



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SIMULACIÓN EN SUMO DE LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA AV.
ORIENTE Y LA AV. MESONES MURO PARA MEJORAR EL USO DE LOS
VEHICULOS NO MOTORIZADOS EN EL DISTRITO DE JAÉN – CAJAMARCA

**Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transporte

Autora

Julca Díaz, Angelica Maria

Asesor

Paredes Paredes, Pervis

ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Chávez Dueñas, Jesús Alejandro

Vidal Retamozo, Eduardo Silvano

Lima - Perú

2025



PROPUESTA DE DISEÑO DE CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA AV. ORIENTE Y LA AV. MESONES MURO PARA PROMOVER EL USO DE LOS VEHICULOS NO MOTORIZADOS EN EL DISTRIO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | 5% |
| 2 | Submitted to uncedu Trabajo del estudiante | 2% |
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 4 | www.coursehero.com Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.slideshare.net Fuente de Internet | 1% |
| 7 | www.imt.mx Fuente de Internet | 1% |
| 8 | 1library.co Fuente de Internet | 1% |
| 9 | repositorio.ufsc.br Fuente de Internet | 1% |



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**SIMULACIÓN EN SUMO DE LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA AV.
ORIENTE Y LA AV. MESONES MURO PARA MEJORAR EL USO DE LOS
VEHICULOS NO MOTORIZADOS EN EL DISTRITO DE JAÉN – CAJAMARCA**

Línea de Investigación:

Seguridad Vial e Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transporte

Autora

Julca Díaz, Angelica Maria

Asesor

Paredes Paredes, Pervis

ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Chávez Dueñas, Jesús Alejandro

Vidal Retamozo, Eduardo Silvano

Lima – Perú

2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por esta gran bendición de permitirme llegar a esta etapa de mi vida, por brindarme la sabiduría necesaria en todo el trayecto de mi carrera y darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los obstáculos que enfrenté sola en la capital.

A mi madre, quien fue y sigue siendo el sostén de mi valentía, por darme sus palabras de aliento y hacer que cada día brille más, por estar conmigo desde el primer día que vimos los resultados de ingreso y por luchar junto a mí en todo este recorrido de mi carrera.

A mi pareja, Henry Bobadilla, por ser la persona que desde que comenzó este sueño maravilloso de ser ingeniera, estuvo ahí, por trasnocharse conmigo acompañándome y apoyándome con mis trabajos, por ser esa voz de motivación para seguir día a día.

Al profesor José León, amigo de mi papá, por apoyarme económica y emocionalmente en todo este recorrido.

Al Mg. Ing. Luis Belleza, por su constante apoyo y motivación durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Mg. Ing. Pervis Paredes, por su apoyo incondicional en el desarrollo de la presente investigación.

A la UNFV y a su plana docente de la facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, por los valores y conocimientos inculcados.

DEDICATORIA

A mi papá, el Ing. Mag. Luis Edwin Julca Vásquez, aunque me hubiera gustado que esté presente en este momento de mi vida tuvo que partir al encuentro con el Sr. pero sé que siempre estuvo ahí conmigo, acompañándome a donde iba y en lo que hacía.

Por motivarme a estudiar en la capital, por ser mi mano derecha, por sus enseñanzas brindadas en el colegio y durante la preparatoria

A mi mamá por su apoyo económico y motivacional, ya que sin el esfuerzo y sacrificio de ella no hubiera sido posible venir desde Jaén a estudiar a la capital. Elaboro esta tesis con el objetivo de aportar al bienestar del país y a la hermosa tierra en donde nací y crecí, Jaén.

Índice

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| I. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1. Descripción y formulación del problema..... | 3 |
| 1.1.1. Descripción..... | 3 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 4 |
| 1.2. Antecedentes | 4 |
| 1.3. Objetivos | 6 |
| 1.4. Justificación | 6 |
| 1.4.1. Justificación | 6 |
| 1.4.2. Importancia..... | 7 |
| 1.5. Hipótesis | 8 |
| 1.5.1. Formulación de hipótesis..... | 8 |
| 1.5.2. Identificación y clasificación de variables | 8 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación | 9 |
| 2.2. Definición de términos básicos | 11 |
| III. MÉTODO | 14 |
| 3.1. Tipo de investigación | 14 |
| 3.2. Ámbito temporal y espacial | 15 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Variables..... | 20 |
| 3.4. Población y muestra..... | 20 |
| 3.5. Instrumentos..... | 22 |
| 3.5.1. <i>Consideraciones para el desarrollo del trabajo</i> | 23 |
| 3.6. Procedimientos..... | 24 |
| 3.6.1. <i>Primera fase: Trabajo de gabinete</i> | 24 |
| 3.6.2. <i>Segunda fase: Trabajo de campo</i> | 24 |
| 3.6.3. <i>Tercera fase: Trabajo post campo</i> | 25 |
| 3.7. Análisis de datos | 25 |
| 3.8. Consideraciones éticas | 25 |
| IV. RESULTADOS | 26 |
| 4.1. Análisis de resultados..... | 26 |
| 4.1.1. <i>Simulación en sumo</i> | 26 |
| 4.1.2. <i>Estudio de tránsito</i> | 53 |
| 4.1.3. <i>Características de la infraestructura vial – evaluación de los componentes físicos de la zona de estudio</i> | 53 |
| 4.2. Análisis del entorno..... | 57 |
| 4.3. Análisis interno | 58 |
| 4.4. Resultados y análisis de datos estadísticos | 60 |
| 4.4.1. <i>Análisis de confiabilidad del instrumento – encuesta</i> | 60 |
| 4.4.2. <i>Trabajo de campo – Instrumento confiable</i> | 63 |

| | |
|--|----|
| 4.4.3. <i>Alternativas de innovación</i> | 71 |
| V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 78 |
| VI. CONCLUSIONES | 79 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 80 |
| VIII. REFERENCIAS..... | 81 |
| IX. ANEXOS | 83 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 <i>Cronograma de desarrollo de actividades</i> | 15 |
| Figura 2 <i>Cronograma de desarrollo de actividades</i> | 16 |
| Figura 3 <i>Cronograma de desarrollo de actividades</i> | 17 |
| Figura 4 <i>Cronograma de desarrollo de actividades</i> | 18 |
| Figura 5 <i>Ámbito espacial general-distrito de Jaén</i> | 19 |
| Figura 6 <i>Ámbito espacial específico del proyecto</i> | 19 |
| Figura 7 <i>Proyección de población habitante</i> | 22 |
| Figura 8 <i>Hoja de simulación general</i> | 26 |
| Figura 9 <i>Hoja de simulación – resultados N-S</i> | 27 |
| Figura 10 <i>Hoja de simulación – resultados E-O</i> | 27 |
| Figura 11 <i>Hoja de simulación – resultados N-S</i> | 28 |
| Figura 12 <i>Hoja de simulación – resultados S-N</i> | 28 |
| Figura 13 <i>Hoja de simulación – resultados E-O</i> | 29 |
| Figura 14 <i>Hoja de simulación – resultados O-E</i> | 29 |
| Figura 15 <i>Flujograma – direccionales</i> | 30 |
| Figura 16 <i>Capacidad de vehículos por sentido</i> | 31 |
| Figura 17 <i>Cantidad de vehículos</i> | 31 |
| Figura 18 <i>Hoja de simulación – resultados</i> | 32 |
| Figura 19 <i>Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 33 |
| Figura 20 <i>Nivel de servicio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 33 |
| Figura 21 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 34 |
| Figura 22 <i>Tiempo de viaje sentido Este a Norte</i> | 34 |
| Figura 23 <i>Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 35 |
| Figura 24 <i>Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 35 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 36 |
| Figura 26 <i>Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 36 |
| Figura 27 <i>Flujograma – direccionales</i> | 37 |
| Figura 28 <i>Hoja de simulación – resultados N-S</i> | 38 |
| Figura 29 <i>Hoja de simulación – resultados E-O</i> | 38 |
| Figura 30 <i>Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 39 |
| Figura 31 <i>Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía</i> | 39 |
| Figura 32 <i>Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 40 |
| Figura 33 <i>Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía</i> | 40 |
| Figura 34 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 41 |
| Figura 35 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía</i> | 41 |
| Figura 36 <i>Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Este a Norte</i> | 42 |
| Figura 37 <i>Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía</i> | 42 |
| Figura 38 <i>Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 43 |
| Figura 39 <i>Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía</i> | 43 |
| Figura 40 <i>Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 44 |
| Figura 41 <i>Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía</i> | 44 |
| Figura 42 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 45 |
| Figura 43 <i>Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía</i> | 45 |
| Figura 44 <i>Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este</i> | 46 |
| Figura 45 <i>Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía</i> | 46 |
| Figura 46 <i>Análisis de la red vial – Velocidad promedio</i> | 47 |
| Figura 47 <i>Análisis de la red vial – Demora promedio</i> | 47 |

| | |
|---|----|
| Figura 48 <i>Análisis de la red vial – Visualización de colas promedio</i> | 48 |
| Figura 49 <i>Análisis de la red vial – Evolución del tiempo promedio</i> | 49 |
| Figura 50 <i>Análisis de la red vial – Velocidad promedio</i> | 49 |
| Figura 51 <i>Análisis de la red vial – Demora promedio</i> | 50 |
| Figura 52 <i>Análisis de la red vial – Visualización de colas promedio</i> | 51 |
| Figura 53 <i>Análisis de la red vial – Evolución del tiempo promedio</i> | 52 |
| Figura 54 <i>Datos estadísticos por edades - Jaén, Jaén, Cajamarca</i> | 57 |
| Figura 55 <i>Establecimientos de salud</i> | 58 |
| Figura 56 <i>Instituciones educativas</i> | 59 |
| Figura 57 <i>Restaurantes y recreos</i> | 60 |
| Figura 58 <i>Resultados de las encuestas</i> | 65 |
| Figura 59 <i>Resultados de la encuesta</i> | 66 |
| Figura 60 <i>Sectores del distrito de Jaén</i> | 67 |
| Figura 61 <i>Rango de motivo de viaje</i> | 68 |
| Figura 62 <i>Rango de frecuencia de viaje</i> | 69 |
| Figura 63 <i>Rango de edad</i> | 70 |
| Figura 64 <i>Nivel de satisfacción de la propuesta de diseño</i> | 71 |
| Figura 65 <i>Innovación en infraestructura inteligente y conectada</i> | 71 |
| Figura 66 <i>Innovación sobre datos y evaluación en tiempo real</i> | 72 |
| Figura 67 <i>Innovación en gobernanza colaborativa</i> | 72 |
| Figura 68 <i>Innovación en diseño centrado el usuario y continuidad</i> | 72 |
| Figura 69 <i>Innovación en infraestructura regenerativa</i> | 73 |
| Figura 70 <i>Sección transversal Av. Mesones Muro</i> | 74 |
| Figura 71 <i>Vista de planta Av. Mesones Muro</i> | 75 |
| Figura 72 <i>Vista 3D Av. Mesones Muro</i> | 75 |

| | |
|---|----|
| Figura 73 <i>Sección transversal Av. Oriente</i> | 76 |
| Figura 74 <i>Vista de planta Av. Oriente</i> | 77 |
| Figura 75 <i>Vista 3D Av. Oriente</i> | 77 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Resultado de la situación actual</i> | 52 |
| Tabla 2 <i>Resultado de la situación proyectada</i> | 52 |
| Tabla 3 <i>Estructura del instrumento – Encuesta</i> | 60 |
| Tabla 4 <i>Resultado de la encuesta piloto</i> | 61 |
| Tabla 5 <i>Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 1</i> | 62 |
| Tabla 6 <i>Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 2</i> | 62 |
| Tabla 7 <i>Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 3</i> | 62 |
| Tabla 8 <i>Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 4</i> | 63 |
| Tabla 9 <i>Resultado final</i> | 63 |
| Tabla 10 <i>Estructura del instrumento</i> | 64 |
| Tabla 11 <i>Leyenda de la encuesta</i> | 64 |
| Tabla 12 <i>Destino de viaje</i> | 65 |
| Tabla 13 <i>Motivo de viaje</i> | 67 |
| Tabla 14 <i>Frecuencia de viaje</i> | 68 |
| Tabla 15 <i>Rango de edad</i> | 69 |

RESUMEN

El desarrollo de la tesis, denominada “Simulación en Sumo de la Cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro para Mejorar el Uso de los Vehículos No Motorizados en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén - Cajamarca”, tiene como principal objetivo determinar, como la simulación en sumo demostraría que la cicloinfraestructura influye favorablemente en la generación de la demanda y en la mejora de la calidad de vida de los habitantes en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025. El método que se desarrolló en esta tesis fue estadística descriptiva e inferencial, la cual se basa primeramente en determinar el cálculo preciso de la muestra para realizar con determinación la cantidad exacta de encuestas en campo y del cual conoceremos con precisión la aceptación que tendría este proyecto ante la población. Obteniendo como resultado la aceptación ante la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén – Cajamarca. Para una adecuada simulación en sumo se ha utilizado como base de información los estudios y diagnósticos para la implementación de ciclovías en las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo las cuales obran en el Programa Nacional de Transportes Urbano Sostenible – PROMOVILIDAD - MTC, y que han sido realizados con el apoyo técnico de la consultora CS CONS en el marco de la cooperación internacional.

Palabras clave: cicloinfraestructura, transporte no motorizado, demanda, oferta, simulación.

ABSTRACT

The development of this thesis, entitled “Sumo Simulation of Cycling Infrastructure on Avenida Oriente and Avenida Mesones Muro to Improve the Use of Non-Motorized Vehicles in the District of Jaén, Province of Jaén - Cajamarca,” has as its main objective to determine how Sumo simulation would demonstrate that cycling infrastructure favorably influences demand generation and improves the quality of life of residents in the District of Jaén - Cajamarca, by the year 2025. The method developed in this thesis was descriptive and inferential statistics, which is based first on determining the precise sample size to accurately conduct the exact number of field surveys. This will allow us to accurately understand the potential acceptance of this project among the population. The results show acceptance of the Sumo simulation of cycling infrastructure in the District of Jaén – Cajamarca. For an adequate simulation in sumo, the studies and diagnoses for the implementation of bicycle lanes in the cities of Arequipa, Piura and Trujillo have been used as a basis of information, which are contained in the National Program of Sustainable Urban Transport – PROMOVILIDAD - MTC, and which have been carried out with the technical support of the consulting firm CS CONS within the framework of international cooperation.

Keywords: cycle infrastructure, non-motorized transport, demand, supply, simulation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción

En todo el mundo, la contaminación ambiental es considerado uno de los problemas más graves y críticos. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) señala que cada año, mueren 12,6 millones de personas debido a factores medioambientales y se estima 250,000 muertes adicionales por año en las próximas décadas como resultado del cambio climático.

Es por ello que, según Cal y Cardenas (2018) ha impulsado el uso de la bicicleta o los modos de transportes no motorizados, siendo considerado, Colombia y Brasil los países pioneros en el uso de la bicicleta como alternativa de transporte no motorizado en América Latina.

Debido a que el transporte motorizado impacta negativamente en la contaminación ambiental, y según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2020) la contaminación por emisiones vehiculares es uno de los efectos principales del problema de transporte urbano. La combustión de vehículos es una de las principales emisiones que son causas de mortalidad en Lima Metropolitana, debido a afecciones respiratorias y cardiovasculares.

La movilidad urbana sostenible es hoy en día la forma de abordar los problemas más críticos de la movilidad tradicional de una manera integral, ecológica, eficiente y accesible para el transporte. Este enfoque sostenible busca entre sus principales beneficios lo siguiente: Mejora de la calidad del aire por bajas emisiones de vehículos motorizados, y por tanto sus efectos en la salud de la población y la economía de la población; reducción de la contaminación acústica, por el menor uso de vehículos motorizados creando entornos más

pacíficos; mejora de la seguridad y reducción de la siniestralidad, entre otros beneficios indirectos.

Hoy en día las personas presentan limitaciones para el desplazamiento en el “sistema” de transporte urbano, esto a causa de un transporte urbano deficiente, gobernanza del mismo inadecuada, deficiente provisión de infraestructura que restringe el servicio y el nulo alineamiento entre políticas de transporte y de desarrollo urbano.

Lo que se requiere es resolver el problema de los desplazamientos ciclistas y lograr beneficios para el Distrito de Jaén – Cajamarca en términos de movilidad urbana sostenible.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema principal. ¿De qué manera la simulación en sumo demostraría que la cicloinfraestructura mejora el uso de vehículos no motorizados en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025?

1.1.2.2. Problema secundario. ¿Cómo la simulación en sumo impacta en el uso de la misma sobre la ciudadanía en el distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025?

¿Cómo las vías existentes contribuyen en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025?

1.2. Antecedentes

El 22 de abril de 2016, Perú firmó el Acuerdo París, el objetivo de este acuerdo es limitar el aumento de la temperatura global con la finalidad de evitar efectos climáticos catastróficos. Busca alcanzar cero emisiones netas de gases de efecto invernadero antes del año 2100.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2020) evalúa la problemática del transporte analizando su informalidad, su infraestructura, entre otros aspectos. Señala que,

en el Perú existe una deficiente infraestructura en el transporte no motorizado, limitando el acceso a espacios públicos.

Bajo ese contexto, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2020) tiene como uno de los enfoques priorizar el uso de transporte no motorizado, por lo que sugiere a todas las ciudades del Perú priorizar este modo de transporte.

Moran y Baca (2022), en su estudio *“La estructura urbana y su influencia en la movilidad del transporte no motorizado: alrededores del Parque Kennedy, Miraflores, Lima-Perú 2022”*, señala que, indican que, para tener una adecuada movilidad de transporte no motorizado, se necesita generar espacios seguros, amplios y continuos, considerando una adecuado conectividad y accesibilidad, a la vez, señalan que:

La pirámide invertida busca dar a conocer las priorizaciones que se tienen al movilizarse, categorizando como principal línea a la movilidad peatonal, seguida de los ciclistas o vehículos no motorizados y por consiguiente se tienen a los vehículos motorizados, como primer orden al transporte público, seguido del transporte de logística y finalmente los vehículos particulares. Lo que nos da a conocer que el uso de vehículos no motorizados se encuentra como segunda prioridad en la movilidad urbana

Bajo el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2016) el Perú firmó el Acuerdo de París, con la finalidad de reducir los GEI, mejorando la calidad de vida de los seres vivos.

En línea con lo antes mencionado, el PNTU es un instrumento clave que busca impulsar el uso de vehículos no motorizados en cumplimiento con el Acuerdo de París en el sector transporte, con la finalidad de contribuir al medio ambiente y calidad de vida ya que el Perú tiene como meta reducir al 30% las emisiones de GEI al 2030, por el cual el sector transporte

tiene más del 12% de las emisiones de GEI. En relación a ello, con la presente investigación se busca mejorar el uso de vehículos no motorizados contribuyendo al desarrollo de nuestro país.

La Consultora CS CONS (2023) del Perú, brindó apoyo técnico para el desarrollo de estudios de inversión en el marco del Programa de Movilidad Urbana Sostenible – MTC, dichos estudios se tomaron como base principal para el desarrollo de la presente investigación en términos de diseño de cicloinfraestructura.

1.3. Objetivos

– Objetivo General

Simular en sumo una cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro para mejorar el uso de los vehículos no motorizados, con la finalidad de generar la demanda y tenga sus efectos en la mejora de la calidad de vida de la población en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

– Objetivos Específicos

Evaluar como la simulación en sumo de cicloinfraestructura impacta sobre la ciudadanía con la finalidad de conocer la viabilidad respecto al uso de la cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Analizar como las vías existentes contribuyen en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación

La presente tesis se justifica por la actualidad que vive el Distrito de Jaén respecto a la inexistencia de infraestructura vial que permita el desplazamiento del transporte no motorizado.

El enfoque de aplicabilidad de la simulación en sumo de cicloinfraestructura se origina en el Desarrollo Orientado al Transporte – DOT, el cual tiene como enfoque la planificación urbana buscando integrar el desarrollo urbano con los diferentes modos de transporte. Su principal idea es que la ciudad crezca alrededor del transporte, no que el transporte llegue después a servir a una expansión dispersa.

Bajo ese contexto, y conociendo la realidad que afronta esta ciudad, en la escases de infraestructura y de profesionales calificados en transporte y tránsito elaboro este estudio técnico a fin de mejorar el uso de vehículos no motorizados demostrado a través de la simulación en sumo de cicloinfraestructura en las Avenidas Oriente y Mesones Muro, la mejora de la transitabilidad de la población y la calidad de vida de los mismos, el cual está acompañado de una encuesta para conocer el grado de satisfacción de una futura implementación de cicloinfraestructura con un enfoque de poder ser replicado en otras vías o en otras provincias o ciudades que enfrentan esta problemática día a día.

1.4.2. Importancia

La presente tesis, tiene varios aspectos importantes, entre ellos los beneficios ambientales, reduciendo las emisiones de GEI y la contaminación sonora, los beneficios en la salud, fomentando la actividad física y mejorando la salud mental, los beneficios económicos, como el bajo costo de operación, ahorro en transporte diario y menor inversión pública y por último y más importante es que la presente tesis contribuye a las metas globales, ayudando a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS; como el ODS 3: Salud y Bienestar, ODS 11: Ciudades Sostenibles, ODS 13: Acción por el Clima, entre otros factores que influyen en bienestar de la ciudad de Jaén – Jaén – Cajamarca, beneficiando a más de 180,000 habitantes, todo ello en cumplimiento con el Acuerdo París, firmado con Perú el 22 de abril de 2016, con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global con la finalidad de evitar

efectos climáticos catastróficos. Busca alcanzar cero emisiones netas de gases de efecto invernadero antes del año 2100.

El diagnóstico realizado en las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo no solo nos permitirá elaborar la propuesta de diseño de cicloinfraestructura para la ciudad de Jaén – Jaén – Cajamarca en adecuadas y factibles condiciones, sino también, que a través de un estudio de campo que se realizará en la ciudad de Jaén – Jaén – Cajamarca nos permitirá saber el número de personas que se movilizaran en vehículos no motorizados, generando así la demanda sobre la oferta.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Formulación de hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general. La simulación en sumo de cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro influirá favorablemente en la mejora del uso de vehículos no motorizados en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

1.5.1.2. Hipótesis específicas. La simulación en sumo de cicloinfraestructura impactará positivamente sobre la ciudadanía del Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Las vías existentes contribuyen favorablemente en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

1.5.2. Identificación y clasificación de variables

- **Variable Independiente (VI)**
 - Simulación en sumo de Cicloinfraestructura
- **Variable Dependiente (VD)**
 - Uso de vehículos no motorizados

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

- Cal-Cárdenas et al. (2018), en su estudio “Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones”, considera que, el ciclista es el elemento más importante del tránsito y el transporte, sin embargo, también es considerado es el más vulnerable como la accidentabilidad, inseguridad, según la geografía, topografía y al clima distinto que presenta cada ciudad. Es por ello que, debido al aumento de la contaminación ambiental a causa de los vehículos automotores, se está comenzando a implementar sistemas de transporte no motorizado, para lograr este objetivo sugiere que, las ciclovías deberán tener un adecuado diseño y operación con la finalidad de que la vulnerabilidad sea la más mínima.
- International Transport Forum (ITF, 2023) indica que el estudio de demanda de transporte se realiza a través de datos en tiempo real, comportamiento actual de la población en todos los modos de transportes y se proyecta al futuro, desarrollando un análisis no solo cuantitativo sino cualitativo de la actualidad y de lo proyectado en un futuro.
- CS CONS (2023), “Estudio Técnico Complementario para Seleccionar Ciudades Adecuadas y Preparar una Idea de Proyecto sobre la Construcción/Ampliación de Ciclovías Bajo la Cooperación Financiera Alemana (Kfw)”, identificaron ciudades potenciales a nivel nacional para la implementación de cicloinfraestructuras como una propuesta de inversión, con la finalidad de reducir los Gases de Efecto Invernadero.
- Rosales (2022), en el estudio realizado “Diseño geométrico para la implementación de una ciclo-infraestructura en la Av. Tumbes, Tumbes”. Identifica que, en las intersecciones de la Av. Piura y la Av. Abad Puell, sobre la Av. Tumbes, hay presencia de usuarios que usan la bicicleta como modo de transporte y el cual está incrementando.

Bajo ese contexto, realiza un estudio de campo sobre el nivel de servicio y del flujo vehicular, analizando los resultados para la elaboración de propuestas de diseño, proponiendo dos alternativas de implementación de ciclo-infraestructura. La propuesta presentada cumple con las características mínimas para la implementación de ciclo-infraestructura.

