (2021). Problemática del transporte público en la ciudad de Saltillo, Coahuila. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 10778-10792. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1122.
- Robson, K., Gharehbaghi, K., & Scott-Young, C. (2018) Planning effective and efficient public transport systems. *International Journal of Real Estate and Land Planning*. 1. <https://doi.org/10.26262/reland.v1i0.6500>.
- Romero-Torres, J., García-Gutiérrez, J., & Cruz, D. G. (2023). Measurement of the quality of service of the informal transportation mode mototaxi in Mexico. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 18(100764), 100764. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100764>.
- Savater, F. (Ed.). (2016). *La aventura de pensar*. Editorial Debate

Seoul Solution (25 de Agosto de 2018). *Reforming Public Transportation in Seoul*.
<https://seoulsolution.kr/en/content/1803>.

Tapia, V., Carbajal, L., Vásquez, V., Espinoza, R., Vásquez-Velásquez, C., Steenland, K., & Gonzales, G. F. (2018). Reordenamiento vehicular y contaminación ambiental por material particulado (2,5 y 10), dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 190-197. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3250>.

Transport for London (21 de Agosto de 2018). *The Mayor's Transport Strategy*.
<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/the-mayors-transport-strategy>.

Transports de Barcelona SA. (15 de Noviembre de 2017). *Barcelona Bus Turístic*.
<https://www.barcelonabusturistic.cat/ca>.

Trubia, S., Severino, A., Curto, S., Arena, F., & Pau, G. (2020). On BRT spread around the world: Analysis of some particular cities. *Infrastructures*, 5(10), 88.
<https://doi.org/10.3390/infrastructures5100088>.

Ugaz, L. (27 de Septiembre de 2013) Crecimiento del parque automotor genera caos en Huánuco. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/Perú/crecimiento-del-parque-automotor-genera-caos-77381/?ref=dcr>.

United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2021). *Sustainable transport, sustainable development: Interagency report | second global sustainable transport conference*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789210010788>.

Vencataya, L., Pudaruth, S., Dirpal, G., & Narain, V. (2018). Assessing the causes & impacts of traffic congestion on the society, economy and individual: A case of

Mauritius as an emerging economy. *Studies in Business and Economics*, 13(3), 230–242. <https://doi.org/10.2478/sbe-2018-0045>.

Verástegui, Y. (2019). *Diseño de la ruta urbano turística para el área metropolitana de Huánuco basada en modelos de demanda de transporte*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/20447>.

Yzarra, L. A. H., Ames, A. V., Ccora, R. G., Gamarra, E. Q., Charapaqui, J. V., & Quino, F. L. (2023). Parque automovilístico: Fuente de contaminación atmosférica. *Revista de Investigación e Innovación Científica y tecnológica GnosisWisdom*, 3(3), 02-14. <https://journal.gnosiswisdom.pe/index.php/revista/article/view/63>.

IX. ANEXOS

9.1. Matriz de Consistencia.

Sistema de Transporte y el Mejoramiento del Flujo vehicular urbano en el distrito de Huánuco-Perú 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General. ¿De qué manera un sistema de transporte permite el mejoramiento del flujo de vehicular urbano en el distrito de Huánuco-Perú 2022?</p>	<p>Objetivo General Proponer un sistema de transporte para el Mejoramiento del flujo vehicular urbano en el Distrito de Huánuco-Perú 2022.</p>	<p>Hipótesis General. Un sistema de transporte mejora significativamente el flujo vehicular urbano en el distrito de Huánuco – Perú 2022.</p>	<p>DEPENDIENTE: Y1: Mejoramiento del flujo vehicular urbano</p>	<p>Rutas de transporte urbano masivo Horas pico</p>	<p>- Tiempos de Viaje. - Tipos de Modos de Transporte. - No de Rutas de transporte. - Horarios de Viaje</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Enfoque cuantitativo. solo los hechos o fenómenos observables, susceptibles de medición. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: APLICADA El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada porque se toma los datos del sistema de transporte de la realidad y posterior a su análisis se propone las rutas de transporte, de enfoque cuantitativo y cualitativo (mixto) debido a que pretende medir la oferta y demanda del sistema de transporte y de manera observacional en el software Arc Gis, de alcance correlacional y descriptivo ya que correlaciona la variable modos, motivos de transporte y zonas de transporte y de diseño no experimental porque se solo se realizara mediante un software.</p>
<p>Problemas Específicos. • ¿En qué medida la oferta de transporte urbano satisface la demanda vehicular? • ¿En qué medida las horas pico inciden en la congestión vehicular? • ¿De qué manera las rutas de transporte urbano, permitirá mejorar el flujo de transporte urbano?</p>	<p>Objetivos Específicos • Determinar en qué medida la oferta de transporte que satisfaga la demanda del vehicular. • Determinar en qué medida las horas pico inciden en la congestión vehicular. • Proponer un Diseño de rutas de transporte urbano masivo, que permitan mejorar el flujo de transporte urbano.</p>	<p>Hipótesis Específicas. • La oferta de transporte urbano satisface significativamente la demanda vehicular • Las horas pico inciden significativamente en la congestión vehicular. • El Diseño de rutas de transporte urbano masivo, permitirá mejorar significativamente el flujo de transporte urbano.</p>	<p>INDEPENDIENTES: -X1: Sistema de Transporte Urbano</p>	<p>Oferta de transporte urbano Demanda vehicular</p>	<p>-Infraestructura de transporte. -Cantidad de vehículos por modo de transporte existentes Cantidad de pasajeros</p>	

Nota: La tabla es de elaboración propia

9.2. Formatos de Encuestas y Aforos.

ENCUESTAS DE PREFERENCIA DE VIAJES.