- Mora (2025), en su estudio denominado “*Diseño de una ciclovía para mejorar la accesibilidad de los ciclistas entre la Av. Pedro Sotelo y Av. Wilber Antonio Aristides en el distrito de Tinguña – Ica validado a través de un modelo de simulación.*”, indica que, en la ciudad de Ica aumenta cada vez más el volumen vehicular, generando problemas de movilidad en la ciudad, debido a esta problemática, la población ha optado en gran medida movilizarse a través de vehículos no motorizados, sin embargo la ciudad de Ica no cuenta con una adecuada infraestructura para vehículos no motorizados, por lo que el estudio presenta una simulación de mejora sobre el uso de vehículos no motorizados contando con una adecuada cicloinfraestructura.
- Agudelo et al. (2019), en el estudio realizado “EVALUACIÓN DE CICLO-INFRAESTRUCTURA EN MEDELLÍN, COLOMBIA”. Indica que, el ciclismo y la caminata han tenido un incremento de usuarios desplazándose por estos modos de transportes en distintas ciudades nacionales e internacionales, es por ello que proponen desarrollar un plan de movilidad ciclista considerando las estrategias indicadas que ayuden al crecimiento de estos modos de transportes, partiendo desde la infraestructura y aplicándolo en un tramo de ciclorruta identificando los principales parámetros para definir una evaluación de carácter objetivo para este tipo de vías.
- Mena et al. (2018), en su estudio “Simulación y Análisis de Tráfico Vehicular en las Rutas de Acceso para la Ciudad de Quito con Mapas Geográficos en SUMO (Simulación de Movilidad Urbana)”, indica que el trabajo describe cómo crear un

ambiente de simulación que sea fiel a la realidad, usando mapas georreferenciados de Open Street Map (OSM). Se implementó JOSM para mejorar los mapas, y se utilizó el comando netconvert de SUMO para ajustar la infraestructura vial y eliminar elementos innecesarios, como giros de 180 grados o caminos aislados. Se llevaron a cabo pruebas en cinco escenarios de configuración que se fueron haciendo más cercanos a la realidad, siendo el Escenario 5 (que incorpora tiempos de semáforos verificados en el lugar) el que tuvo mayor impacto. La investigación muestra que SUMO es capaz de establecer escenarios con diferentes niveles de densidad vehicular, permitiendo observar alternativas para la movilidad, y resalta que cuanto más realistas sean los parámetros (particularmente la disposición real de los semáforos), más efectivas serán las soluciones propuestas para el tráfico en las entradas y salidas de Quito.

2.2. Definición de términos básicos

- **Accidentes viales:** Evento generado mayormente involuntario, ocurrido en una vía sobre algo o alguien, pueden ser causados por el hombre, fallas mecánicas, climatológicas, entre otros factores.
- **Circulación vial:** Persona o animal que transita por el centro o a los costados de las vías de una calle, avenida, jirón, vía express, etc. de un lugar con o sin población.
- **Calidad de vida:** Bienestar y comodidad general de una persona principalmente hacia su salud, pero a la vez también pueden ser económicos, emocionales, entre otros factores, que contribuyan a la satisfacción de cada uno.
- **Contaminación ambiental:** Presencia en un determinado espacio de sustancias químicas en el agua, suelo o aire, que afectan y atenta contra la vida de los seres vivos y al medio ambiente respectivamente.
- **Ciclo-infraestructura:** Carriles solo para el uso de vehículos no motorizados, por su diseño está separado de otros modos de transporte.

- **Demanda:** Es el deseo de los usuarios o clientes, para usar o comprar el servicio o producto respectivamente.
- **Encuesta:** Es un método de investigación que nos ayuda a recopilar datos e información a través de un formulario de preguntas dirigidas hacia una población general o específica.
- **Movilidad:** Acción de una persona u objeto que se puede mover y/o trasladar de un lugar a otro, en cualquier modo de transporte (marítimo, terrestre, aéreo, entre otros), sea para el traslado de pasajeros o mercancías, a nivel internacional o local.
- **Oferta:** Es la cantidad de servicios o bienes que un productor desea ofrecer a la población.
- **Predios:** Bien inmueble público o privado delimitado por una cierta área, construido o no, que tiene como dueños a personas naturales o jurídicas.
- **Stakeholders:** Personas o entidades interesadas e involucradas en algún proyecto, con el poder de financiamiento, oposición u opinión.
- **Satisfacción de la población:** Nivel de conformidad de las personas hacia los servicios o atención que tienen de una entidad pública o privada.
- **Simulación:** Demuestra y/o imita el comportamiento actual y proyectado de un estudio en proceso de elaboración y culminación.
- **Sumo:** “Simulación de Movilidad Urbana”, sirve para modelar y analizar el tráfico vehicular en entornos urbanos y de transporte es un simulador de tráfico microscópico que permite reproducir con alto nivel de detalle el comportamiento de los vehículos, conductores y redes viales en escenarios urbanos y de carretera.
- **Transporte no motorizado:** Se le conoce al traslado a pie, bicicleta o a algún vehículo que no tenga motor con la finalidad de trasladarse de un punto a otro.

- **Transporte urbano:** Conocido como el modo de transporte terrestre, acuático o aéreo, en una delimitada área sobre una localidad que cuenta con una cierta población, el transporte urbano posibilita el traslado de personas, animales o mercancías, enfocado mayormente al transporte público, pero a la vez, también se integra el transporte privado sobre un área urbana.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La presente tesis es de carácter pre experimental, es decir, en la presente tesis se simula la cicloinfraestructura y se evalúa la aceptación social mediante encuestas, las encuestas describen opiniones, percepciones y necesidades de la población. Es propositiva o proyectiva, ya que la investigación culmina con la simulación en sumo de la cicloinfraestructura que aplica principios del Desarrollo Orientado al Transporte – DOT, planteando una solución técnica proponiendo una alternativa adecuada para elaborar una simulación en sumo de cicloinfraestructura para el Distrito de Jaén - Cajamarca, generando la demanda e implementado la oferta y mejorando la calidad de vida de los mismos.

Presenta un nivel de investigación de tipo descriptiva, ya que se recolecta, mide y evalúa el grado de aceptación de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Se propone una propuesta técnica, ya que se utiliza determinados softwares para la elaboración del diseño, se elabora pruebas estadísticas con el objetivo de conocer los efectos de la población sobre la variable dependiente.

Se analiza un diseño transversal, ya que, involucra la recolección de datos en un determinado tiempo y a una cierta población.

La investigación describe y analiza las características del Distrito de Jaén - Cajamarca, se anuncia las variables de satisfacción de la población y el grado de conformidad de cada uno de ellos, lo que permite presentar una síntesis del trabajo de investigación.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El desarrollo del presente trabajo se realizó en un tiempo aproximado de 6 meses, las actividades incluyeron gestiones de carácter político y técnico, investigación de aplicaciones en ciudades similares de implementación de cicloinfraestructura, que permitan una estrategia integral y sostenible para dicha elaboración de simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Figura 1

Cronograma de desarrollo de actividades

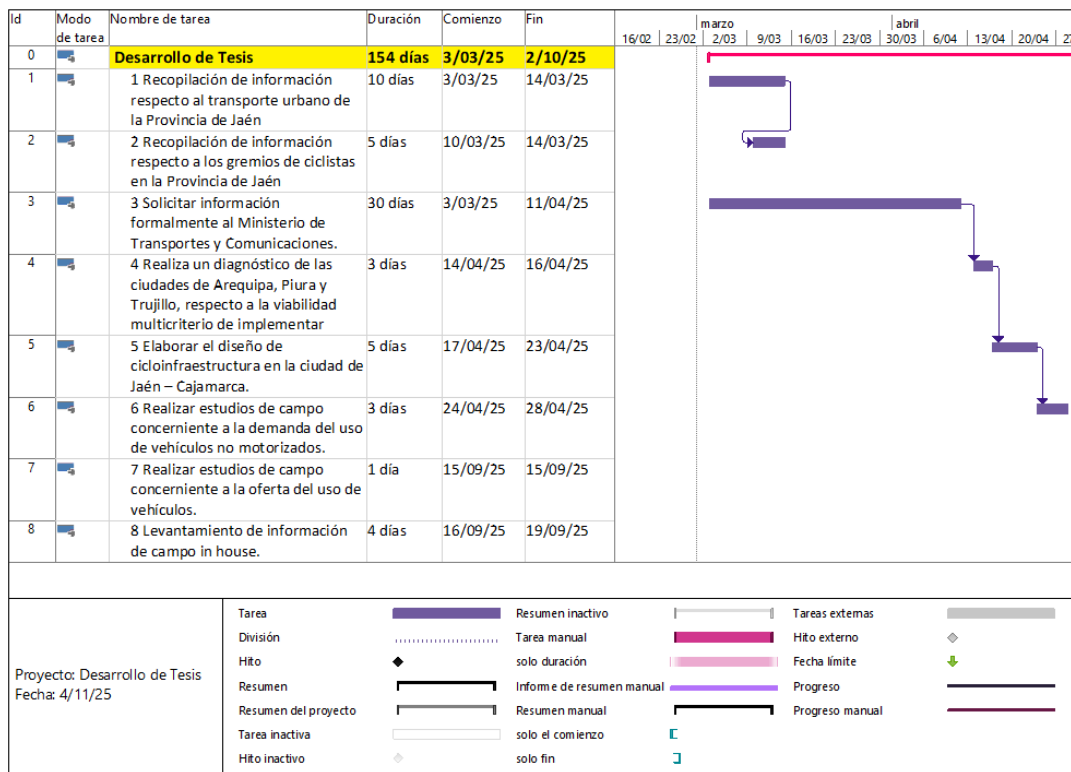


Figura 2

Cronograma de desarrollo de actividades

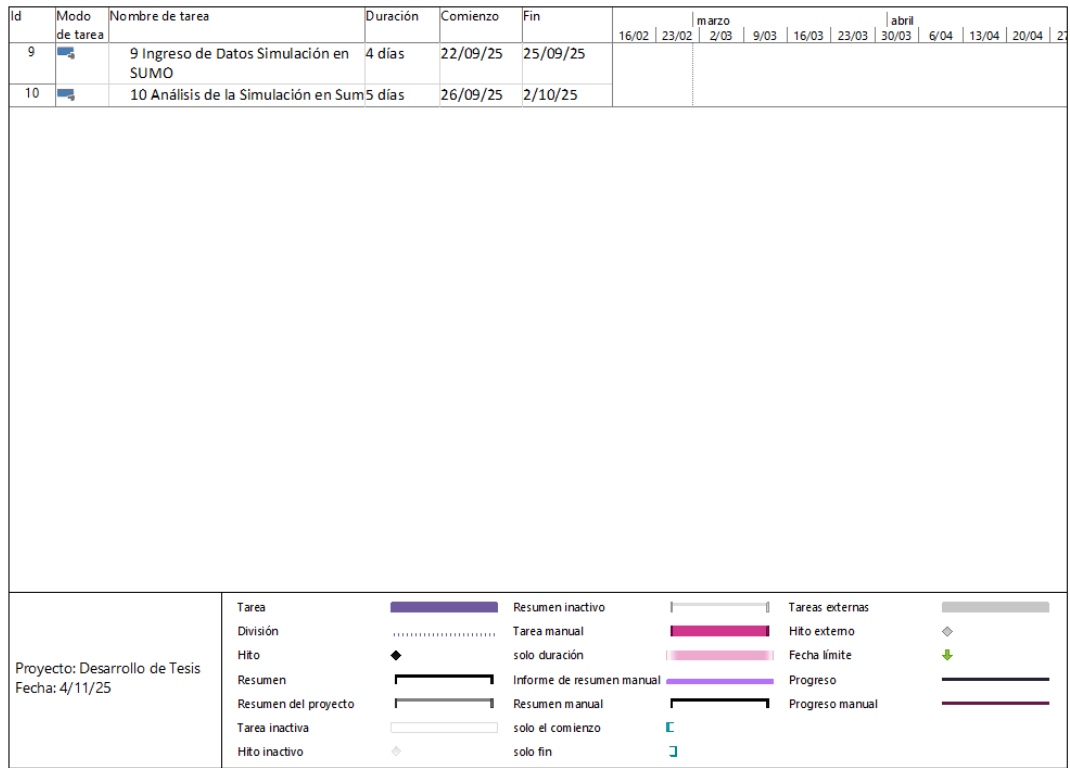


Figura 3

Cronograma de desarrollo de actividades



Figura 4

Cronograma de desarrollo de actividades



El ámbito espacial está conformado generalmente por el Distrito de Jaén - Cajamarca y específicamente el proyecto a aplicarse es sobre la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro para mejorar de uso de vehículos no motorizados de cicloinfraestructura, contribuyendo al bienestar y seguridad de la población.

Figura 5

Ámbito espacial general-distrito de Jaén

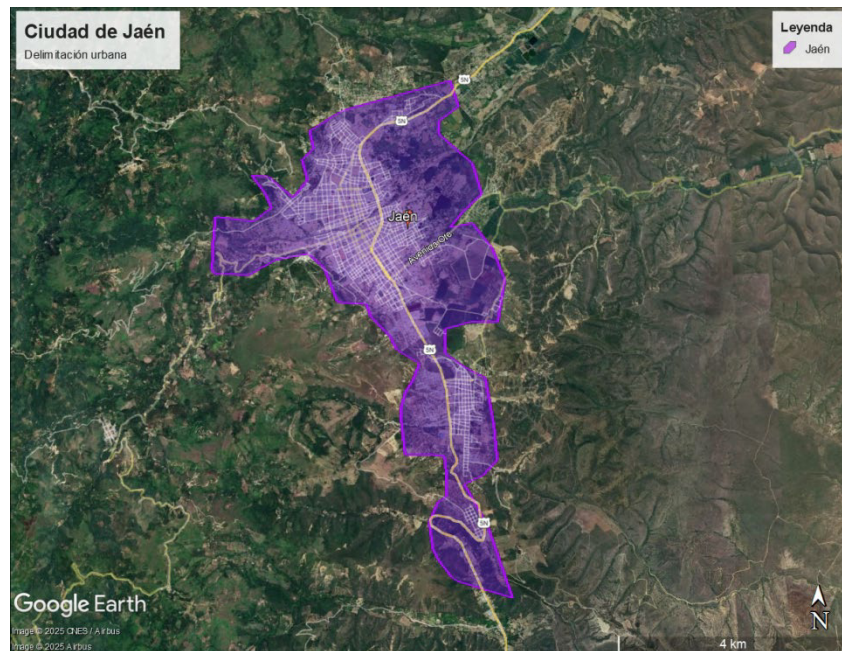
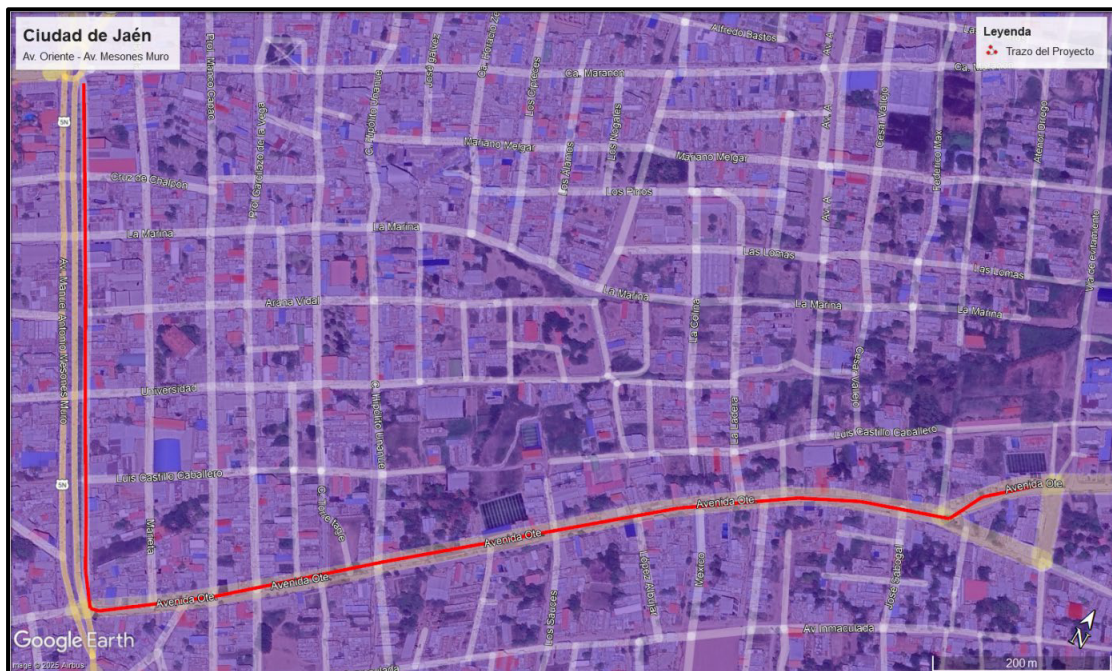


Figura 6

Ámbito espacial específico del proyecto



3.3. Variables

- **Variable Independiente (VI)**
 - Simulación en sumo de Cicloinfraestructura
- **Variable Dependiente (VD)**
 - Uso de vehículos no motorizados

3.4. Población y muestra

La población de la investigación está conformada por las personas que viven en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

En ese sentido, la muestra de la investigación está conformada por los habitantes que se encuentran en el área de influencia de estudio, es decir está conformada por la población del distrito de Jaén, cabe precisar que los trazos propuestos para la implementación del servicio se encuentran delimitados por la Av. Oriente y Av. Mesones Muro, que son una de las vías con mayor flujo de personas que se trasladan bajo distintos modos de transporte.

Bajo ese contexto, se ha tomado la población del distrito de Jaén la cual está conformada por 94,153 habitantes, de acuerdo al Censo de 2017.

Según la metodología, el cálculo de la muestra ha determinado que la cantidad de encuestas realizadas serían para 73 personas, por lo que el instrumento a ser utilizado, en este caso, la encuesta, considera que estos resultados serán evaluados en el marco de los parámetros (“indicadores”) establecidos en dicho instrumento (la encuesta), sin embargo, a la vez se realizará una simulación proyectada para 7,458.00 personas, las cuales habitan en un margen de 500m² del área de influencia del proyecto.

A continuación, se muestran los datos que han sido necesarios para calcular el tamaño de muestra y que han dado como resultado los 73 encuestados del estudio:

- Tamaño de la Población, que representa la cantidad total de personas, en este caso todas las personas habitantes en el distrito de Jaén.
- Margen de error, que representa el porcentaje de precisión de los resultados, y que reflejan las opiniones de la población, en ese sentido si el margen de error es menor (5%), más precisión se tendrá en la respuesta.
- El nivel de confianza, es el grado de certeza en que la población elegirá una respuesta dentro de un rango determinado (considerado dentro de las alternativas de la encuesta), estadísticamente se suele usar niveles de confianza del 95% o 99%.
- La desviación estándar que representa la variación del promedio o media, siendo que la desviación estándar es baja, entonces los datos son cercanos al promedio, y siendo esta alta, los datos estarán más dispersos.

A continuación, se establece la siguiente fórmula para su determinación:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 x p (1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 x p (1 - p)}{e^2 N} \right)}$$

Donde:

Factor del nivel de confianza: $z = 1.96$

p : nivel de confianza (95%), considero el 95% ya que los estudios estadísticos realizados aplican mayormente el 95% del nivel de confianza.

e : 5%, es la diferencia del nivel de confianza.

N : Población = 94,153

El resultado de la muestra aplicando la fórmula es de 73 personas

Bajo ese contexto, el;

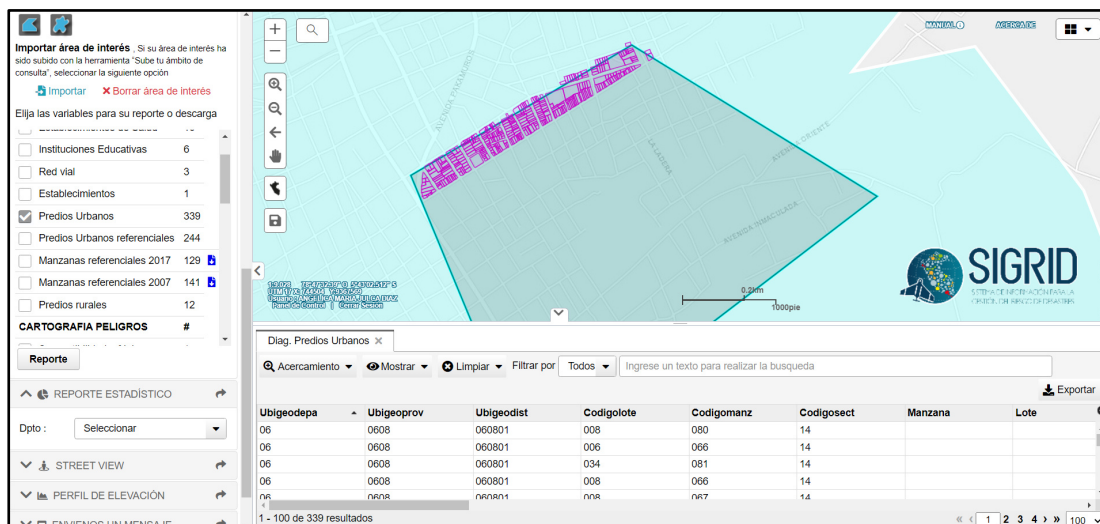
Universo: 94,153 habitantes (INEI 2017) – Jaén (Distrito)

Muestra: 73 personas

Sin embargo, este estudio de investigación beneficiará alrededor de 7,458.00 mil personas que colindan con el trazo del proyecto, a continuación, se desarrolla un proyectado de la población habitante alrededor del proyecto.

Figura 7

Proyección de población habitante



Se identifican 339 predios urbanos, por 14 cuadras, realizando un análisis, la delimitación del margen del proyecto cuenta con aproximadamente 154 cuadras, lo cual corresponde a un aproximado de 3,729 predios urbanos colindantes al área del proyecto; proyectando una cantidad mínima de 2 habitantes por domicilio, la población beneficiaria sobre el proyecto es de 7,458 habitantes.

3.5. Instrumentos

Para el desarrollo del trabajo de investigación se realizó lo siguiente:

- Investigación de campo:
 - ✓ Observación in situ: Usuarios de los diferentes modos transporte.
 - ✓ Recopilación de información de la Municipalidad Provincial de Jaén en referencias a los gremios de ciclistas en la ciudad.
 - ✓ Entrevista a uno de los miembros que forma parte de un gremio de transporte no motorizados.
- Investigación documentaria:
 - ✓ Solicitud al MTC el estudio de implementación de ciclovías para las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo propuesta por el PNTU con el apoyo técnico de la consultora CS CONS en el marco de la cooperación internacional.
 - ✓ Plan Nacional de Transporte Urbano.
 - ✓ PDU de la Provincia de Jaén al 2025.
- Como instrumentos tenemos: Evidencias del estudio de campo, planos, encuestas estructuradas, laptop, software de AutoCad y Sumo.
- Se ha desarrollado la aplicación de encuestas a 73 personas y beneficiando a 7,458 habitantes, bajo los parámetros requeridos para el sustento de la implementación de la cicloinfraestructura en el tramo previsto en el distrito de Jaén.

3.5.1. Consideraciones para el desarrollo del trabajo

Evaluar los componentes físicos de la zona de estudio.

Elaborar encuestas de acuerdo a criterios de evaluación (normas, buenas prácticas y sociales) para la elaboración de la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Realizar encuestas a las personas del área de influencia del estudio.

Analizar el grado de satisfacción de la población beneficiaría.

Elaborar la simulación en sumo de cicloinfraestructura en la Av. Oriente y Av. Mesones Muro del Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Primera fase: Trabajo de gabinete

En el marco de la Ley de Transparencia Pública y Acceso a la Información Pública - Ley N° 27806, artículo 10 Información de Acceso al Público, se solicitó información al Ministro de Transportes y Comunicaciones, respecto a los estudios y diagnósticos para la implementación de ciclovías en las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo las cuales obran en el PROMOVILIDAD, y que han sido realizados con el apoyo técnico de la consultora CS CONS en el marco de la cooperación internacional.

Evaluación del diagnóstico de las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo, respecto a la viabilidad multicriterio de implementar cicloinfraestructura documento denominado: “ESTUDIO TÉCNICO COMPLEMENTARIO PARA SELECCIONAR CIUDADES ADECUADAS Y PREPARAR UNA IDEA DE PROYECTO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN/AMPLIACIÓN DE CICLOVÍAS BAJO LA COOPERACIÓN FINANCIERA ALEMANA (KFW)”.

Elaboración de la estructura de la encuesta de acuerdo a criterios de evaluación para la elaboración en sumo de la cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Según la metodología aplicada en la presente tesis, se ha calculado el tamaño de la muestra, lo cual representa la cantidad de encuestas a realizarse dentro del área específica del proyecto.

3.6.2. Segunda fase: Trabajo de campo

- Evaluación de los componentes físicos de la zona de estudio.

- Análisis de Confiabilidad del instrumento – encuesta.
- Encuestas a las personas que viven en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro.
- Levantamiento de información de campo concerniente a las medidas de las vías.

3.6.3. Tercera fase: Trabajo post campo

- Reporte del grado de satisfacción de la población beneficiaría.
- Elaboración de la simulación en sumo de cicloinfraestructura en la Av. Oriente y Av. Mesones Muro del Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

3.7. Análisis de datos

Se ha realizado la Simulación en Sumo de la Situación Actual y la Situación Proyectada, para conocer los efectos de la Situación Proyectada ante la Situación Actual, estos análisis de datos se realizan sobre la muestra calculada en el presente trabajo de investigación, a la vez, se ha realizado el levantamiento de información sobre el trazo de estudio del proyecto, para lo cual se ha realizado el análisis in situ.

3.8. Consideraciones éticas

El desarrollo del presente trabajo de investigación integra valores primordiales como la confidencialidad de los datos de las personas encuestadas, respetando los parámetros de privacidad y la participación y colaboración de los habitantes.

Proceso de solicitud de información solicitada al estado peruano, en el marco de la Ley de Transparencia Pública y Acceso a la Información Pública - Ley N° 27806, artículo 10 Información de Acceso al Público, el cual cumple el parámetro de información consentida, mediante Oficio N°1408-2025-MTC/04.02.99, de parte del responsable de acceso a la información pública del MTC.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Simulación en sumo

Se ha realizado la Simulación en Sumo de la Situación Actual y la Situación Proyectada, para conocer los efectos de la Situación Proyectada ante la Situación Actual, se ha realizado el levantamiento de información sobre el trazo de estudio del proyecto, para lo cual se ha realizado el análisis in situ, aplicando la siguiente hoja de resumen.

Figura 8

Hoja de simulación general

| HOJA RESUMEN (N-S) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|----|----|----|-----------|--------------|----|----------|-----------|---------|----------|---------|---------------|-----|-------------|-----|----------|---------|----------|---------|--------|----|----|----|--|
| INTERSECCION | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | FECHA | : 15/09/2025 | | | | AUTOS | | 1 | CAMION | 2.5 | MOTO LINEAL | 3.5 | | | | | | | | | |
| APROXIMACION | : - | | | | DIA | : LUNES | | | | OMNIBUS | | 3 | O. INTERPROV. | 3 | BICICLETA | 3 | | | | | | | | | |
| DISTRITO | : JAÉN | | | | | | | | MICRO BUS | | 2 | TRAILER | 3.5 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | C. RURAL | | 1.25 | MOTOTAXI | 0.75 | | | | | | | | | | | | | |
| HORARIO | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | ACCESOS | TOTAL X | U.C.P. | | | | |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1/4 HORA | HORARIA | 1/4 HORA | HORA | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 12:00-12:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:15-12:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:30-12:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:45-13:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H.P.A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H.P.M.D. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H.P.P.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Se ha considerado el levantamiento de información entre las 12:00pm hasta la 13:00pm, a la vez, se ha considerado, este lapso de tiempo ya que, por ser una ciudad pequeña, el retorno a los hogares en la hora de almuerzo es mayor, conociendo la realidad actual, adicional a ello y muy importante es considerar la hora de salida de los escolares y encuestando personalmente a cada uno de ellos para conocer la realidad que afrontan día a día.

Figura 9

Hoja de simulación – resultados N-S

| HOJA RESUMEN (N-S) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|----------------------------------|----|----|-----------|----|----|----|----------|----|-----|----|-------------|-------|-----|--------------|----------|---------|----------|---------|-------|-----|------|-----------|---|------|-----|---------------|--|------|--|-------------|--|-----|--|
| INTERSECCION | | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | | | FECHA | | : 15/09/2025 | | | | | | | | AUTOS | | 1 | | CAMION | | 2.5 | | MOTO LINEAL | | 3.5 | |
| APROXIMACION | | : | | | | | | | | | | | | DIA | | : LUNES | | | | | | | | OMNIBUS | | 3 | | O. INTERPROV. | | 3 | | BICICLETA | | 3 | |
| DISTRITO | | : JAÉN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | MICRO BUS | | 2 | | TRAILER | | 3.5 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C. RURAL | | 1.25 | | MOTOTAXI | | 0.75 | | | | | |
| HORARIO | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | ACCESOS | TOTAL X | U.C.P | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1/4 HORA | HORARIA | 1/4 HORA | HORA | 10 | 11 | 12 | 13 | | | | | | | | | | | |
| 12:00-12:15 | | 9 | 21 | 6 | | | 18 | | | | | | 21 | 63 | 6 | | 19 | 46 | 9 | | 218 | 218 | 756 | 756 | 0 | 145 | 229 | 42 | | | | | | | |
| 12:15-12:30 | | 13 | 29 | 11 | | | 21 | | | | | | 15 | 81 | 3 | | 15 | 28 | 8 | | 224 | 442 | 778 | 1534 | 0 | 140 | 188 | 41 | | | | | | | |
| 12:30-12:45 | | 5 | 17 | 3 | | | 25 | | | | | | 18 | 53 | 3 | | 11 | 39 | 5 | | 179 | 621 | 699 | 2233 | 0 | 132 | 193 | 23 | | | | | | | |
| 12:45-13:00 | | 7 | 26 | 5 | | | 26 | | | | | | 11 | 65 | 8 | | 8 | 43 | 5 | | 204 | 825 | 682 | 2915 | 0 | 121 | 225 | 29 | | | | | | | |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 825 | | 2915 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| H.P.M.D. | 0 | 34 | 93 | 25 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 65 | 262 | 20 | 0 | 53 | 156 | 27 | | | | | 0 | 538 | 836 | 135 | | | | | | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |

Figura 10

Hoja de simulación – resultados E-O

| HOJA RESUMEN (E-O) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|----------------------------------|----|----|-----------|----|----|----|----------|----|----|----|-------------|-------|----|------------|----------|---------|-------|----|----|----|-----|-----------|--|------|--|---------------|--|------|--|-------------|--|-----|--|
| INTERSECCION | | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | | | FECHA | | : 15/09/25 | | | | | | | | AUTOS | | 1 | | CAMION | | 2.5 | | MOTO LINEAL | | 3.5 | |
| APROXIMACION | | : | | | | | | | | | | | | DIA | | : LUNES | | | | | | | | OMNIBUS | | 3 | | O. INTERPROV. | | 3 | | BICICLETA | | 3 | |
| DISTRITO | | : JAÉN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | MICRO BUS | | 2 | | TRAILER | | 3.5 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C. RURAL | | 1.25 | | MOTOTAXI | | 0.75 | | | | | |
| HORAS DE CONTROL | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | F.H.P | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 1/4 HORA | HORARIA | 30 | 31 | 32 | 33 | | | | | | | | | | | | | |
| 12:00-12:15 | 5 | 5 | 18 | 7 | | | | | 18 | 6 | 9 | 26 | 8 | 5 | 10 | 12 | 11 | 140 | 140 | 11 | 15 | 80 | 106 | | | | | | | | | | | | |
| 12:15-12:30 | 5 | 12 | 21 | 12 | | | | | 29 | 5 | 5 | 19 | 9 | 11 | 8 | 10 | 12 | 158 | 298 | 12 | 18 | 70 | 148 | | | | | | | | | | | | |
| 12:30-12:45 | 7 | 8 | 18 | 9 | | | | | 20 | 15 | 5 | 17 | 12 | 8 | 9 | 16 | 8 | 152 | 450 | 21 | 15 | 87 | 106 | | | | | | | | | | | | |
| 12:45-13:00 | 12 | 8 | 15 | 10 | | | | | 23 | 10 | 6 | 10 | 4 | 10 | 8 | 5 | 8 | 129 | 579 | 23 | 15 | 40 | 110 | | | | | | | | | | | | |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 579 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| H.P.M.D. | 29 | 33 | 72 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 36 | 25 | 72 | 33 | 34 | 35 | 43 | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

De las figuras antes expuestas se puede visualizar que se ha realizado el conteo de los vehículos no motorizados de Norte a Este y Viceversa.

Situación Actual

Figura 11

Hoja de simulación – resultados N-S

| HOJA RESUMEN (N-S) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----|----------|----|--------------------|----|---------------------------------------|----|----|-----|----------|---------|----------|---------|-------|----|-----|-----|-----|
| INTERSECCION APROXIMACION DISTRITO | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | FECHA : 15/09/2025 | | AUTOS 1 CAMION 2.5 MOTO LINEAL 3.5 | | | | | | | | | | | | |
| | : - | | | | | | | | | | DIA : LUNES | | OMNIBUS 3 O. INTERPROV. 3 BICICLETA 3 | | | | | | | | | | | | |
| | : JAÉN | | | | | | | | | | | | MICRO BUS 2 TRAILER 3.5 | | | | | | | | | | | | |
| | | C. RURAL 1.25 | | | MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORARIO | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | ACCESOS | TOTAL X | U.C.P | | | | |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1/4 HORA | HORARIA | 1/4 HORA | HORA | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 12:00-12:15 | | 9 | 21 | 6 | | | 18 | | | | 21 | 63 | 6 | | 19 | 46 | 9 | 218 | 218 | 756 | 756 | 0 | 145 | 229 | 42 |
| 12:15-12:30 | | 13 | 29 | 11 | | | 21 | | | | 15 | 81 | 3 | | 15 | 28 | 8 | 224 | 442 | 778 | 1534 | 0 | 140 | 188 | 41 |
| 12:30-12:45 | | 5 | 17 | 3 | | | 25 | | | | 18 | 53 | 3 | | 11 | 39 | 5 | 179 | 621 | 699 | 2233 | 0 | 132 | 193 | 23 |
| 12:45-13:00 | | 7 | 26 | 5 | | | 26 | | | | 11 | 65 | 8 | | 8 | 43 | 5 | 204 | 825 | 682 | 2915 | 0 | 121 | 225 | 29 |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 825 | | 2915 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.P.M.D. | 0 | 34 | 93 | 25 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 65 | 262 | 20 | 0 | 0 | 53 | 156 | 27 | | | | | 0 | 538 | 836 | 135 |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 12

Hoja de simulación – resultados S-N

| HOJA RESUMEN (S-N) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----|----------|----|--------------------|----|---------------------------------------|----|-----|----|----------|---------|-------|----|-----|----|
| INTERSECCION APROXIMACION DISTRITO | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | FECHA : 15/09/2025 | | AUTOS 1 CAMION 2.5 MOTO LINEAL 3.5 | | | | | | | | | |
| | : - | | | | | | | | | | DIA : LUNES | | OMNIBUS 3 O. INTERPROV. 3 BICICLETA 3 | | | | | | | | | |
| | : JAÉN | | | | | | | | | | | | MICRO BUS 2 TRAILER 3.5 | | | | | | | | | |
| | | C. RURAL 1.25 | | | MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORARIO | AUTOS | | | | CAMION | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | F.H.P | | | |
| | 20 | 21 | 22 | 23 | 20 | 21 | 22 | 23 | 20 | 21 | 22 | 23 | 20 | 21 | 22 | 23 | 1/4 HORA | HORARIA | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 12:00-12:15 | 18 | 5 | 17 | 9 | 8 | 1 | 2 | 1 | 22 | 9 | 79 | 5 | 67 | 5 | 38 | 10 | 296 | 296 | 77 | 16 | 214 | 50 |
| 12:15-12:30 | 15 | 5 | 15 | 12 | 5 | 3 | 2 | | 15 | 6 | 95 | 7 | 58 | 6 | 39 | 9 | 292 | 588 | 58 | 19 | 228 | 49 |
| 12:30-12:45 | 20 | 7 | 13 | 8 | 3 | 1 | 5 | 1 | 19 | 7 | 81 | 7 | 71 | 5 | 28 | 5 | 281 | 868 | 65 | 16 | 184 | 33 |
| 12:45-13:00 | 18 | 3 | 20 | 8 | 3 | | 3 | | 23 | 10 | 65 | 7 | 50 | 7 | 41 | 4 | 262 | 1131 | 59 | 13 | 220 | 27 |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1131 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.P.M.D. | 71 | 20 | 65 | 37 | 19 | 5 | 12 | 2 | 79 | 32 | 320 | 26 | 246 | 23 | 146 | 28 | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |

Figura 13

Hoja de simulación – resultados E-O

| HOJA RESUMEN (E-O) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|----------------------------------|---------------|----|-----------|-------|----|----------|---------------|-----------|----|-------------|-----------------|----|-----------------|----|----------|---------|-------|----|----|-----|
| INTERSECCION | | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | FECHA | | 15/09/25 | | AUTOS 1 | | | CAMION 2.5 | | MOTO LINEAL 3.5 | | | | | | | |
| APROXIMACION | | : - | | | | DIA | | LUNES | | OMNIBUS 3 | | | O. INTERPROV. 3 | | BICICLETA 3 | | | | | | | |
| DISTRITO | | : JAÉN | | | | | | | MICRO BUS 2 | | | TRAILER 3.5 | | | | | | | | | | |
| | | | C. RURAL 1.25 | | | | | | MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | | | | |
| HORAS DE CONTROL | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | F.H.P | | | |
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 1/4 HORA | HORARIA | 30 | 31 | 32 | 33 |
| 12:00-12:15 | 5 | 5 | 18 | 7 | | | | 18 | 6 | 9 | 26 | 8 | 5 | 10 | 12 | 11 | 140 | 140 | 11 | 15 | 80 | 106 |
| 12:15-12:30 | 5 | 12 | 21 | 12 | | | | 29 | 5 | 5 | 19 | 9 | 11 | 8 | 10 | 12 | 158 | 298 | 12 | 18 | 70 | 148 |
| 12:30-12:45 | 7 | 8 | 18 | 9 | | | | 20 | 15 | 5 | 17 | 12 | 8 | 9 | 16 | 8 | 152 | 450 | 21 | 15 | 87 | 106 |
| 12:45-13:00 | 12 | 8 | 15 | 10 | | | | 23 | 10 | 6 | 10 | 4 | 10 | 8 | 5 | 8 | 129 | 579 | 23 | 15 | 40 | 110 |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 579 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.P.M.D. | 29 | 33 | 72 | 38 | 0 | 0 | 0 | 90 | 36 | 25 | 72 | 33 | 34 | 35 | 43 | 39 | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |

Figura 14

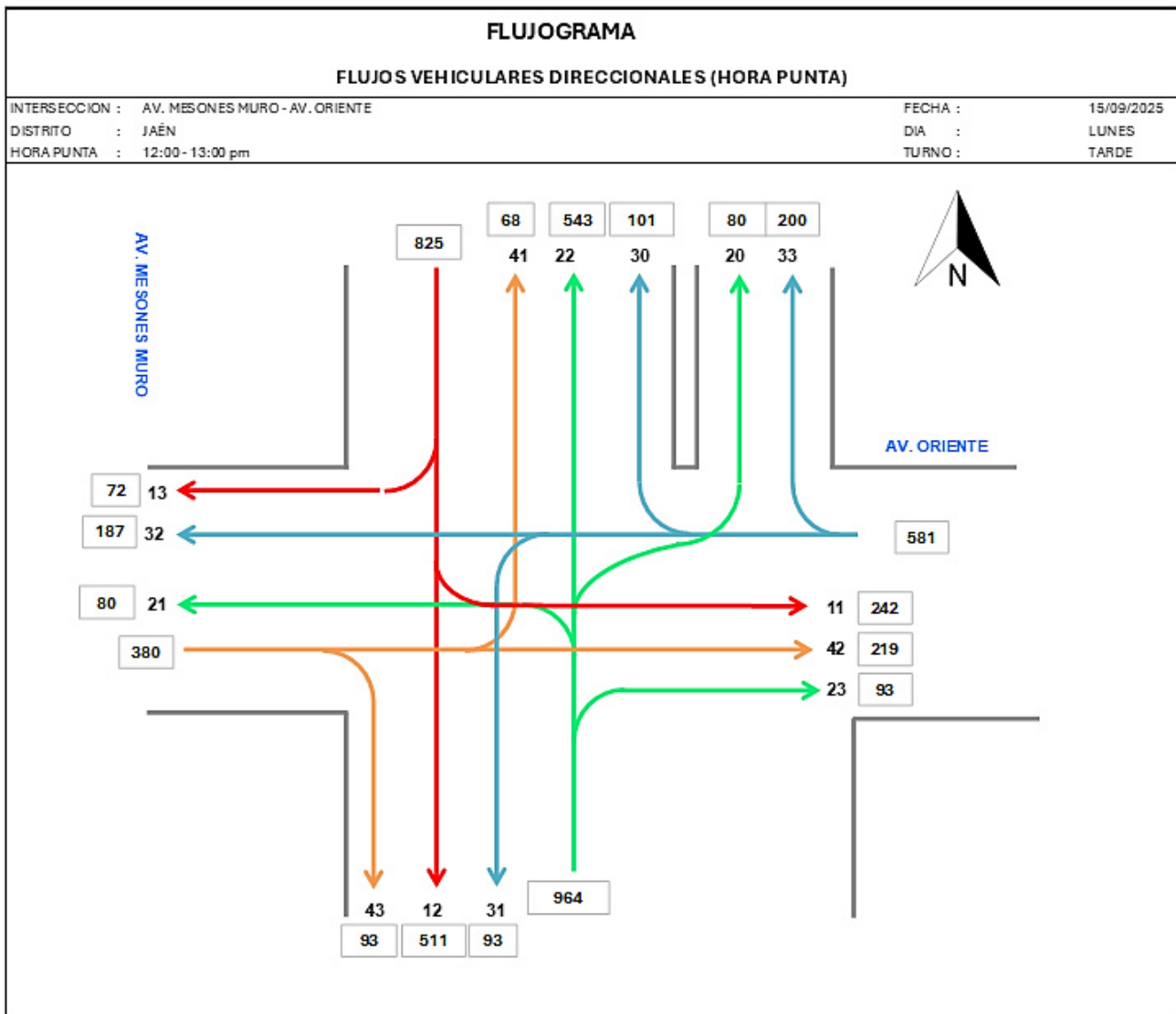
Hoja de simulación – resultados O-E

| HOJA RESUMEN (APROXIMACION O-E) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------------------------------|---------------|----|--------|-------|----|----------|---------------|-----------|----|-------------|-----------------|----|-----------------|----|----------|---------|-------|----|----|-----|----|
| INTERSECCION | | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | FECHA | | 15/09/25 | | AUTOS 1 | | | CAMION 2.5 | | MOTO LINEAL 3.5 | | | | | | | | |
| APROXIMACION | | : - | | | | DIA | | LUNES | | OMNIBUS 3 | | | O. INTERPROV. 3 | | BICICLETA 3 | | | | | | | | |
| DISTRITO | | : JAÉN | | | | | | | MICRO BUS 2 | | | TRAILER 3.5 | | | | | | | | | | | |
| | | | C. RURAL 1.25 | | | | | | MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | | | | | |
| HORAS DE CONTROL | AUTOS | | | | CAMION | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | F.H.P | | | | |
| | 40 | 41 | 42 | 43 | 40 | 41 | 42 | 43 | 40 | 41 | 42 | 43 | 40 | 41 | 42 | 43 | 1/4 HORA | HORARIA | 40 | 41 | 42 | 43 | |
| 12:00-12:15 | | 15 | 19 | 5 | | 1 | 5 | | | | 5 | 26 | 5 | | 5 | 11 | 5 | 102 | 102 | 0 | 23 | 90 | 26 |
| 12:15-12:30 | | 10 | 25 | 9 | | | 2 | | | | 2 | 17 | 7 | | 3 | 18 | 11 | 104 | 206 | 0 | 12 | 106 | 53 |
| 12:30-12:45 | | 8 | 11 | 10 | | | 3 | 2 | | | | 18 | 5 | | 5 | 16 | 9 | 87 | 293 | 0 | 17 | 86 | 45 |
| 12:45-13:00 | | 5 | 14 | 12 | | | 1 | | | | 1 | 15 | 9 | | 5 | 19 | 6 | 87 | 380 | 0 | 7 | 84 | 40 |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 380 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| H.P.M.D. | 0 | 38 | 69 | 36 | 0 | 4 | 10 | 0 | 0 | 8 | 76 | 26 | 0 | 18 | 64 | 31 | | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |

A continuación, se muestra el flujograma proyectado de las hojas resumen obtenida con el análisis realizado en campo de la Situación Actual.