<p>Disculpe (sr, srta, joven), estamos trabajando para una encuesta a los usuarios de Transporte público, con fines de estudios, para la elaboración de tesis del grado de Doctor.</p> <p>¿Podrías ayudarnos a contestar algunas preguntas?</p>

I. DATOS GENERALES

Punto de entrevista		Código Zona		Fecha de encuesta		Día de la semana	
Nombre del encuestador						Hora de encuesta: (formato 24 Hrs)	

II. INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE PÚBLICO

1	¿DE DÓNDE VIENE?		7	PROBLEMÁTICA DEL SERVICIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO			
	Nombre del Distrito			Conforme con el servicio		1	
	Urbanización y/o sector			Alto costo		2	
	Punto de referencia			Inseguridad		3	
	¿HACIA DÓNDE VA?			Mal estado de los vehículo		4	
	Nombre del Distrito			Maltrato de chofer o cobrador		5	
	Urbanización y/o sector			Alto tiempo de demora		6	
	Punto de referencia		Alto tiempo de espera		7		
2	CUANTO TIEMPO DEMORA SU VIAJE	min	8	PODRÍA PRESCINDIR DEL SERVICIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO			
3	CUANTO LE CUESTA EL PASAJE (Nuevos soles)	S/.			SI NO		
4	¿CON QUÉ FRECUENCIA USA EL TRANSPORTE PÚBLICO?		9	¿QUÉ MODOS DE TRANSPORTES USARÍA SI NO EXISTIERA EL TRANSPORTE PÚBLICO?			
	Diario			1	Mototaxis		1
	2 Veces a la semana			2	Colectivos		2
	3 Veces a la Semana			3	Auto particular		3
	Quincenal			4	Caminando		4
	Mensual			5	Otros		5
	Ocasional		6	¿CUÁL ES SU EDAD?			
5	¿CUÁL ES SU MOTIVO DE VIAJE?		10	Menos de 15 años		1	

	Trabajo		1		15 a 24 años		2
	Estudio		2		25 a 34 años		3
	Compras		3		35 a 44 años		4
	Salud		4		45 a 54 años		5
	Al hogar		5				
	Turismo		6		55 a 64 años		6
	Otros (Especificar)		7		65 a más años		7
6	¿CÓMO CALIFICARÍA EL SERVICIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO?			11	RANGO DE INGRESO FAMILIAR		
	Bueno		1		De 900 a 1200 soles		1
	Regular		2		De 1200 a 2000 soles		2
	Malo		3		De 2000 a 3000 soles		3
	Muy malo		4		De 3000 soles a más		4

Nota: La encuesta es de elaboración propia

ENCUESTAS EVALUATIVA DE TRANSPORTE











Disculpe (sr, srta, joven), estamos trabajando para una encuesta a los usuarios de Transporte público, con fines de estudios, para la elaboración de tesis del grado de doctor.
¿Podrías ayudarnos a contestar algunas preguntas?

Si se implementara un servicio de transporte público en el área metropolitana de Huánuco, la cual tendría las siguientes facilidades: Aire acondicionado, tarifa plana, frecuencias de servicio fijas, rutas establecidas, sube y baja en las paradas.

1. ¿Usted usaría este servicio?: SI NO

FLUJOS VEHICULARES												
INTERSECCIÓN: _____ DIA, FECHA: _____ AFORADO: _____ DNI: _____ SENTIDO: _____ NS HORA DE INICIO: _____ HORA FINAL: _____ OBSERVACIONES: _____						DIBUJO DE INTERSECCIÓN: 						
HORA c/5min	VEHICULOS											
	AUTO PARTICULAR	AUTO COLECTIVO	MOTOTAXI	CAMIONETA RURAL: TRANSPORTE	CAMIONETA RURAL: MINIBAN CHANGUE	CAMIONETA PICK UP	MICROBUS	OMNIBUS INTERPROVINC IAL	CAMIÓN, FURGÓN O TRAILER	MOTOCARGA O STRONG	BICICLETA	MOTO LINEAL

Nota: El formato es de elaboración propia

OCUPACIÓN VISUAL									
INTERSECCIÓN: _____ DIA, FECHA: _____ ENCUESTADOR: _____ DNI: _____ SENTIDO: _____ HORA DE INICIO: _____ HORA FINAL: _____ OBSERVACIONES: _____									
HORA c/15min	VEHICULOS								
	AUTO PARTICULAR	AUTO COLECTIVO	MOTOTAXI	CAMIONETA RURAL: TRANSPORTE PÚBLICO	CAMIONETA RURAL: MINIBAN CHANGUE	CAMIONETA RUTAL TURISMO	MICROBUS	OMNIBUS INTERPROVINCIAL	MOTO LINEAL
									
Full									
Sentado 100% de pie 50%									
Sentado 100%									
Sentado 50%									
Casi Vacío 25% o menos									

Nota: El formato es de elaboración propia