Figura 15

Flujograma – direccionales



Se obtienen los siguientes datos:

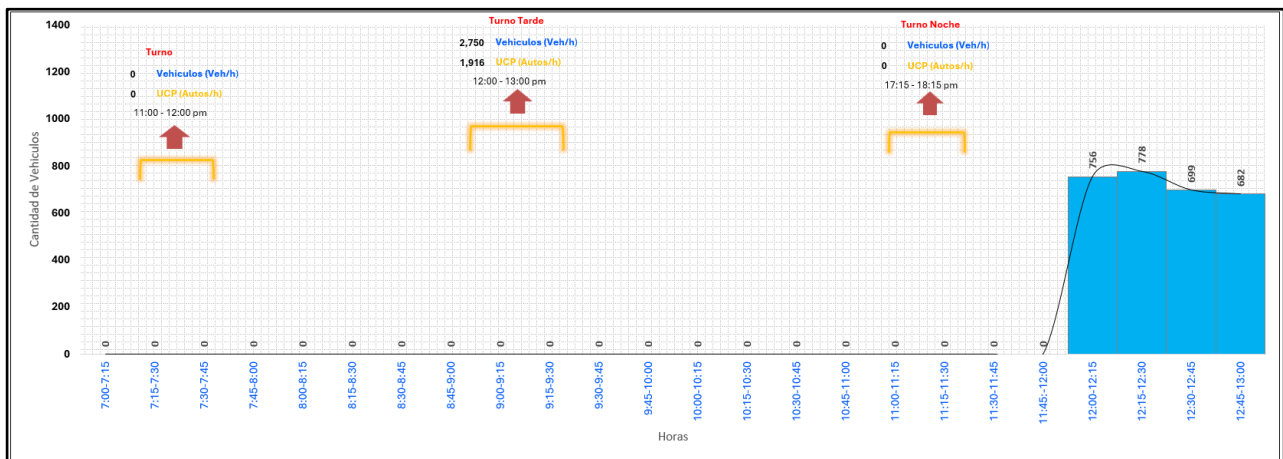
Figura 16

Capacidad de vehículos por sentido

| TIPO DE VEHICULO | NORTE | | | | SUR | | | | OESTE | | | | ESTE | | | | TOTAL | % |
|------------------|-------|----|-----|----|-----|----|-----|----|-------|----|----|----|------|----|----|----|-------|---------|
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 20 | 21 | 22 | 23 | 40 | 41 | 42 | 43 | 30 | 31 | 32 | 33 | | |
| AUTOS | 0 | 34 | 93 | 25 | 71 | 20 | 65 | 37 | 0 | 38 | 69 | 36 | 29 | 33 | 72 | 38 | 660 | 24.00% |
| BICICLETA | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 180 | 6.55% |
| MICROBUS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00% |
| C. RURAL. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00% |
| CAMION | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 5 | 12 | 2 | 0 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 1.89% |
| MOTOTAXI | 0 | 65 | 262 | 20 | 79 | 32 | 320 | 26 | 0 | 8 | 76 | 26 | 36 | 25 | 72 | 33 | 1,080 | 39.27% |
| MOTO LINEAL | 0 | 53 | 156 | 27 | 79 | 23 | 146 | 28 | 0 | 18 | 64 | 31 | 36 | 35 | 43 | 39 | 778 | 28.29% |
| TRAILER | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,750 | 100.00% |

Figura 17

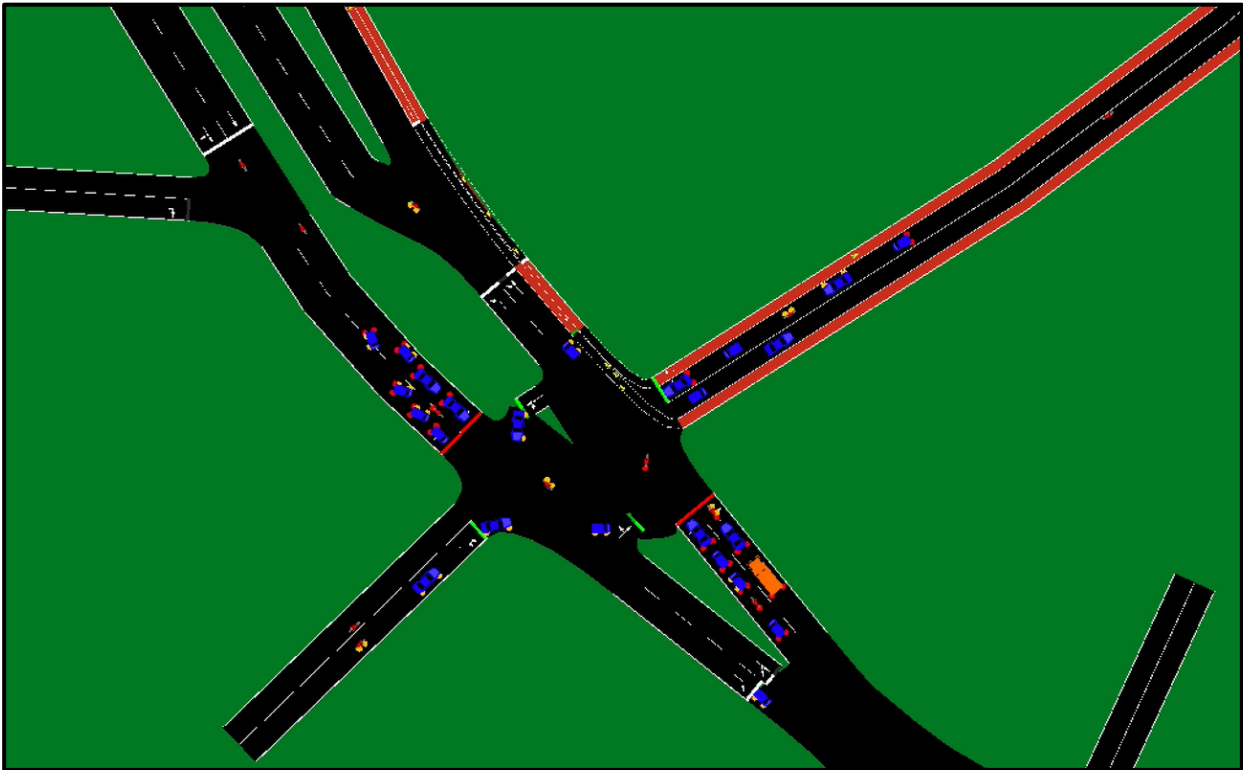
Cantidad de vehículos



A continuación, se muestra la Simulación en Sumo de la Situación Proyectada:

Figura 18

Hoja de simulación – resultados



Del análisis realizado en SUMO se obtienen los siguientes indicadores de medición:

De la Situación Actual:

Este - Norte

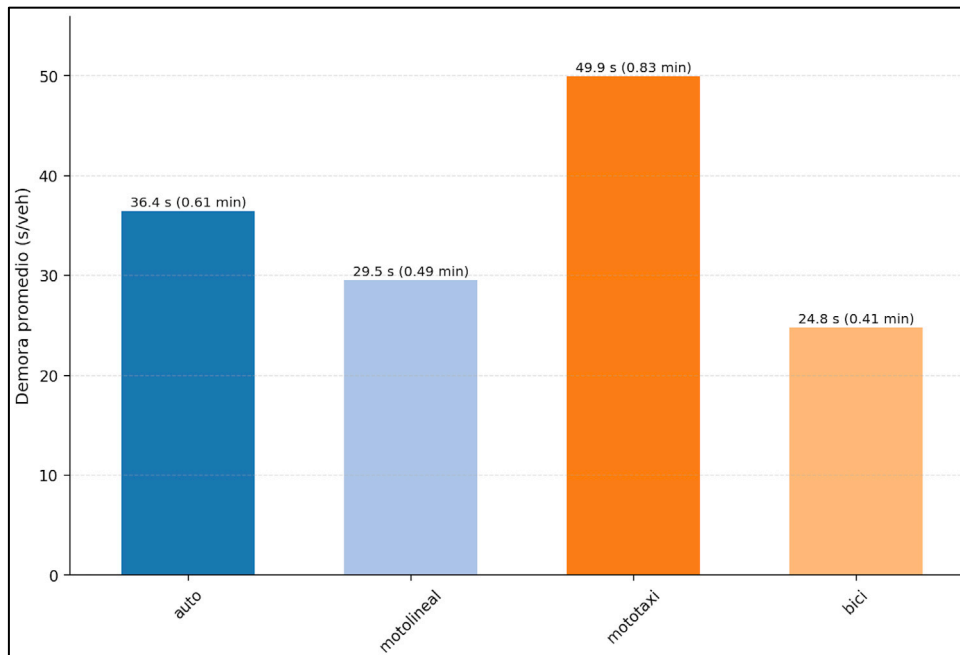
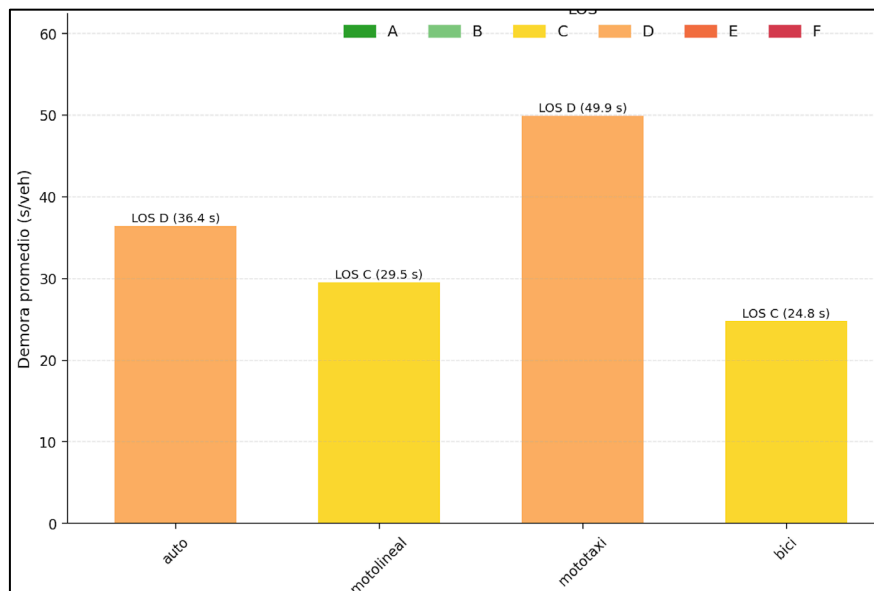
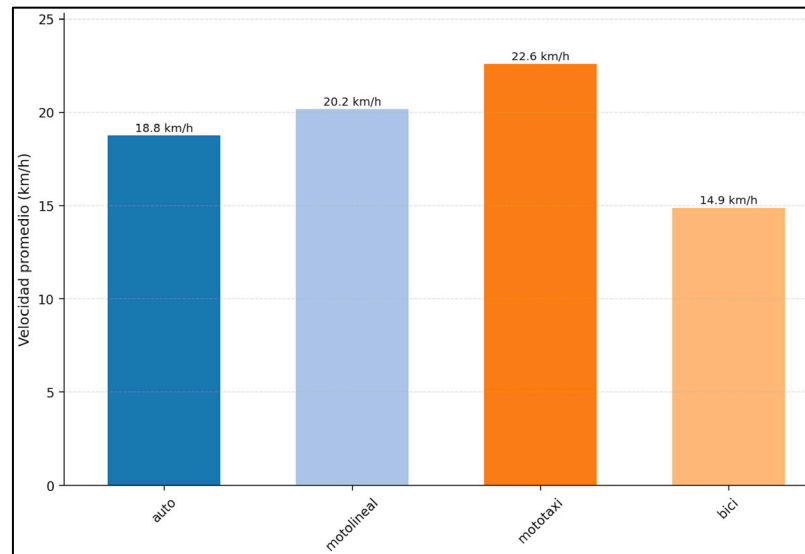
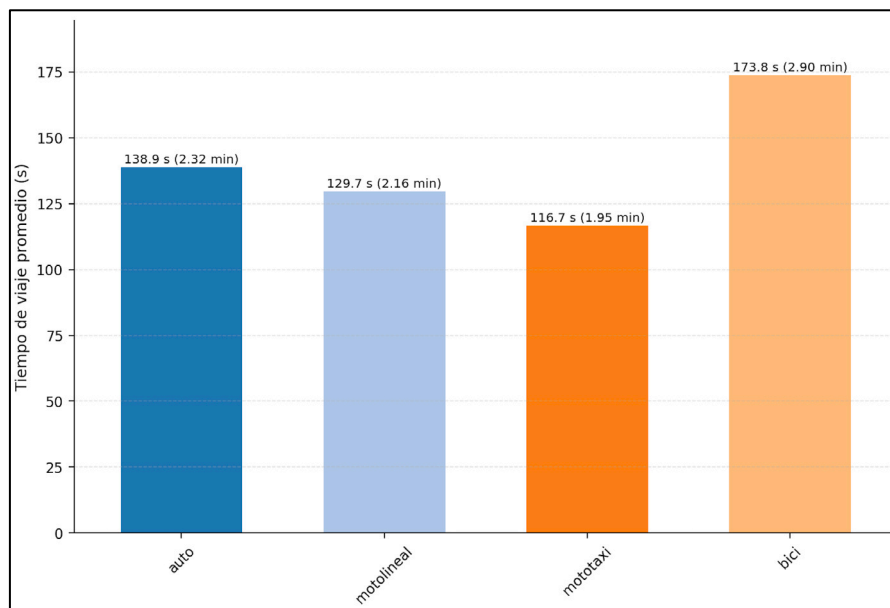
Figura 19*Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte***Figura 20***Nivel de servicio de vehículos sentido Este a Norte*

Figura 21

Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte

**Figura 22**

Tiempo de viaje sentido Este a Norte



Norte - Este

Figura 23

Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este

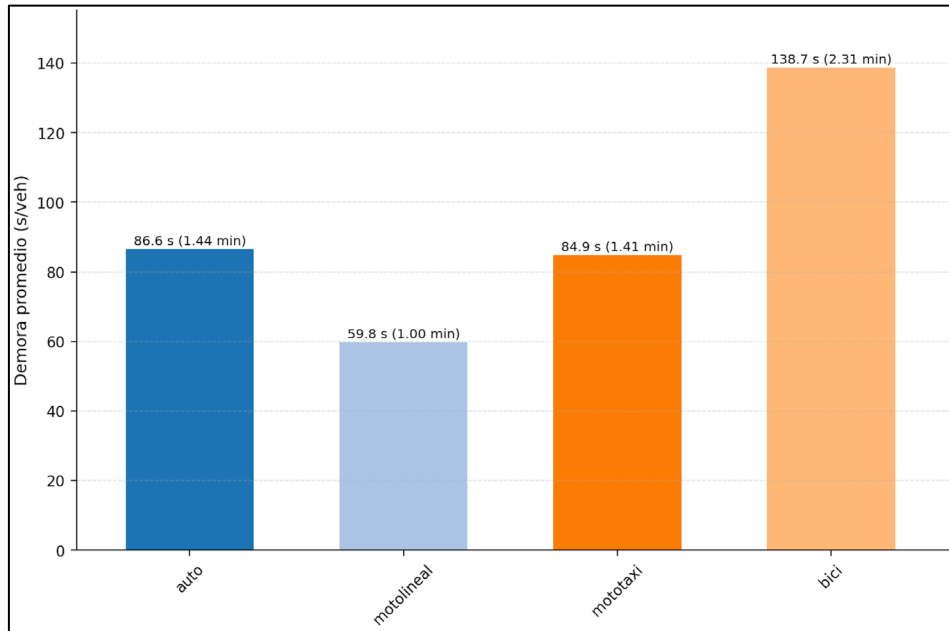


Figura 24

Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este

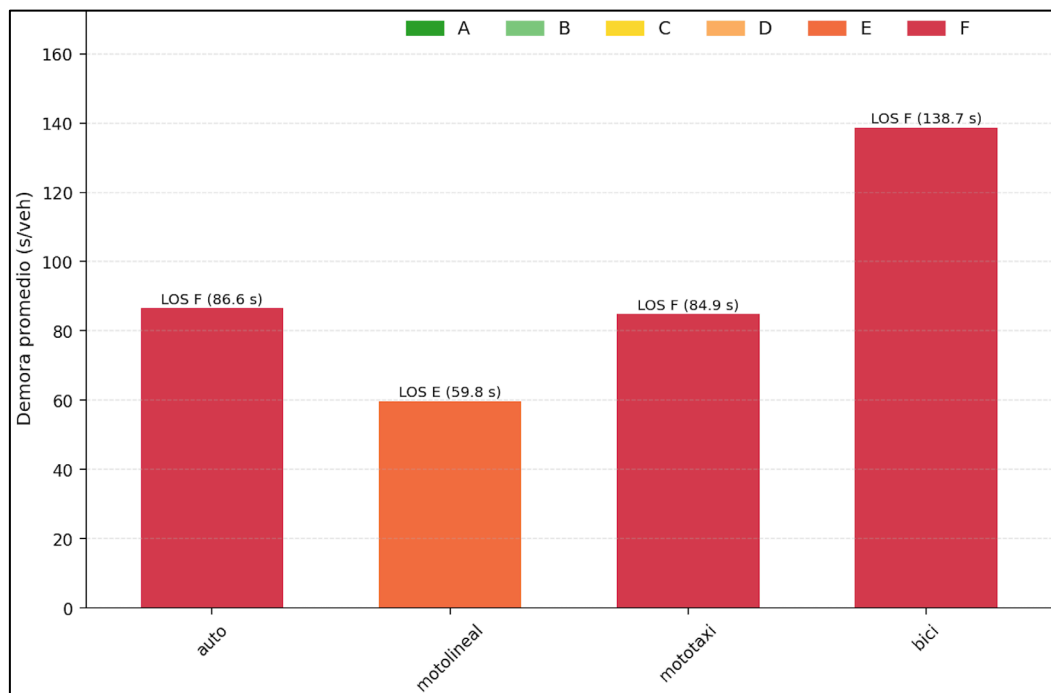
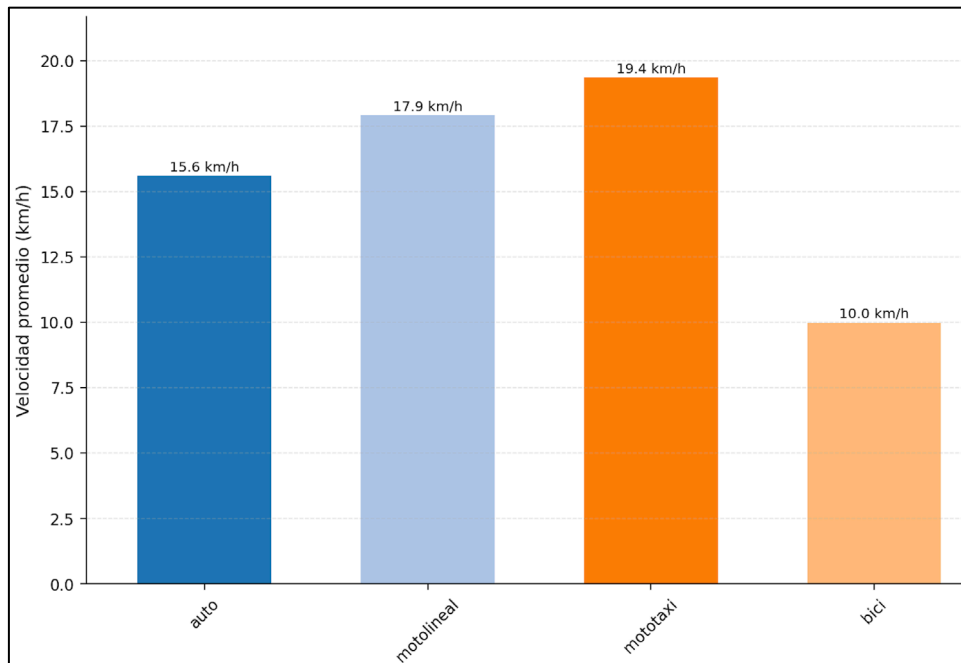
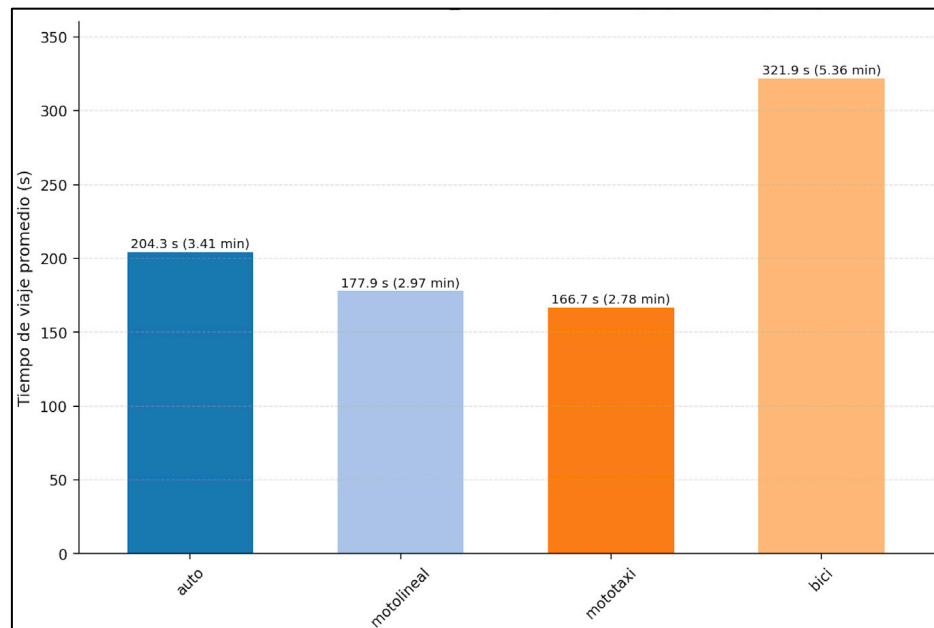


Figura 25

Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este

**Figura 26**

Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este



De la Situación Proyectada

Figura 27

Flujograma – direccionales

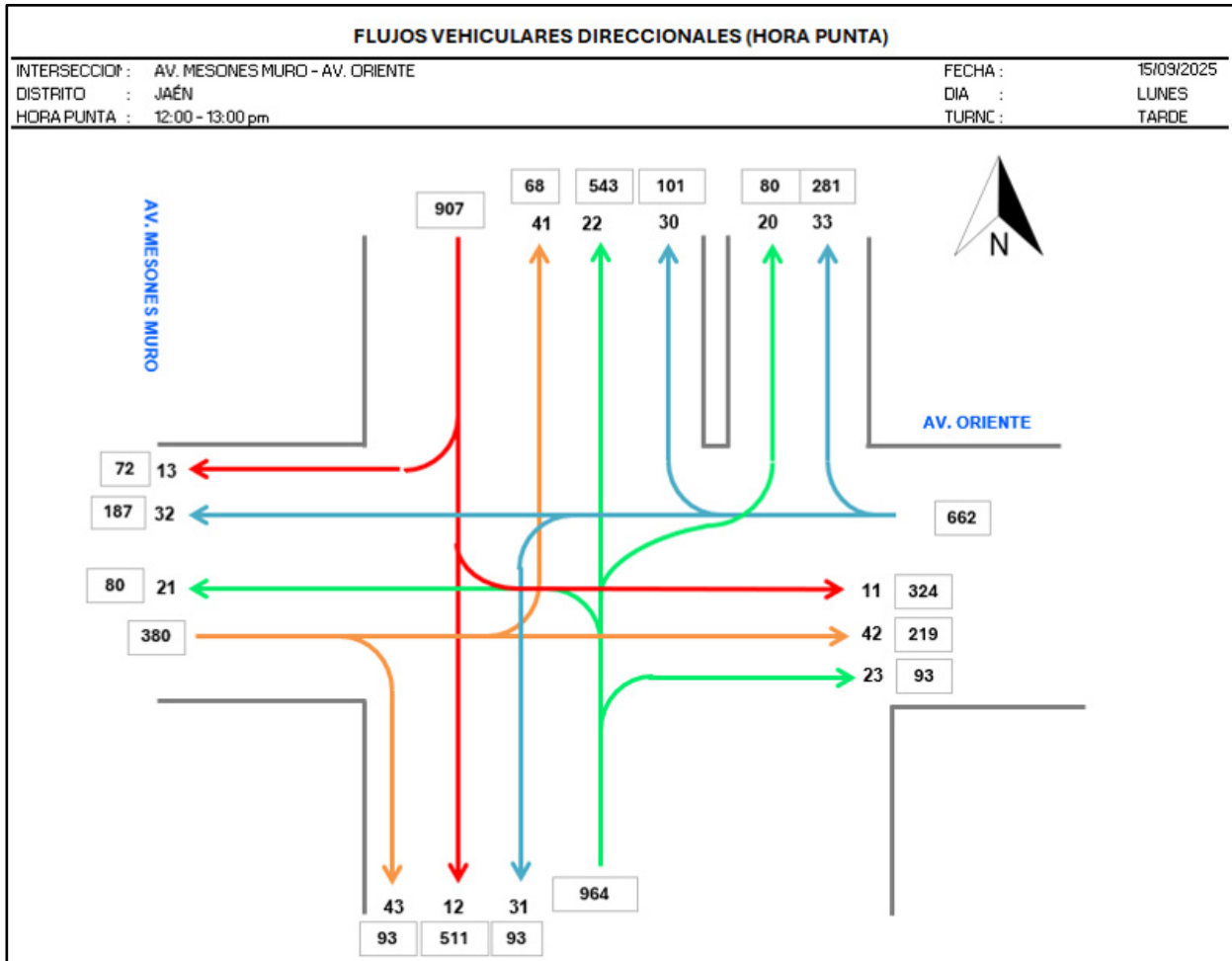


Figura 28

Hoja de simulación – resultados N-S

| HOJA RESUMEN (N-S) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|----|----|----|-----------|-----|----|----|----------|-----|-------------------------|--------------|-------------|-----|-----------------------------|----|----------|---------|----------|---------|-------|---------------------------------------|-----|----|--|
| INTERSECCION | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | FECHA | : 15/09/2025 | | | | | | | | | | AUTOS 1 CAMION 2.5 MOTO LINEAL 3.5 | | | |
| APROXIMACION | : - | | | | | | | | | | DIA | : LUNES | | | | | | | | | | OMNIBUS 3 O. INTERPROV. 3 BICICLETA 3 | | | |
| DISTRITO | : JAÉN | | | | | | | | | | MICRO BUS 2 TRAILER 3.5 | | | | C. RURAL 1.25 MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | |
| HORARIO | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | ACCESOS | TOTAL X | U.C.P | | | | |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1/4 HORA | HORARIA | 1/4 HORA | HORA | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 12:00-12:15 | | 9 | 21 | 6 | | 60 | | | | 21 | 63 | 6 | | 19 | 46 | 9 | 260 | 260 | 826 | 826 | 0 | 271 | 229 | 42 | |
| 12:15-12:30 | | 13 | 29 | 11 | | 45 | | | | 15 | 81 | 3 | | 15 | 28 | 8 | 248 | 508 | 815 | 1641 | 0 | 212 | 188 | 41 | |
| 12:30-12:45 | | 5 | 17 | 3 | | 69 | | | | 18 | 53 | 3 | | 11 | 39 | 5 | 223 | 731 | 766 | 2407 | 0 | 264 | 193 | 23 | |
| 12:45-13:00 | | 7 | 26 | 5 | | 41 | | | | 11 | 65 | 8 | | 8 | 43 | 5 | 219 | 950 | 711 | 3118 | 0 | 166 | 225 | 29 | |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 950 | | 3118 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| H.P.M.D. | 0 | 34 | 93 | 25 | 0 | 215 | 0 | 0 | 65 | 262 | 20 | 0 | 53 | 156 | 27 | | | | | 0 | 913 | 836 | 135 | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Figura 29

Hoja de simulación – resultados E-O

| HOJA RESUMEN (E-O) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|----|----|----|-----------|----|----|-----|----------|----|-------------------------|------------|-------------|----|-----------------------------|----|----------|---------|-------|----|----|---------------------------------------|-----|--|--|
| INTERSECCION | : AV. MESONES MURO - AV. ORIENTE | | | | | | | | | | FECHA | : 15/09/25 | | | | | | | | | | AUTOS 1 CAMION 2.5 MOTO LINEAL 3.5 | | | |
| APROXIMACION | : - | | | | | | | | | | DIA | : LUNES | | | | | | | | | | OMNIBUS 3 O. INTERPROV. 3 BICICLETA 3 | | | |
| DISTRITO | : JAÉN | | | | | | | | | | MICRO BUS 2 TRAILER 3.5 | | | | C. RURAL 1.25 MOTOTAXI 0.75 | | | | | | | | | | |
| HORAS DE CONTROL | AUTOS | | | | BICICLETA | | | | MOTOTAXI | | | | MOTO LINEAL | | | | TOTAL | SUMA | F.H.P | | | | | | |
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 30 | 31 | 32 | 33 | 1/4 HORA | HORARIA | 30 | 31 | 32 | 33 | | | |
| 11:45-12:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 12:00-12:15 | 5 | 5 | 18 | 7 | | | | | 46 | 6 | 9 | 26 | 8 | 5 | 10 | 12 | 11 | 168 | 168 | 11 | 15 | 80 | 190 | | |
| 12:15-12:30 | 5 | 12 | 21 | 12 | | | | | 42 | 5 | 5 | 19 | 9 | 11 | 8 | 10 | 12 | 171 | 339 | 12 | 18 | 70 | 187 | | |
| 12:30-12:45 | 7 | 8 | 18 | 9 | | | | | 43 | 15 | 5 | 17 | 12 | 8 | 9 | 16 | 8 | 175 | 514 | 21 | 15 | 87 | 175 | | |
| 12:45-13:00 | 12 | 8 | 15 | 10 | | | | | 37 | 10 | 6 | 10 | 4 | 10 | 8 | 5 | 8 | 143 | 657 | 23 | 15 | 40 | 152 | | |
| H.P.A.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 657 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| H.P.M.D. | 29 | 33 | 72 | 38 | 0 | 0 | 0 | 168 | 36 | 25 | 72 | 33 | 34 | 35 | 43 | 39 | | | | | | | | | |
| H.P.P.M. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |

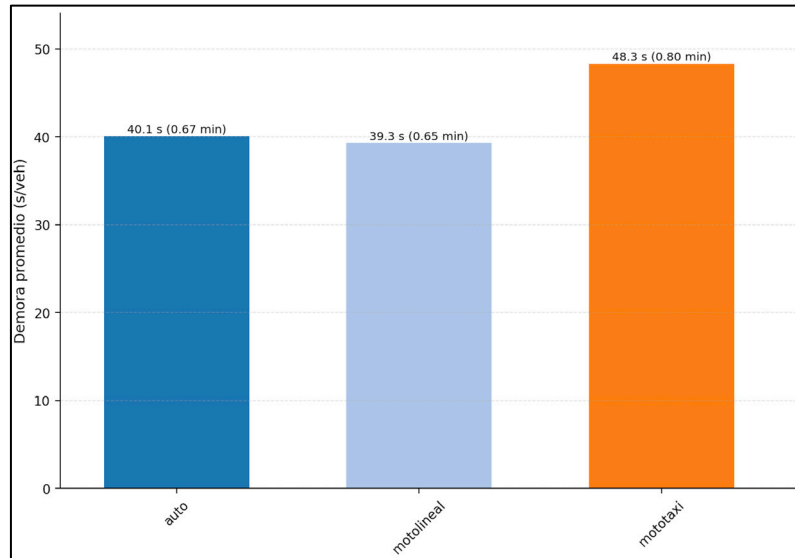
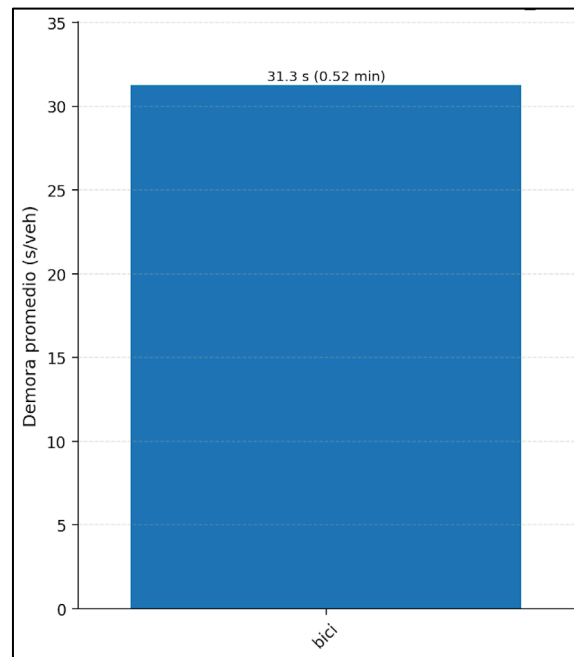
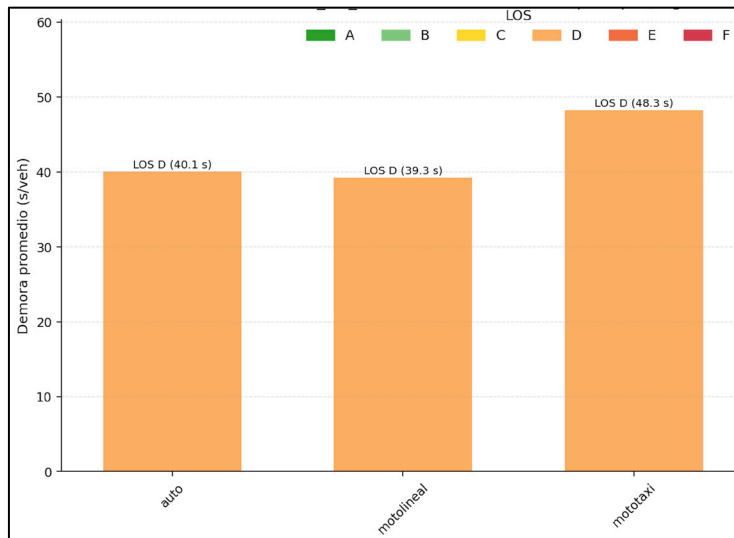
Este – Norte**Figura 30***Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte***Figura 31***Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía*

Figura 32

Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte

**Figura 33**

Demora promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovia

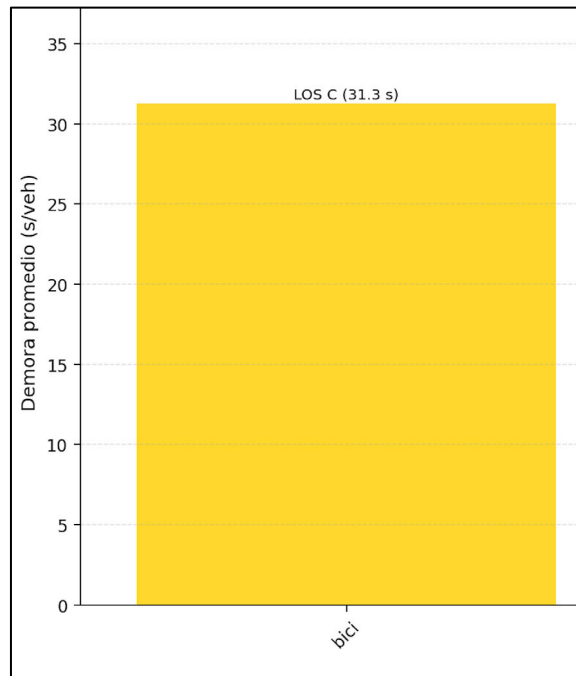
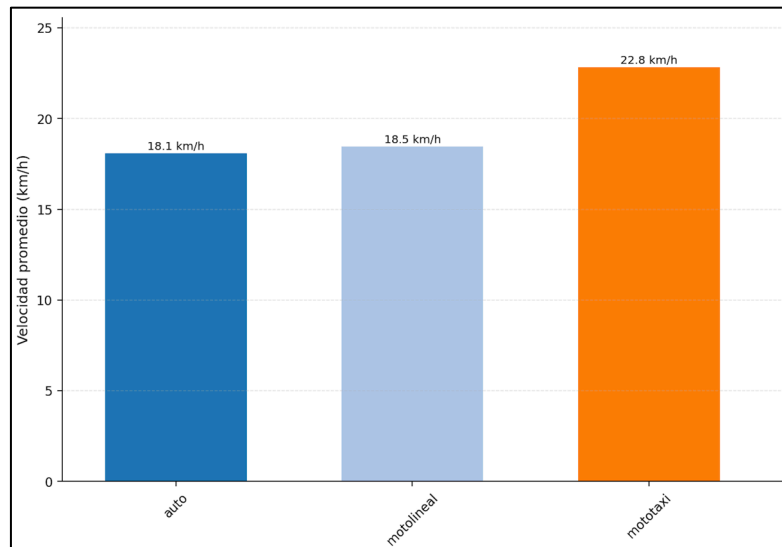


Figura 34

Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte

**Figura 35**

Velocidad promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía

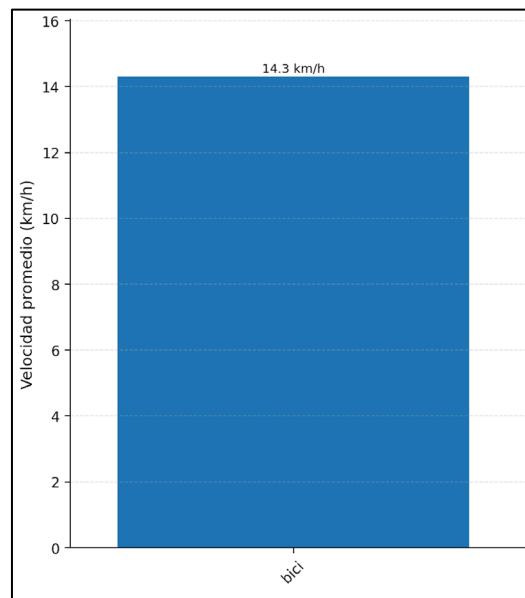
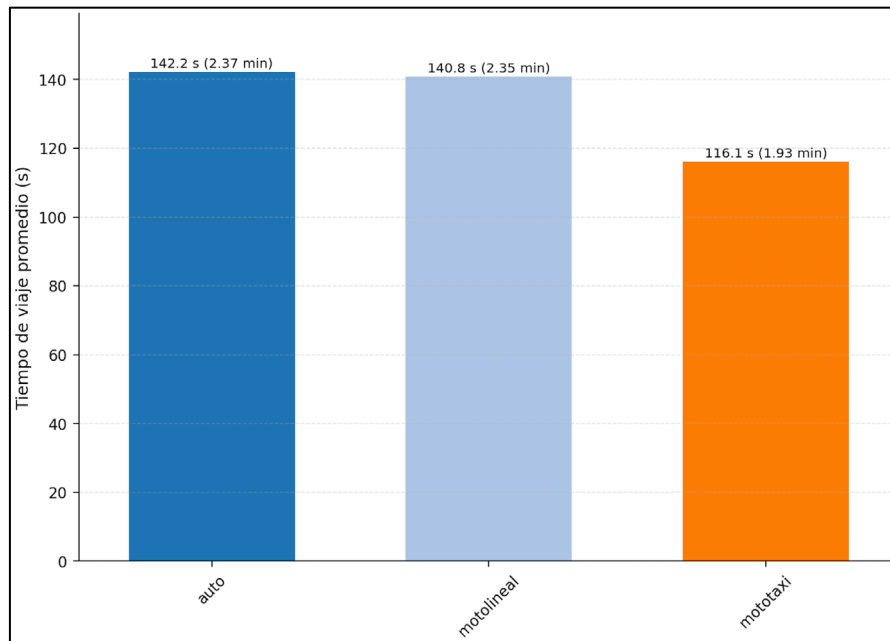
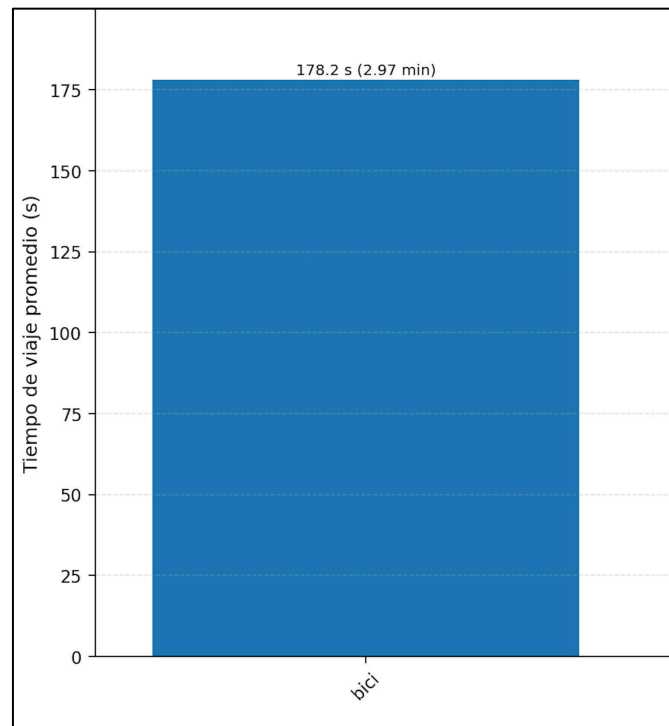


Figura 36

Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Este a Norte

**Figura 37**

Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Este a Norte de la ciclovía



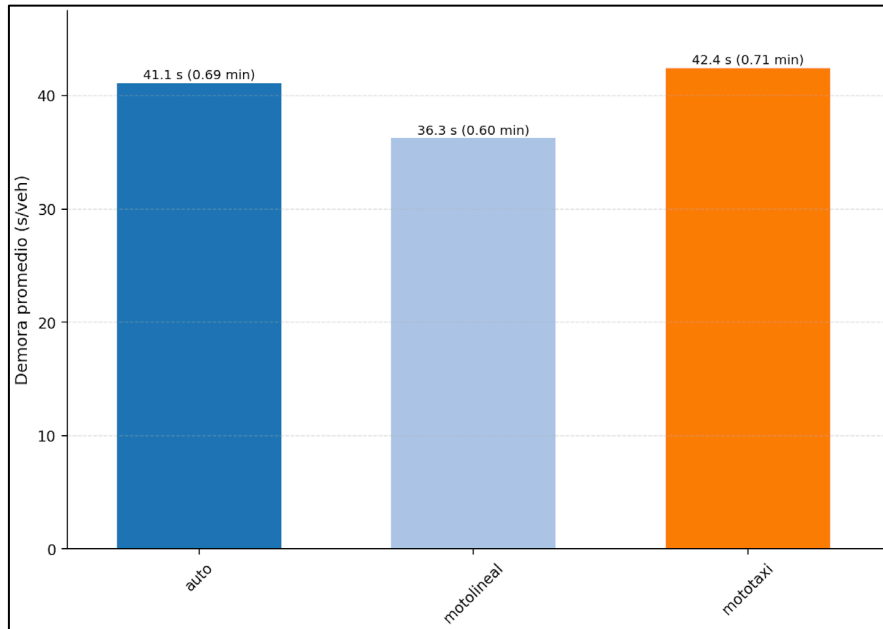
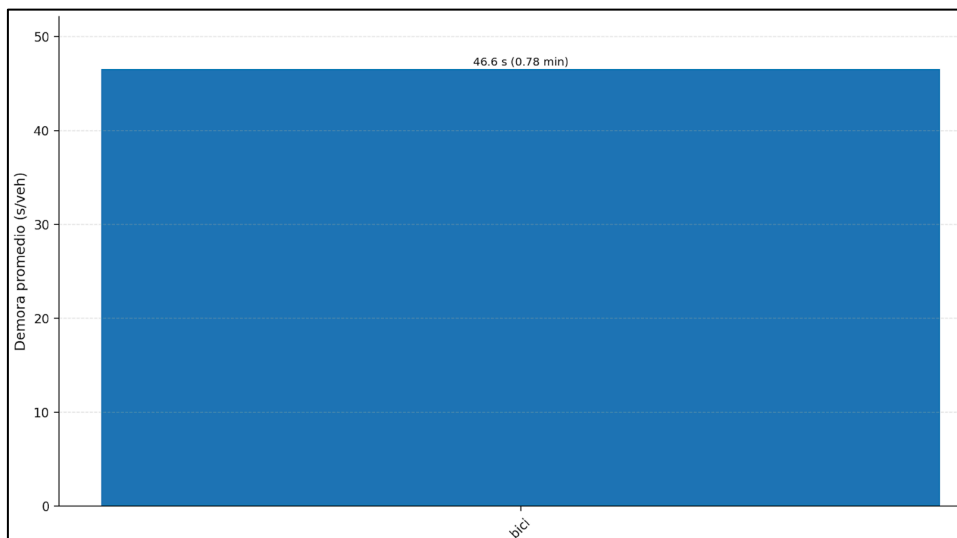
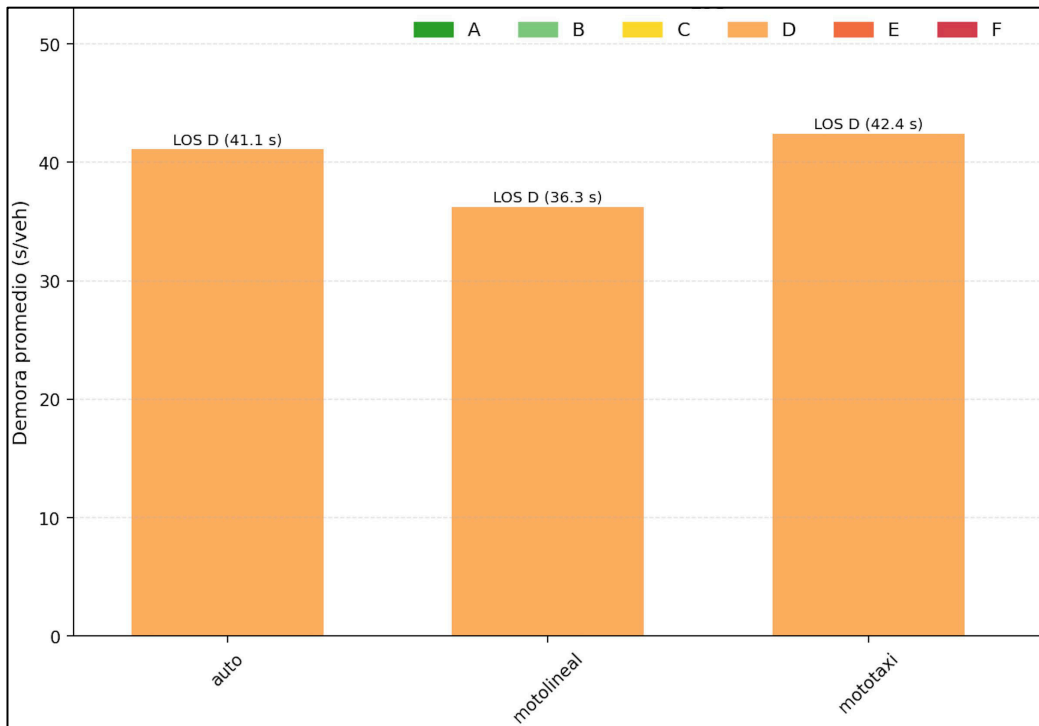
Norte – Este**Figura 38***Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este***Figura 39***Demora promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía*

Figura 40

Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este

**Figura 41**

Nivel de servicio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía

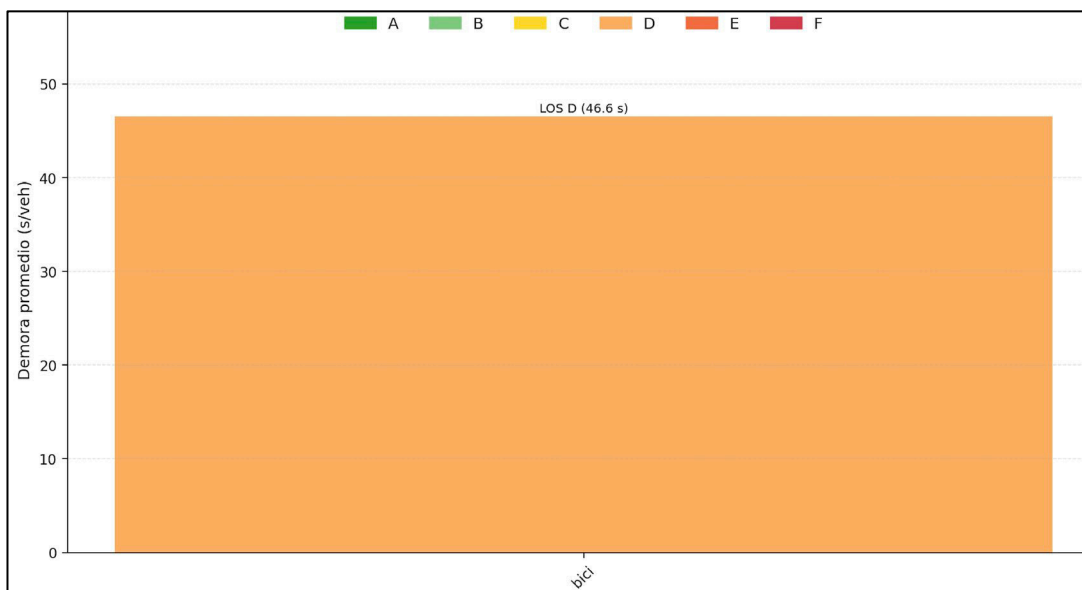
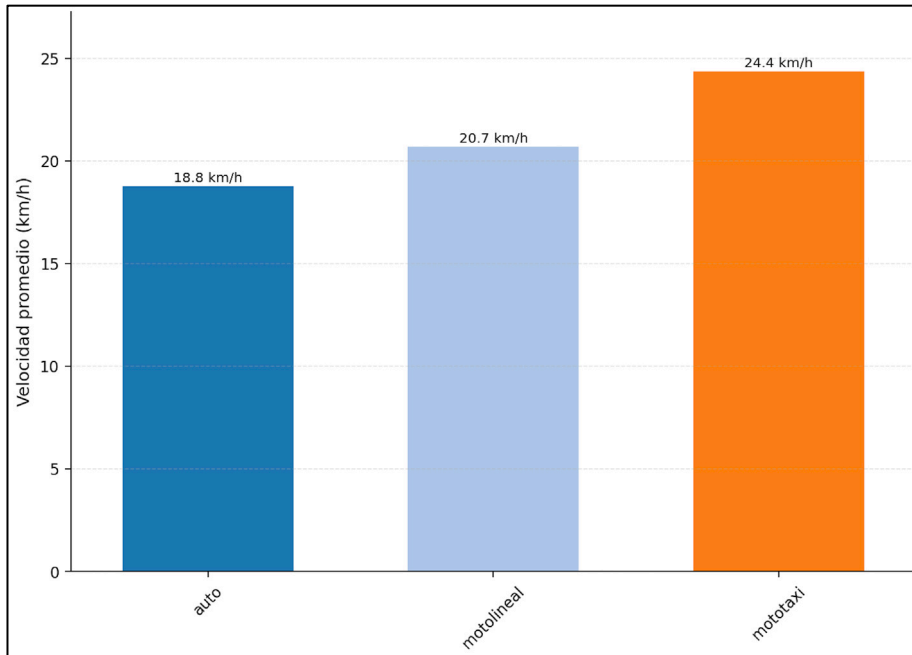


Figura 42

Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este

**Figura 43**

Velocidad promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía

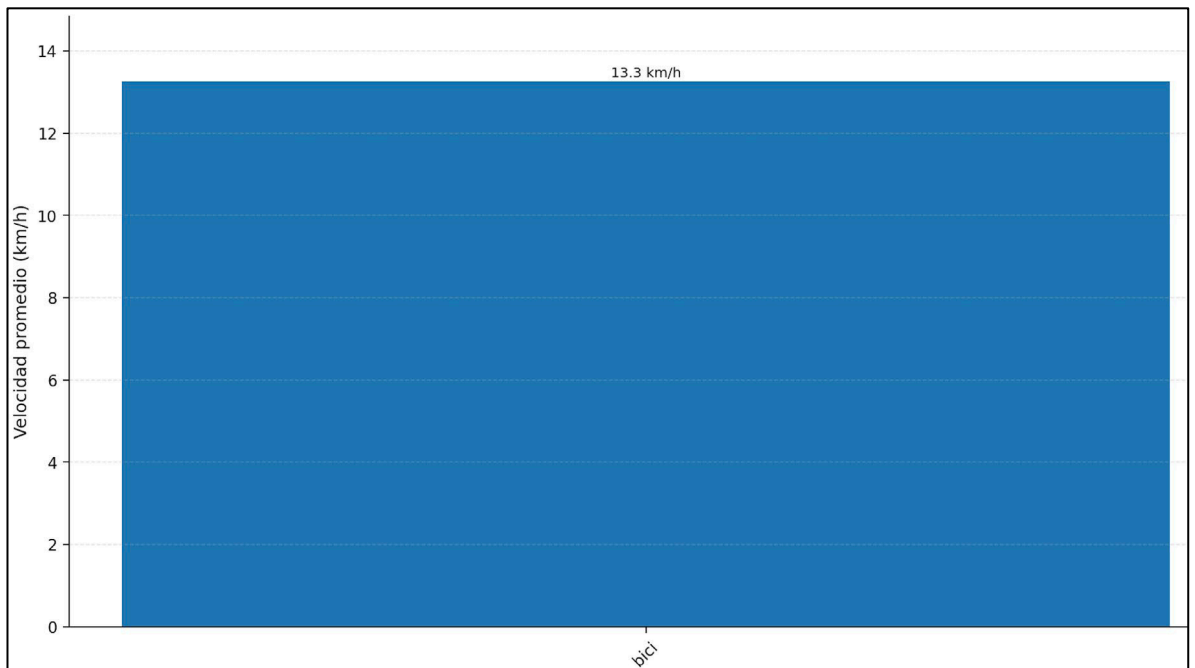
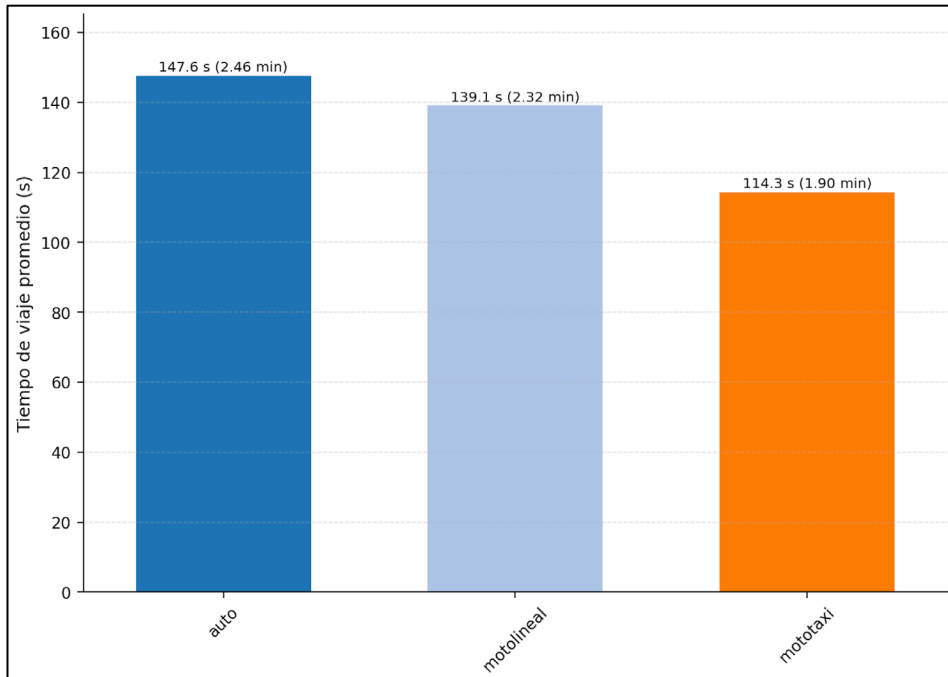
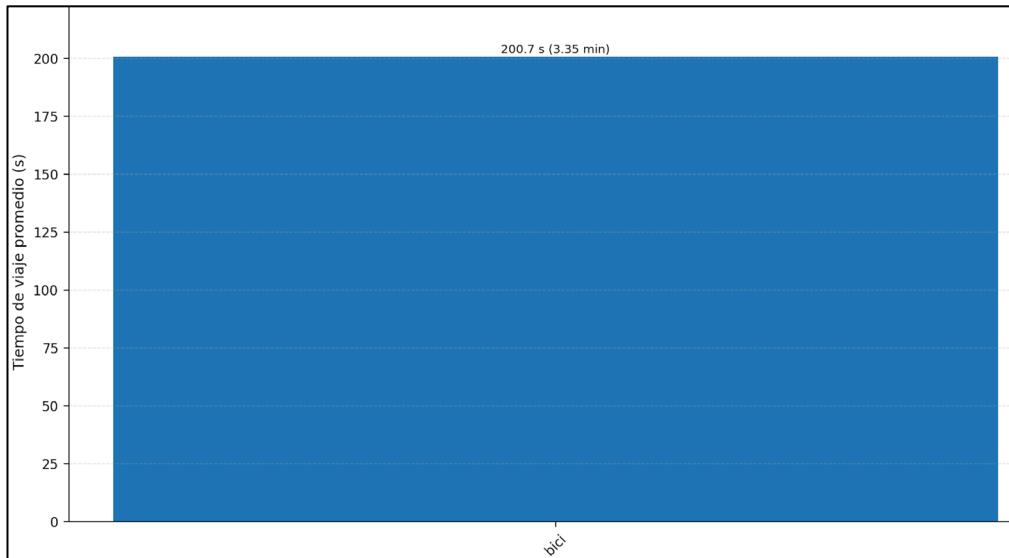


Figura 44

Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este

**Figura 45**

Tiempo de viaje promedio de vehículos sentido Norte a Este de la ciclovía



De la red vial evaluada – sobre la Situación Actual

Figura 46

Análisis de la red vial – Velocidad promedio

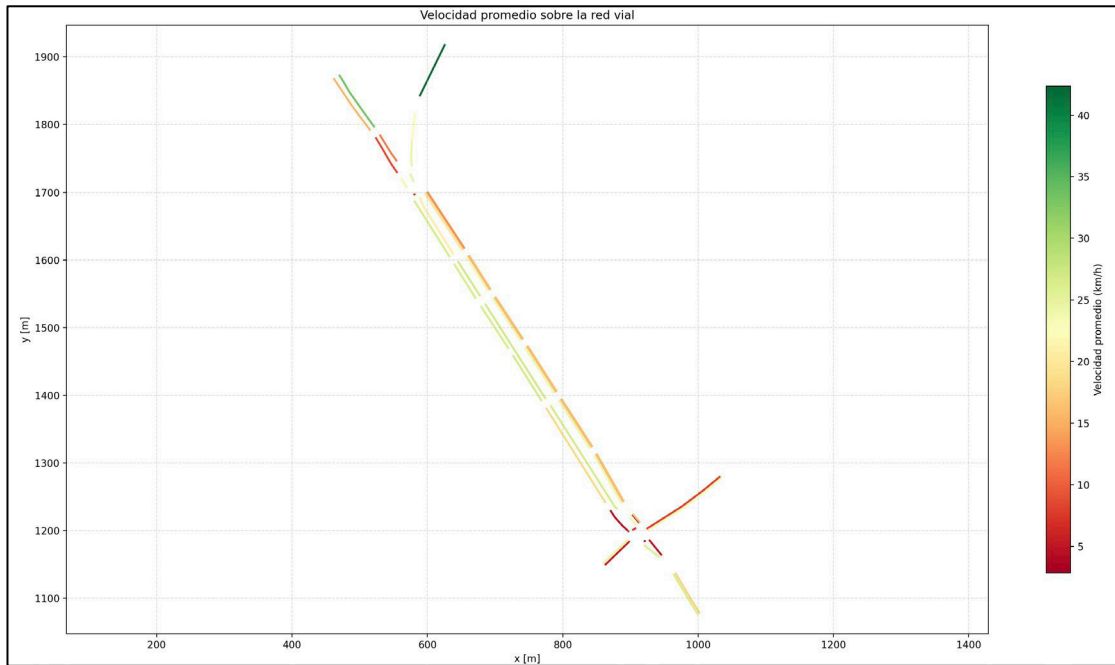


Figura 47

Análisis de la red vial – Demora promedio

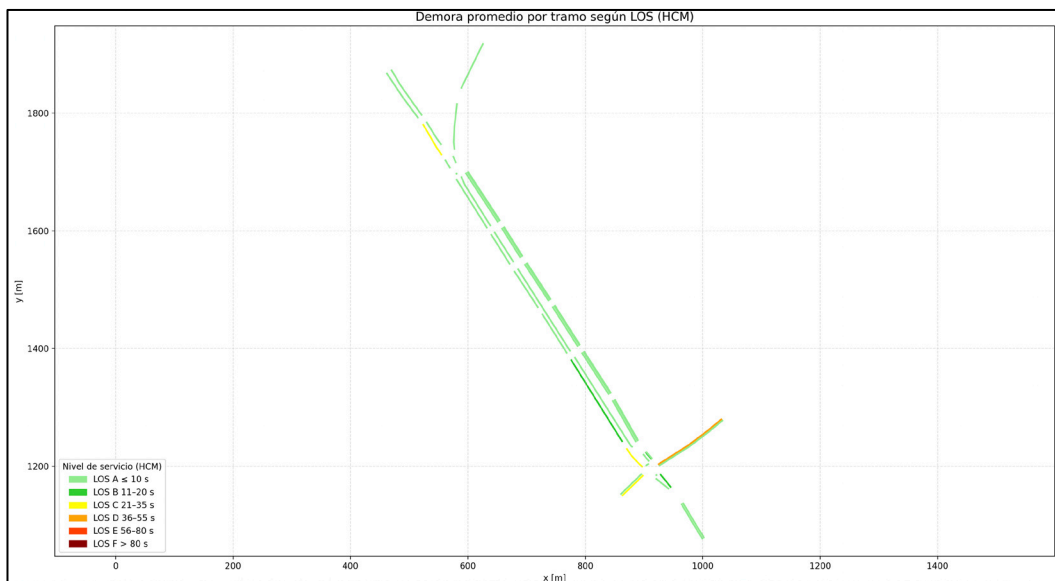


Figura 48

Análisis de la red vial – Visualización de colas promedio

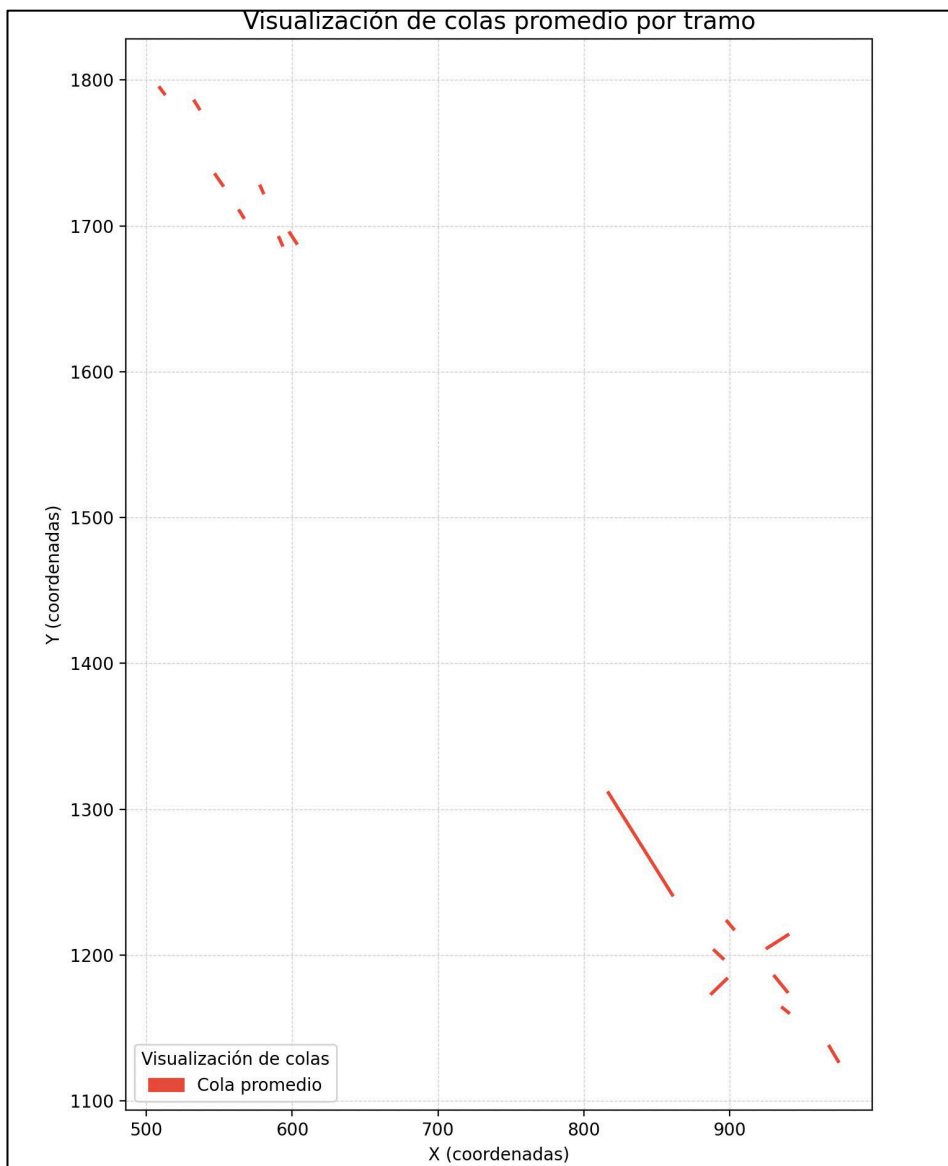


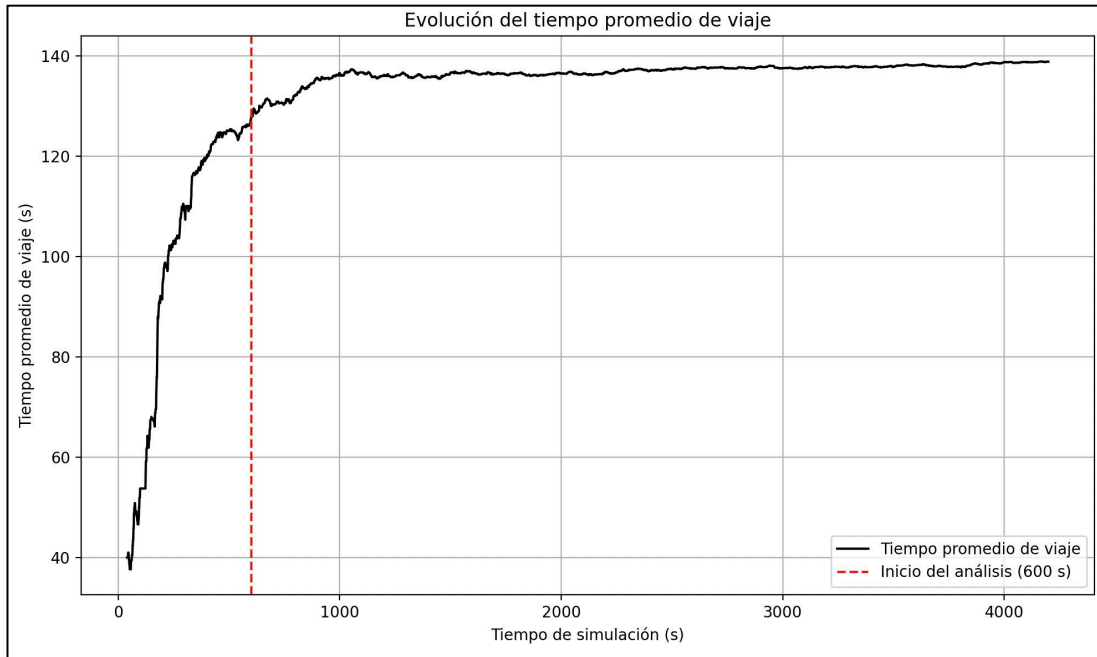
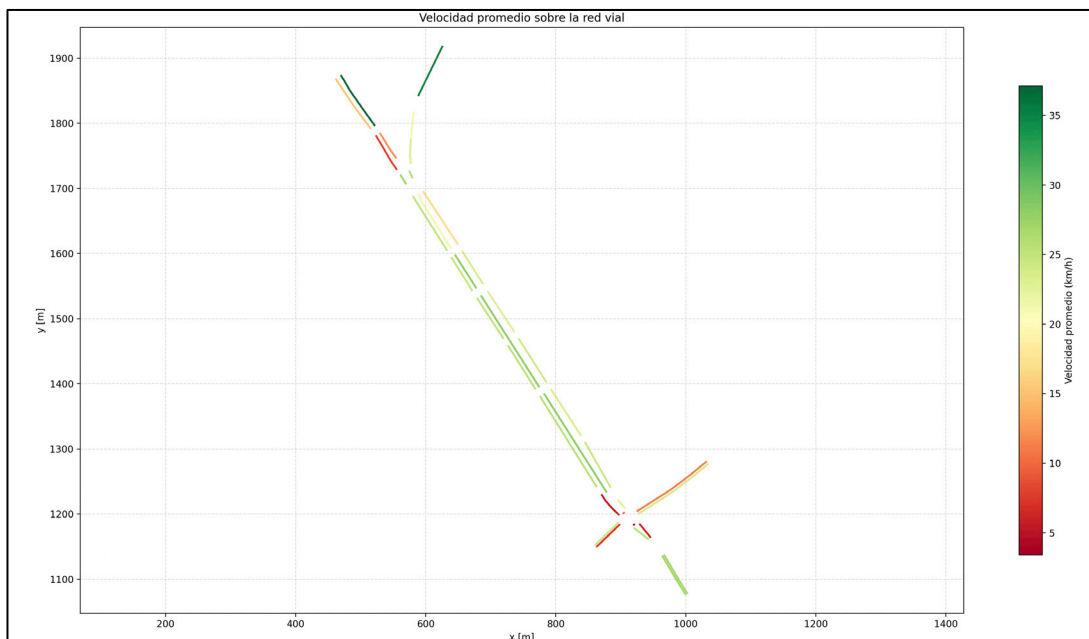
Figura 49*Análisis de la red vial – Evolución del tiempo promedio***De la red vial evaluada – sobre la Situación Proyectada:****Figura 50***Análisis de la red vial – Velocidad promedio*

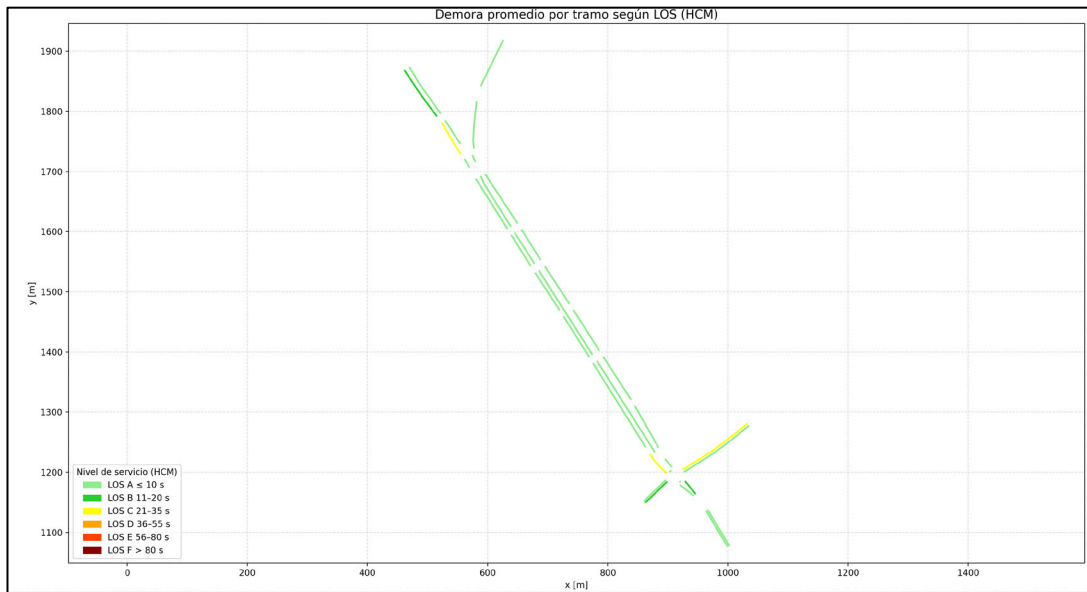
Figura 51*Análisis de la red vial – Demora promedio*

Figura 52

Análisis de la red vial – Visualización de colas promedio

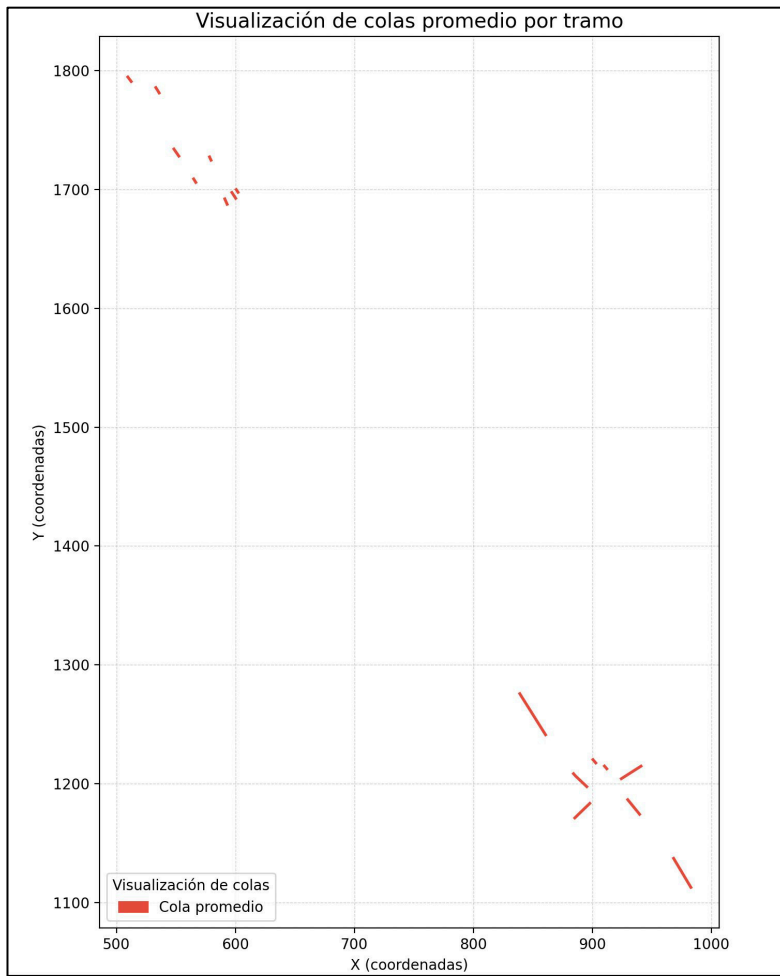
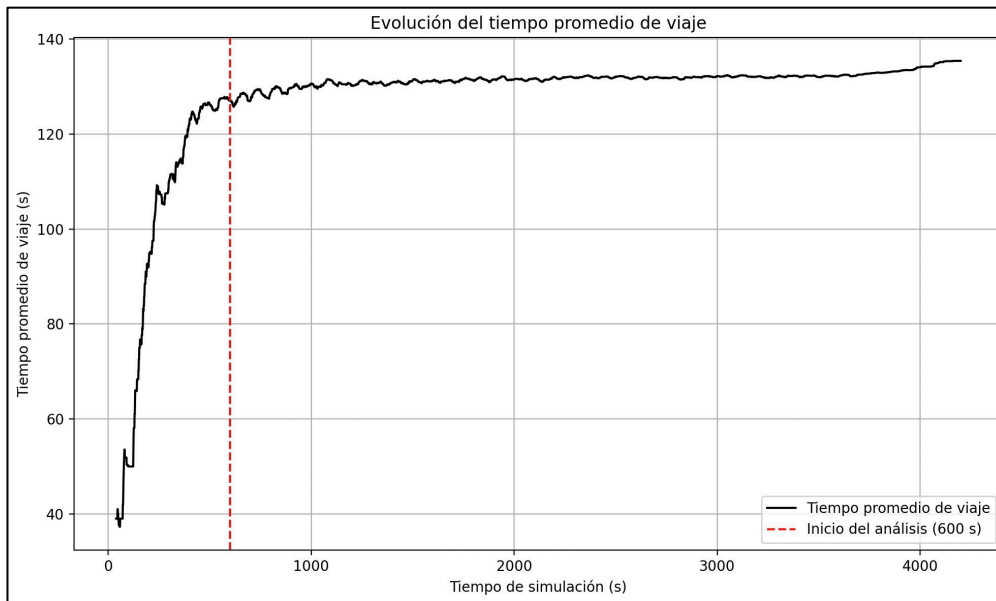


Figura 53

Análisis de la red vial – Evolución del tiempo promedio



Mejora de la Situación Actual a la Situación Projectada

Tabla 1

Resultado de la situación actual

| | Sentido | Tipología | Tiempo de viaje | Velocidad | Demoras | NS |
|-----------|--------------|------------|--------------------|-----------|--------------------|----|
| SA | Norte - Este | Bicicleta | 321.9 s (5.36 min) | 10.0 km/h | 138.7 s (2.31 min) | F |
| | | Auto | 204.3 s (3.41 min) | 15.6 km/h | 86.6 s (1.44 min) | F |
| | | motolineal | 177.9 s (2.97 min) | 17.9 km/h | 59.8 s (1.00 min) | E |
| | | mototaxi | 166.7 s (2.78 min) | 19.4 km/h | 84.9 s (1.41 min) | F |
| | Este - Norte | BICICLETA | 173.8 s (2.90 min) | 14.9 km/h | 24.8 s (0.41 min) | C |
| | | Auto | 138.9 s (2.32 min) | 18.8 km/h | 36.4 s (0.61 min) | D |
| | | motolineal | 129.7 s (2.16 min) | 20.2 km/h | 29.5 s (0.49 min) | C |
| | | mototaxi | 116.7 s (1.95 min) | 22.6 km/h | 49.9 s (0.83 min) | D |

Tabla 2

Resultado de la situación proyectada

| | Sentido | Tipología | Tiempo de viaje | Velocidad | Demoras | NS |
|-----------|--------------|------------|--------------------|-----------|-------------------|----|
| SP | Norte - Este | Bicicleta | 200.7 s (3.35 min) | 13.3 km/h | 46.6 s (0.78 min) | D |
| | | Auto | 147.6 s (2.46 min) | 18.9 km/h | 41.1 s (0.69 min) | D |
| | | motolineal | 139.1 s (2.32 min) | 20.7 km/h | 36.3 s (0.60 min) | D |
| | | mototaxi | 114.3 s (1.90 min) | 24.4 km/h | 42.4 s (0.71 min) | D |
| | Este - Norte | BICICLETA | 178.2 s (2.97 min) | 14.3 km/h | 31.3 s (0.52 min) | C |
| | | Auto | 142.2 s (2.37 min) | 18.1 km/h | 40.1 s (0.67 min) | D |
| | | motolineal | 140.8 s (2.35 min) | 18.5 km/h | 39.3 s (0.65 min) | D |
| | | mototaxi | 116.1 s (1.93 min) | 22.8 km/h | 48.3 s (0.80 min) | D |

4.1.2. Estudio de tránsito

Aplicando el tipo de encuesta Origen – Destino se determina la circulación de los habitantes sobre el trazo del proyecto, el cual forma parte del desarrollo de la identificación de movimientos del transporte no motorizado, dependiendo mucho de los centros atractores presentes cerca de las vías, las elevaciones de la vía, el cual no debe ser mayor a una pendiente de 5%, por lo que en la presente tesis se identifica los centros atractores.

4.1.3. Características de la infraestructura vial – evaluación de los componentes físicos de la zona de estudio

De acuerdo a la evaluación actual de las vías, estas pertenecen a vías locales las cuales son jurisdicción de la Municipalidad Provincial de Jaén, estas vías cuentan con las siguientes características:

Av. Oriente.

Carriles: Cuenta con 02 carriles, en sentidos contrarios de Este a Oeste y viceversa.

Tipo de carriles: Pavimentado a base de concreto armado.

Calzada: Habilitada en buen estado.

Cunetas-Drenaje: Cuenta con cunetas en ambos sentidos de Este a Oeste y viceversa.

Vereda: Cuenta con veredas en ambos sentidos de Este a Oeste y viceversa.

Jardines: Algunas cuadras cuentan con jardines muy amplios de Este a Oeste y viceversa.

Iluminación: Cuenta con iluminación media en ambos sentidos de Este a Oeste y viceversa.

Arborización: Algunas cuadras cuentan con arborización, pero es escasa en ambos sentidos de Este a Oeste y viceversa.

Rampas: Algunas calles cuentan con rampas para las personas especiales en ambos sentidos de Este a Oeste y viceversa.

Señalización Vertical: Déficit de señalización vertical en toda la vía.

Señalización Horizontal: Déficit de señalización horizontal en toda la vía.

Semaforización: Toda la vía no cuenta con semaforización.

Cuadras:

De Este a Oeste: 12 cuadras

De Oeste a Este: 13 cuadras

Predios: Cuenta con aproximadamente 96 predios.

Detalles de predios por cada cuadra de Este a Oeste: 12 cuadras

- ✓ 1ra Cuadra: 13 Predios
- ✓ 2da Cuadra: 17 Predios
- ✓ 3ra Cuadra: 5 Predios
- ✓ 4ta Cuadra: 13 Predios
- ✓ 5ta Cuadra: 6 Predios
- ✓ 6ta Cuadra: 16 Predios
- ✓ 7ma Cuadra: 3 Predios
- ✓ 8va Cuadra: 1 Predio
- ✓ 9na Cuadra: 4 Predios
- ✓ 10ma Cuadra: 2 Predios

- ✓ 11va Cuadra: 8 Predios
- ✓ 12va Cuadra: 8 Predios

Predios: Cuenta con aproximadamente 108 predios.

Detalles de predios por cada cuadra de Oeste a Este: 13 cuadras

- ✓ 1ra Cuadra: 16 Predios
- ✓ 2da Cuadra: 5 Predios
- ✓ 3ra Cuadra: 5 Predios
- ✓ 4ta Cuadra: 5 Predios
- ✓ 5ta Cuadra: 6 Predios
- ✓ 6ta Cuadra: 8 Predios
- ✓ 7ma Cuadra: 9 Predios
- ✓ 8va Cuadra: 8 Predio
- ✓ 9na Cuadra: 11 Predios
- ✓ 10ma Cuadra: 9 Predios
- ✓ 11va Cuadra: 1 Predios
- ✓ 12va Cuadra: 15 Predios
- ✓ 13va Cuadra: 10 Predios

Av. Mesones Muro.

Carriles: Cuenta con 02 carriles, en el mismo sentido de Sur a Norte.

Tipo de carriles: Pavimentado a base de concreto armado.

Calzada: Habilitada en buen estado.

Cunetas-Drenaje: Cuenta con cunetas en el mismo sentido de Sur a Norte.

Vereda: Cuenta con veredas en el mismo sentido de Sur a Norte.

Jardines: No cuenta jardines de Sur a Norte, sin embargo, de Norte a Sur cuenta únicamente con jardines amplios.

Iluminación: Cuenta con iluminación media.

Arborización: No cuenta arborización de Sur a Norte, sin embargo, de Norte a Sur cuenta únicamente con abundante arborización.

Rampas: Algunas cuadras cuentan con rampas para las personas especiales, solo en el sentido de Sur a Norte.

Señalización Vertical: Déficit de señalización vertical en toda la vía.

Señalización Horizontal: Déficit de señalización horizontal en toda la vía.

Semaforización: Toda la vía no cuenta con semaforización.

Cuadras: 06 cuadras

Predios: Cuenta con aproximadamente 59 predios

Detalles de predios por cada cuadra de Sur a Norte

- ✓ 1ra Cuadra: 16 Predios
- ✓ 2da Cuadra: 11 Predios
- ✓ 3ra Cuadra: 9 Predios
- ✓ 4ta Cuadra: 5 Predios
- ✓ 5ta Cuadra: 8 Predios
- ✓ 6ta Cuadra: 10 Predios

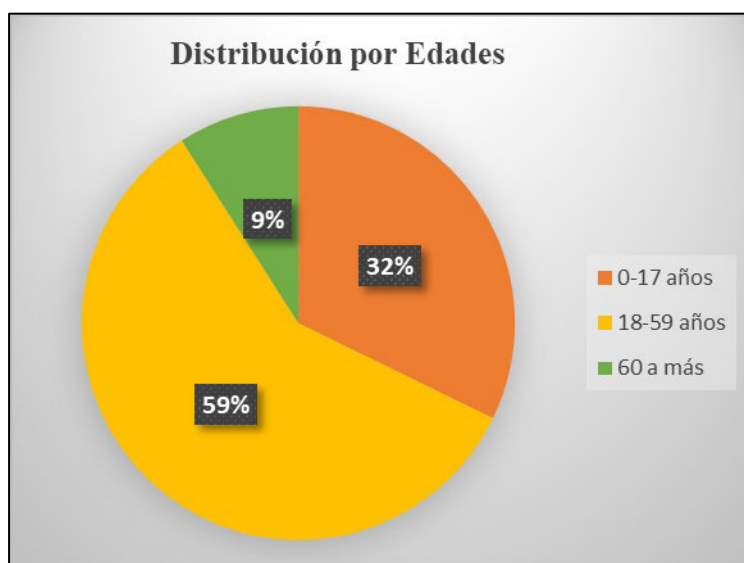
4.2. Análisis del entorno

Se ha desarrollado el análisis del entorno de acuerdo a la característica poblacional del Distrito de Jaén - Cajamarca, en donde se ha identificado, la cantidad de habitantes a nivel distrital, la población habitante por edades, entre los rangos de 0-17 años, 18-59 años y de 60 a más de acuerdo a censo nacional realizado en el 2017.

Es preciso indicar que el Distrito de Jaén destaca por ser muy comercial, resaltando la venta de comidas como uno de los centros atractores más generados en la ciudad, a la vez, el distrito de Jaén, se dedica a la exportación del café, arroz y cacao como principales productos.

Figura 54

Datos estadísticos por edades - Jaén, Jaén, Cajamarca



A la vez, el distrito de Jaén presenta un clima soleado, cuenta con recursos naturales (quebradas y vegetación) los cuales influyen en la planificación, presenta servicios básicos completos, su espacio público está conformado por parques y plazas, como parte de la estructura urbana presenta centros comerciales y mercados, como parte de su red vial, está conformada por calles y avenidas, y se observa que el modo de transporte del distrito de Jaén es a través de las mototaxis y motos lineales.

4.3. Análisis interno

Con el análisis visual in situ sobre el Distrito de Jaén, y bajo el ámbito espacial específico del proyecto, este cuenta con 03 establecimientos de salud, 03 instituciones educativas, un centro arqueológico, aledaños y sobre la Av. Oriente, cuenta con 5 restaurantes, una institución educativa y la Universidad Nacional de Cajamarca, sobre y aledaños a la Av. Mesones Muro, respectivamente.

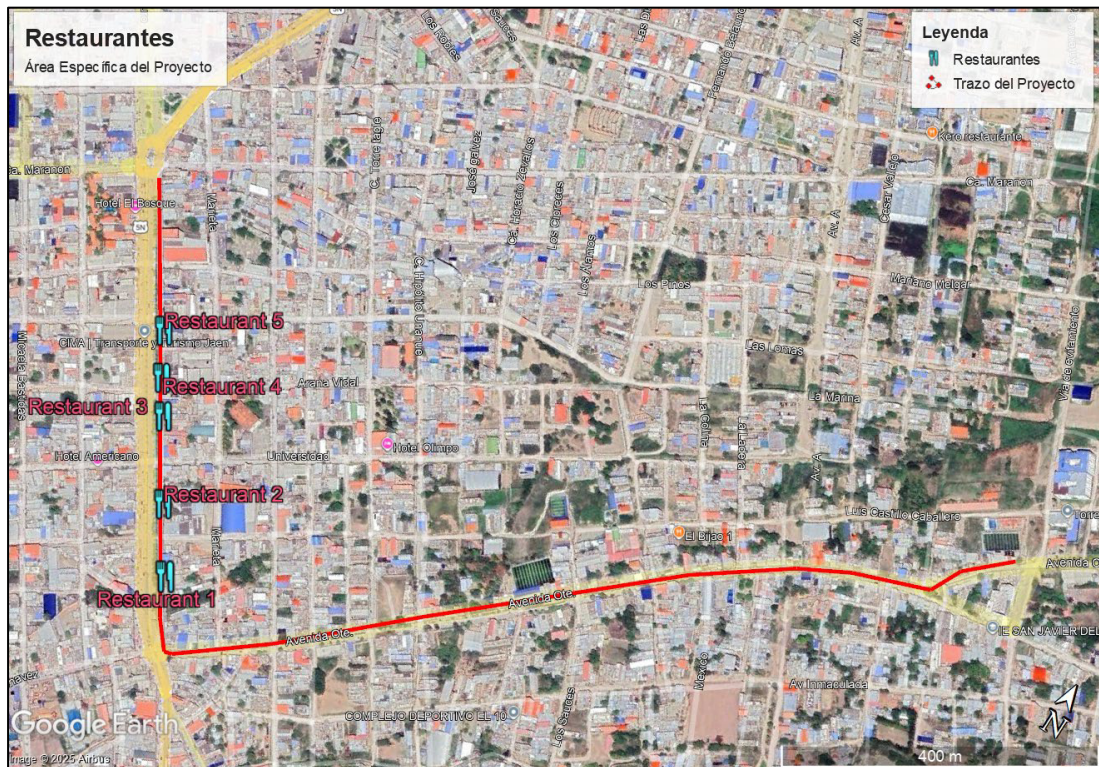
Figura 55

Establecimientos de salud



Figura 57

Restaurantes y recreos



4.4. Resultados y análisis de datos estadísticos

4.4.1. Análisis de confiabilidad del instrumento – encuesta

En la presente investigación se ha realizado un plan piloto concerniente al instrumento a ser aplicado en el desarrollo del trabajo a través de la metodología de Alfa de Cronbach, para conocer el grado de confiabilidad del instrumento a utilizar en la presente tesis, se han realizado las preguntas considerando como respuesta a través de la Escala de Likert.

- Estructura del Instrumento – Encuesta:

Tabla 3

Estructura del instrumento – Encuesta

| |
|---|
| MEDICIÓN DE LA CONFIABILIDAD PROYECCIÓN DE CICLO INFRAESTRUCTURA |
|---|

| DETALLE | RANGO (1-5) |
|--|-------------|
| 1. ¿Estaría dispuesto a utilizar una cicloinfraestructura Segura? | |
| 2. ¿Estaría dispuesto a utilizar una cicloinfraestructura con Semaforización? | |
| 3. ¿Estaría dispuesto a utilizar una cicloinfraestructura con Arborización? | |
| 4. ¿Estaría dispuesto a utilizar una cicloinfraestructura con Cicloparqueaderos? | |
| 5. ¿Estaría dispuesto a utilizar una cicloinfraestructura con Drenaje? | |

– Resultado de la encuesta piloto

Tabla 4

Resultado de la encuesta piloto

| Metodología - Alfa de Cronbach | | | | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|
| Persona | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 11 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 16 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 17 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 18 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 19 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 21 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 22 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 23 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 24 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 25 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 26 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 27 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 28 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 29 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 30 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |

– Cálculo y resultado de Confiabilidad del instrumento

Tabla 5*Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 1*

| Paso 1 | | |
|--|-------------|--------------|
| Calcular la media | | Total |
| 25 | 15 | 375 |
| 24 | 6 | 144 |
| 22 | 9 | 198 |
| $\bar{x} = \frac{\text{suma de todos los totales}}{N}$ | | |
| La media: | 23.9 | |

Tabla 6*Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 2*

| Paso 2 | |
|---|------|
| Restar la media de cada valor y elevar al cuadrado | |
| $=(25-23.9) \text{ al } 2$ | 1.21 |
| $=(24-23.9) \text{ al } 2$ | 0.01 |
| $=(22-23.9) \text{ al } 2$ | 3.61 |

Tabla 7*Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 3*

| Paso 3 | |
|--|-------------|
| Multiplicar por la frecuencia de cada valor y sumar | |
| $=(1.21*15)$ | 18.15 |
| $=(0.01*6)$ | 0.06 |
| $=(3.61*9)$ | 32.49 |
| Suma total | 50.7 |

Tabla 8

Cálculo y resultado de confiabilidad del instrumento – Paso 4

| Paso 4 | |
|-----------------------------------|-------------|
| Varianza Total | |
| =Paso 3 / Cantidad de Encuestados | 1.69 |

Tabla 9

Resultado final

$$\text{Fórmula} = (5 / (5-1)) * (1-(0.79/1.69)) = 0.7$$

| | | |
|----------------|---|-----|
| Fórmula | $= (\text{Cant. de Preguntas} / (\text{Cant. de Preguntas} - 1)) * (1 - (\text{SumaVarItems} / \text{VarTotal}))$ | 0.7 |
|----------------|---|-----|

Según, Lee J. Cronbach (1951), considera que el rango a ser medido el grado de confiabilidad es el siguiente: Si en el resultado se obtiene, ≥ 0.9 Excelente, 0.8-0.89 Buena, 0.7-0.79 Aceptable, < 0.6 Mejorar cuestionario.

Por lo que el resultado del presente trabajo obtuvo un 0.7 del grado de confiabilidad, lo que quiere decir que las preguntas a realizarse son confiables y viables.

4.4.2. Trabajo de campo – Instrumento confiable

Se ha empleado la estadística descriptiva, con el propósito de organizar y examinar las encuestas realizadas a las personas habitantes de los bienes inmuebles de la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro, sucesivo de emplear la estadística inferencial, con el propósito de predecir la actuación de la muestra frente a un futuro caso de implementación de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025.

Figura 58*Resultados de las encuestas*

| Destino de Viaje | | Motivo de Viaje | | Rango de Edad | |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Destino de Viaje | Usuarios | Motivo de Viaje | Usuarios | Rango de Edad | Usuarios |
| Jaen Centro | 12 | Estudio | 31 | 12 a 18 años | 19 |
| Las Flores | 3 | Ocio/Entretenimiento | 12 | 19 a 28 años | 21 |
| Monte grande | 4 | Otros | 5 | 29 a 35 años | 13 |
| Morro Solar Alto | 5 | Trabajo | 25 | 36 a 45 años | 5 |
| Morro Solar Bajo | 15 | Frecuencia de Viaje | | | |
| Morro Solar Centro I | 7 | Frecuencia de Viaje | Usuarios | 45 a más | 3 |
| Morro Solar Centro II | 10 | 1-2 veces por semana | 3 | 6 a 12 años | 12 |
| Pueblo Libre | 2 | 3-4 veces por semana | 27 | | |
| San Camilo-Las Palmeras | 15 | Lunes a Domingo | 15 | | |
| | | Lunes a Viernes | 28 | | |

- Con respecto al destino de viaje, se ha identificado la siguiente cantidad de personas por cada destino de viaje generado.

Tabla 12*Destino de viaje*

| Destino de Viaje | Cantidad de Personas |
|-------------------------|-----------------------------|
| Jaén Centro | 12 |
| Las Flores | 3 |
| Monte grande | 4 |
| Morro Solar Alto | 5 |
| Morro Solar Bajo | 15 |
| Morro Solar Centro I | 7 |
| Morro Solar Centro II | 10 |
| Pueblo Libre | 2 |
| San Camilo-Las Palmeras | 15 |
| Total, general | 73 |

Nota: Como puede observarse en la presente tabla, la mayor incidencia de respuestas respecto a los destinos de viaje se encuentra en las zonas de Morro Solar Bajo, San Camilo-Las Palmeras, Jaén Centro, eso es consistente con el análisis de centros atractores, que definen las preferencias de viaje por el interés natural de los servicios que se prestan en dichas zonas.

Figura 59

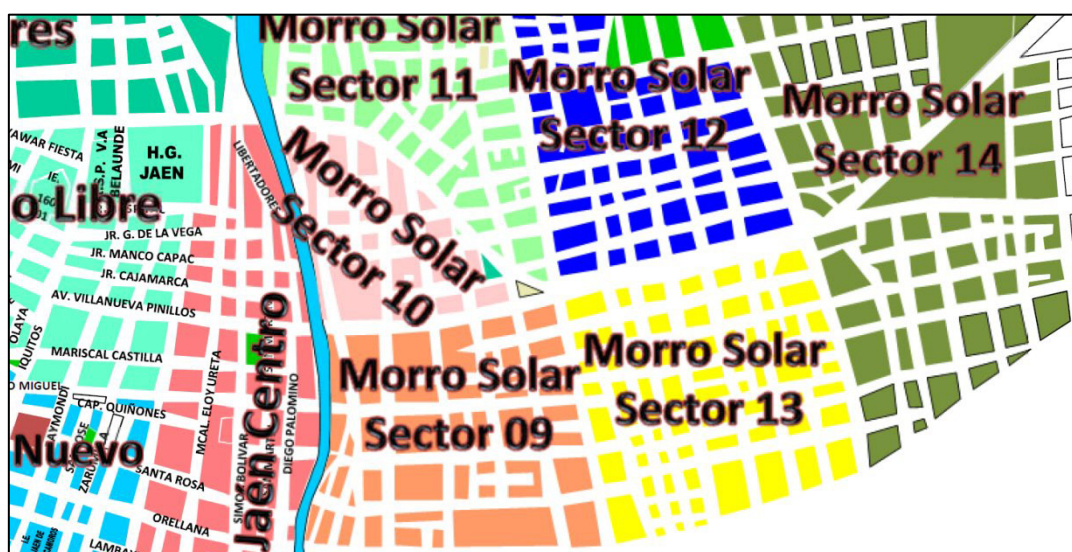
Resultados de la encuesta



Nota: En la referida tabla se ha ordenado las frecuencias de mayor a menor con el objetivo de mostrar los intereses de viaje hacia los centros atractores. Cabe precisar que las zonas no son atractores por si solos, sino por los servicios que se brindan.

Figura 60

Sectores del distrito de Jaén



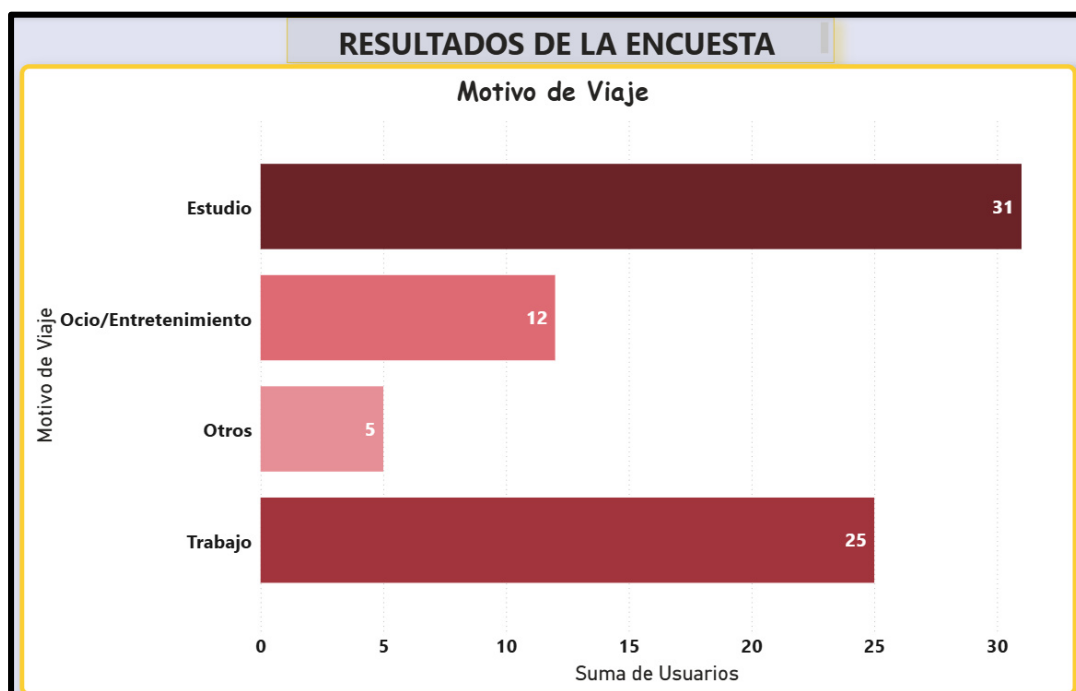
- Con respecto al motivo de viaje, se ha identificado la siguiente cantidad de personas para cada motivo de viaje generado.

Tabla 13

Motivo de viaje

| Motivo de Viaje | Cantidad de Personas |
|------------------------|-----------------------------|
| Estudio | 31 |
| Ocio/Entretención | 12 |
| Otros | 5 |
| Trabajo | 25 |
| Total, general | 73 |

Nota: En la tabla referida la mayor incidencia por motivo de viaje se vincula al estudio, eso se correlaciona como se verá en la siguiente sección, con los rangos de edad, pues los rangos que más requieren o son propensos al uso de la cicloinfraestructura son aquellos grupos etarios que se encuentran en la etapa de estudios.

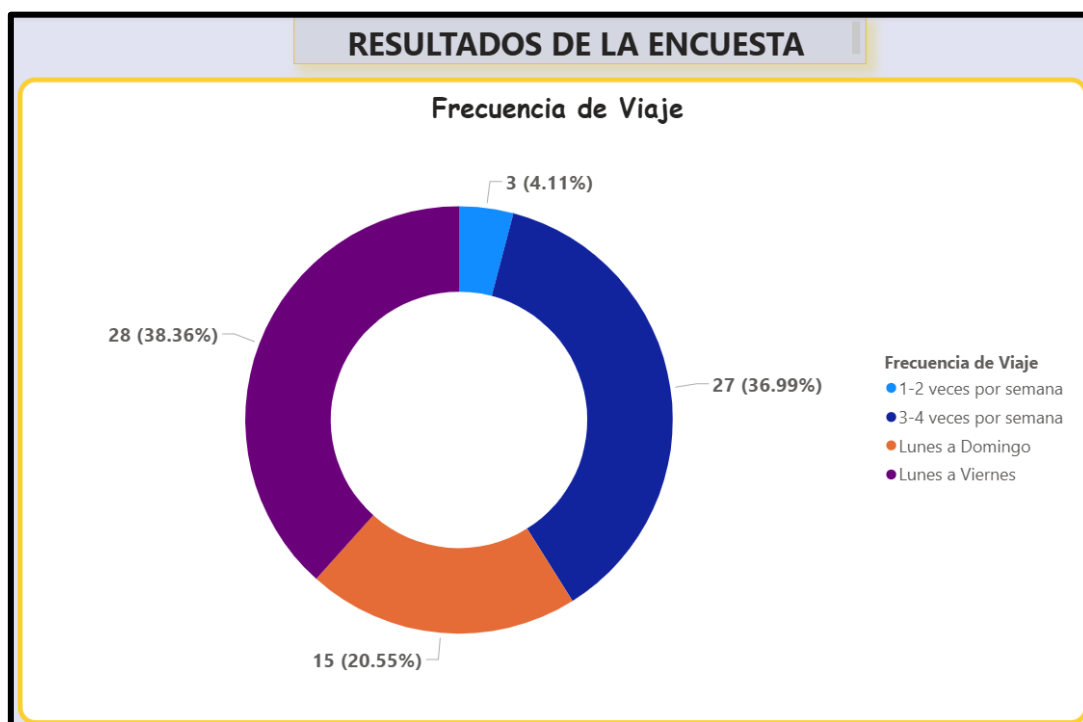
Figura 61*Rango de motivo de viaje*

- Con respecto a la frecuencia de viaje, se ha identificado la siguiente cantidad de personas para cada frecuencia de viaje generado.

Tabla 14*Frecuencia de viaje*

| Frecuencia de Viaje | Cantidad de Personas |
|-----------------------|----------------------|
| 1-2 veces por semana | 3 |
| 3-4 veces por semana | 27 |
| Lunes a Domingo | 15 |
| Lunes a Viernes | 28 |
| Total, general | 73 |

Nota: Como puede notarse en la tabla referida, la mayor cantidad de viajes se dan en el rango de Lunes a Viernes y/o 3 a 4 veces por semana, eso explica la correlación no solo a nivel de motivo de viaje, sino también de los días requeridos para satisfacer dicha necesidad.

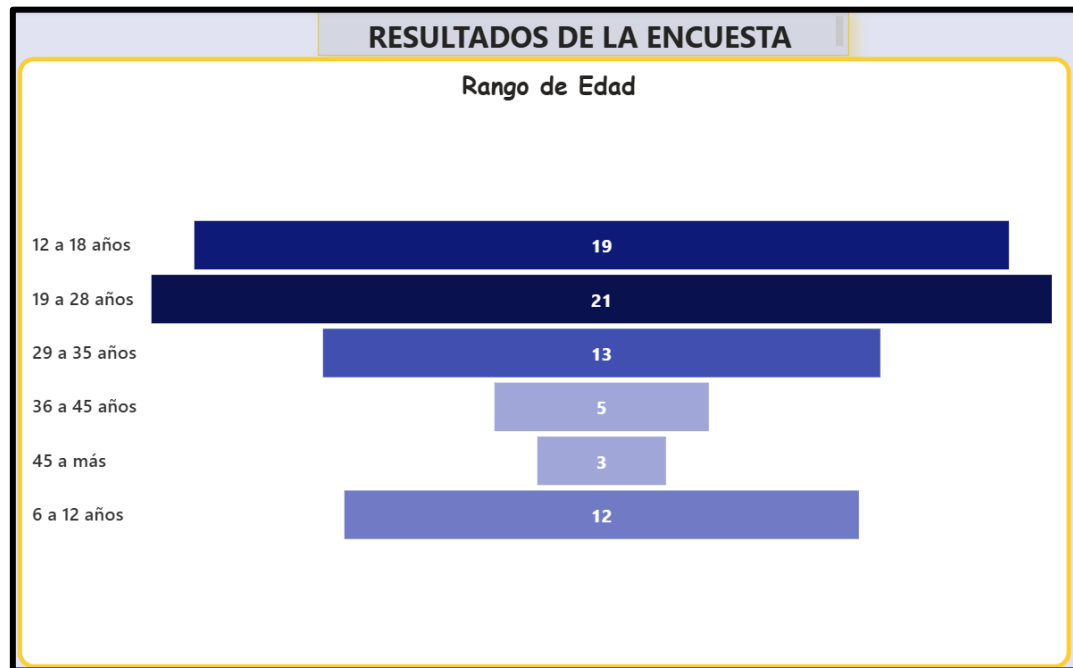
Figura 62*Rango de frecuencia de viaje*

- Con respecto al rango de edad, se ha identificado la siguiente cantidad de personas para cada rango de edad.

Tabla 15*Rango de edad*

| Rango de Edad | Cantidad de Personas |
|-----------------------|----------------------|
| 12 a 18 años | 19 |
| 19 a 28 años | 21 |
| 29 a 35 años | 13 |
| 36 a 45 años | 5 |
| 45 a más | 3 |
| 6 a 12 años | 12 |
| Total, general | 73 |

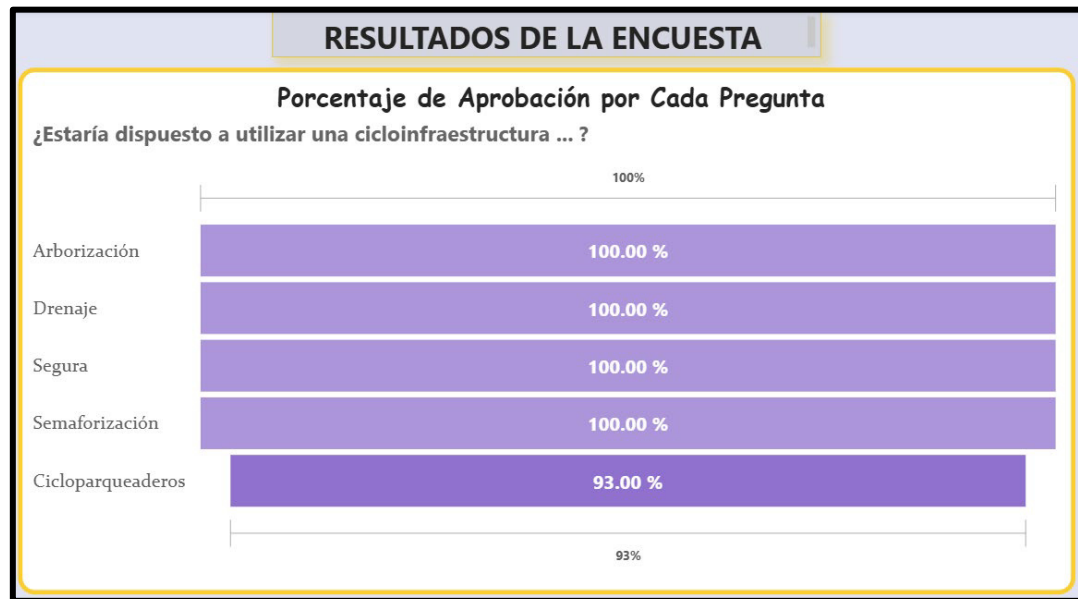
Nota: Se evidencia que el rango de edad más incidente es de 19 a 28 años, y como ya lo habíamos mencionado en la descripción de la tabla 3, hay una correlación directa con el motivo de viaje que más respuestas ha tenido en la realización de las encuestas.

Figura 63*Rango de edad*

- Con respecto a la disposición de utilizar la cicloinfraestructura en el área específica del proyecto, de los 73 encuestados el 98.6% estuvo a favor de la propuesta de diseño demostrado en la simulación en sumo para la mejora de vehículos no motorizados.

Figura 64

Nivel de satisfacción de la propuesta de diseño



4.4.3. Alternativas de innovación

Figura 65

Innovación en infraestructura inteligente y conectada

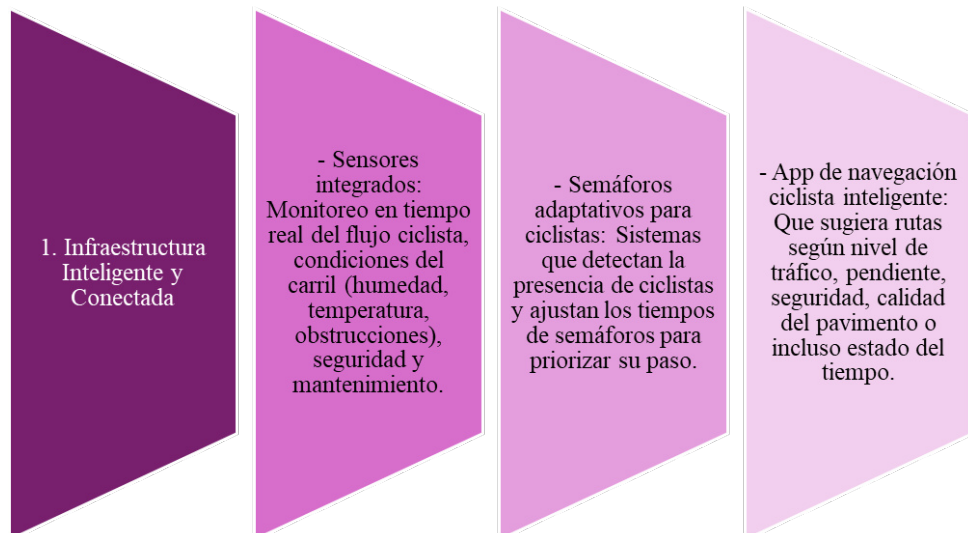
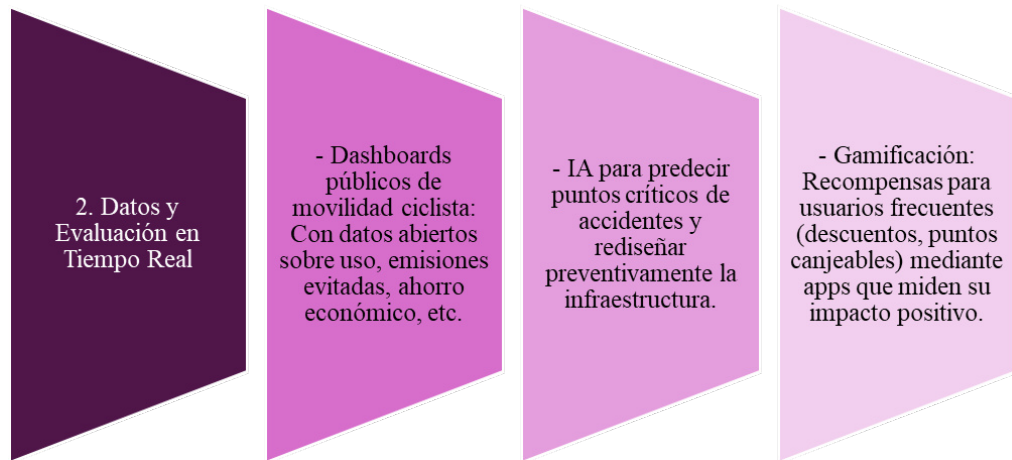
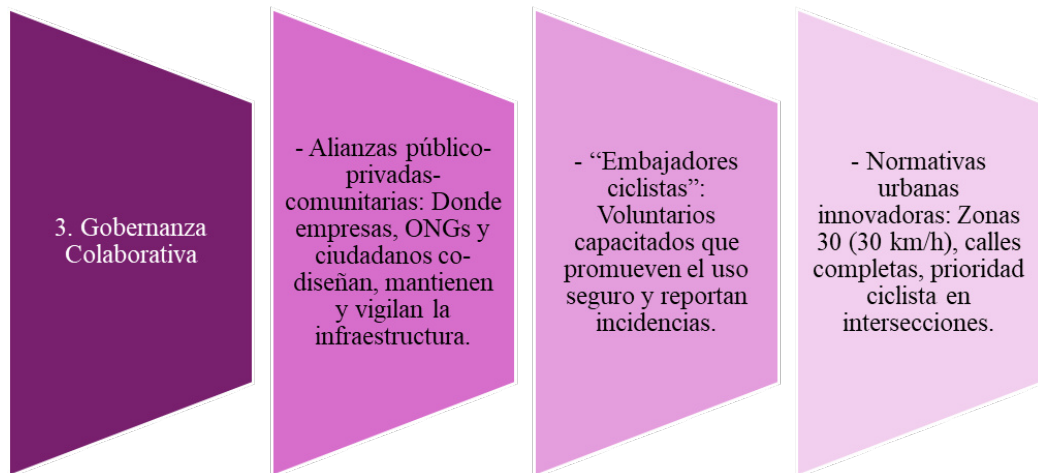
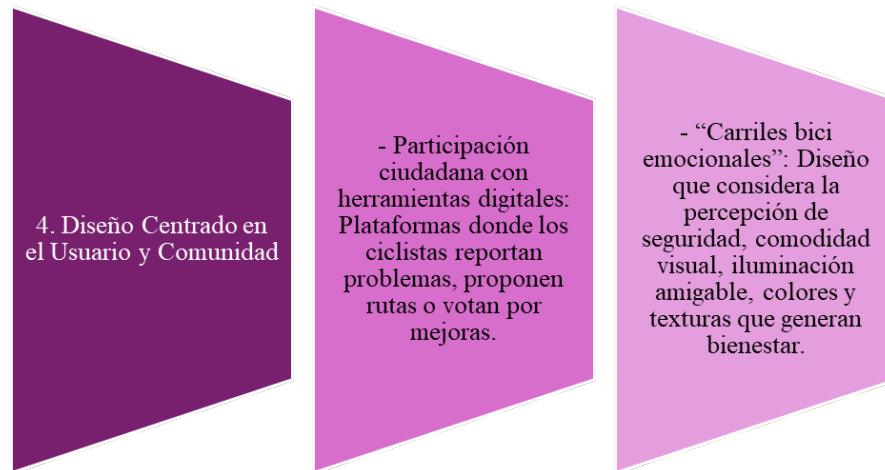
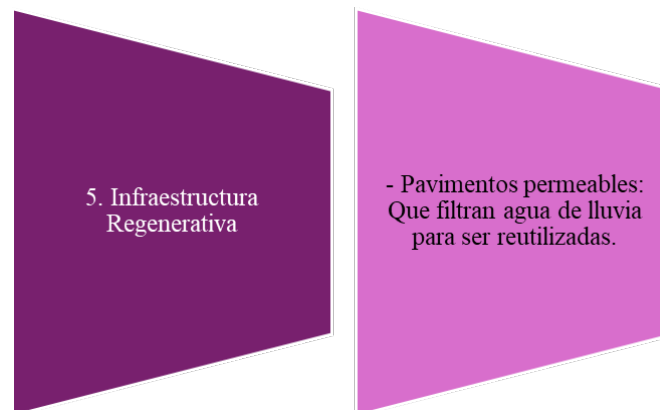


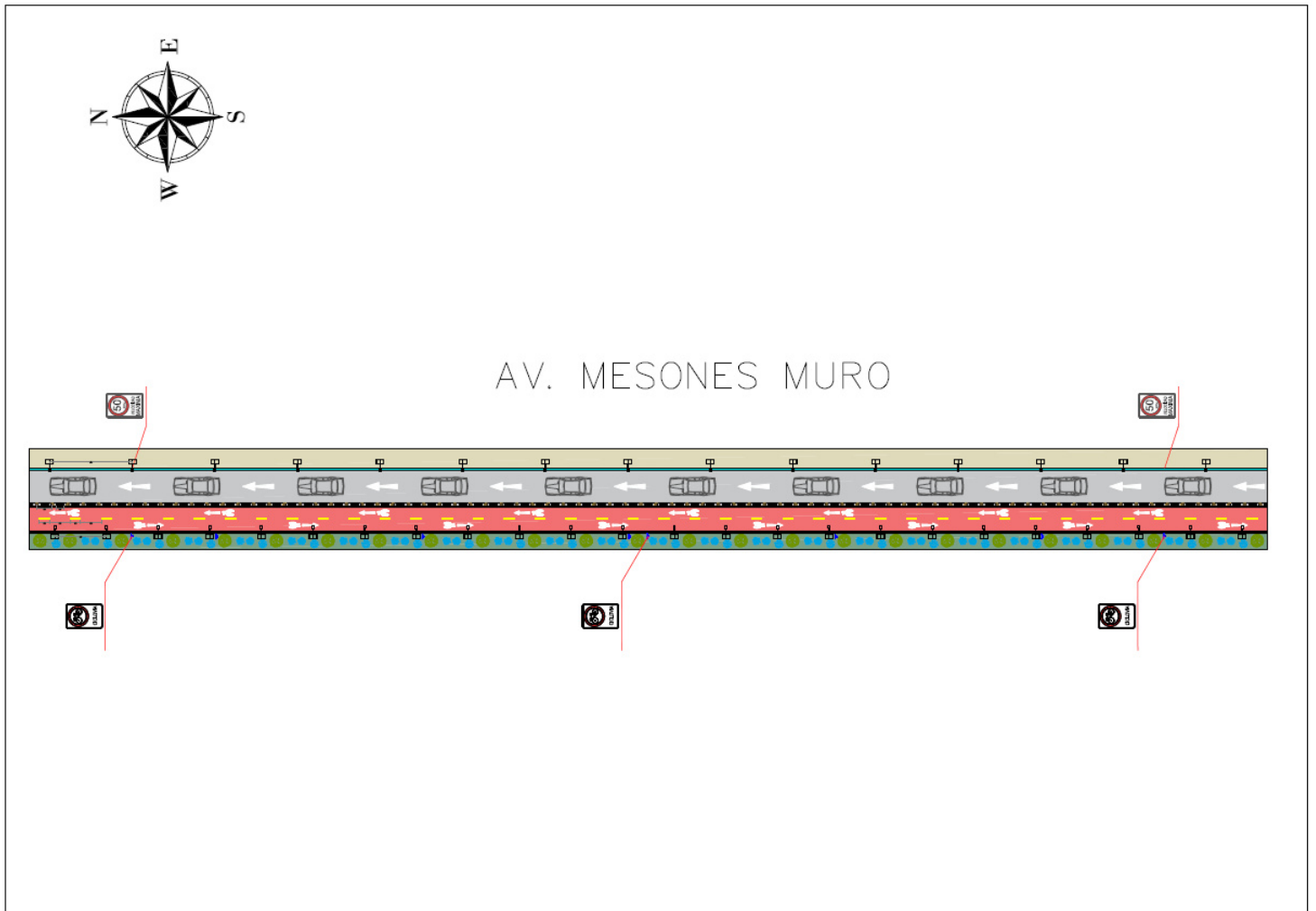
Figura 66*Innovación sobre datos y evaluación en tiempo real***Figura 67***Innovación en gobernanza colaborativa***Figura 68***Innovación en diseño centrado el usuario y continuidad*

**Figura 69**

Innovación en infraestructura regenerativa



DISEÑO DE CICLOINFRAESTRUCTURA**SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. MESONES MURO****Figura 70***Sección transversal Av. Mesones Muro*

Figura 71*Vista de planta Av. Mesones Muro***Figura 72***Vista 3D Av. Mesones Muro*

SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. ORIENTE

Figura 73

Sección transversal Av. Oriente

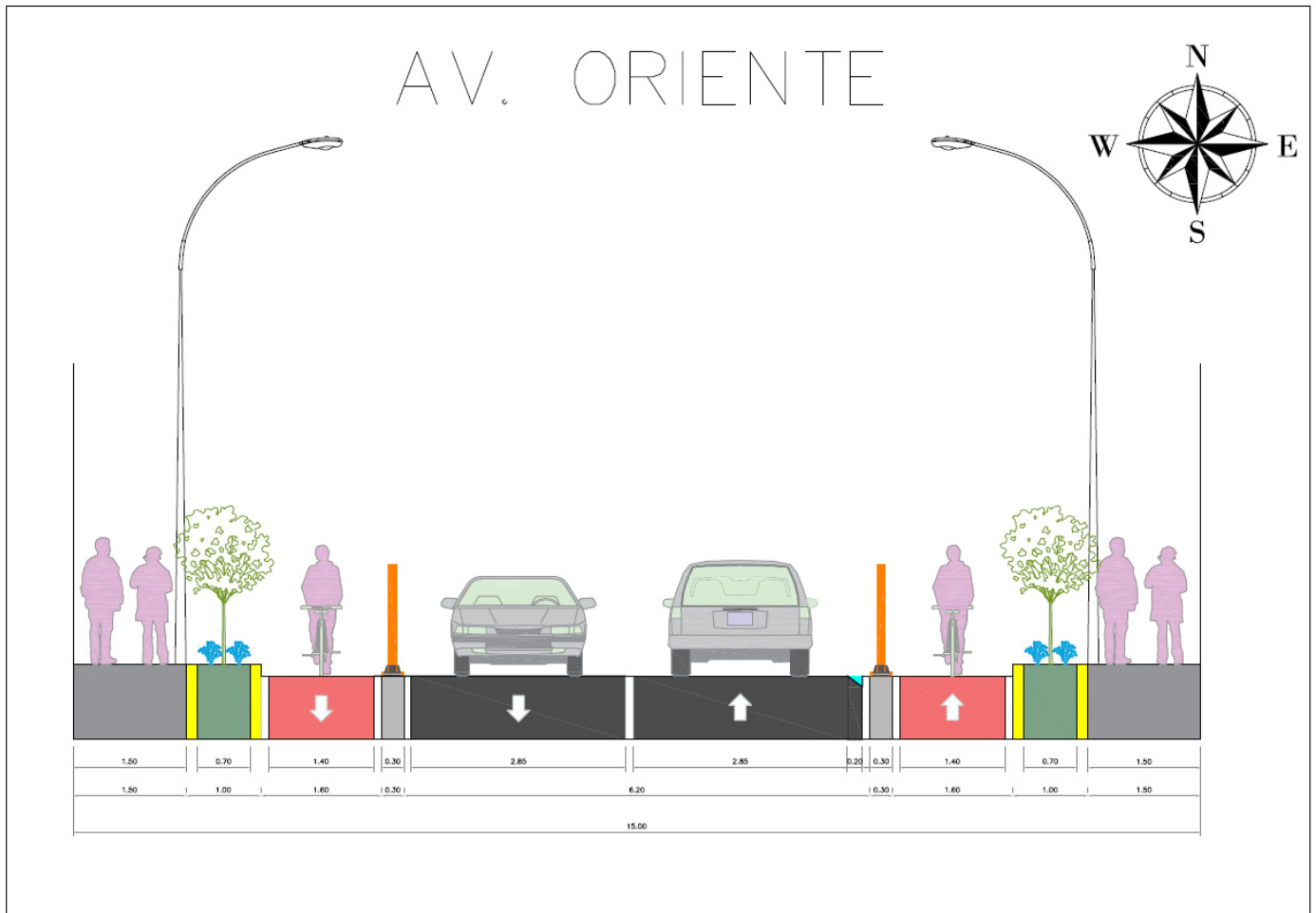
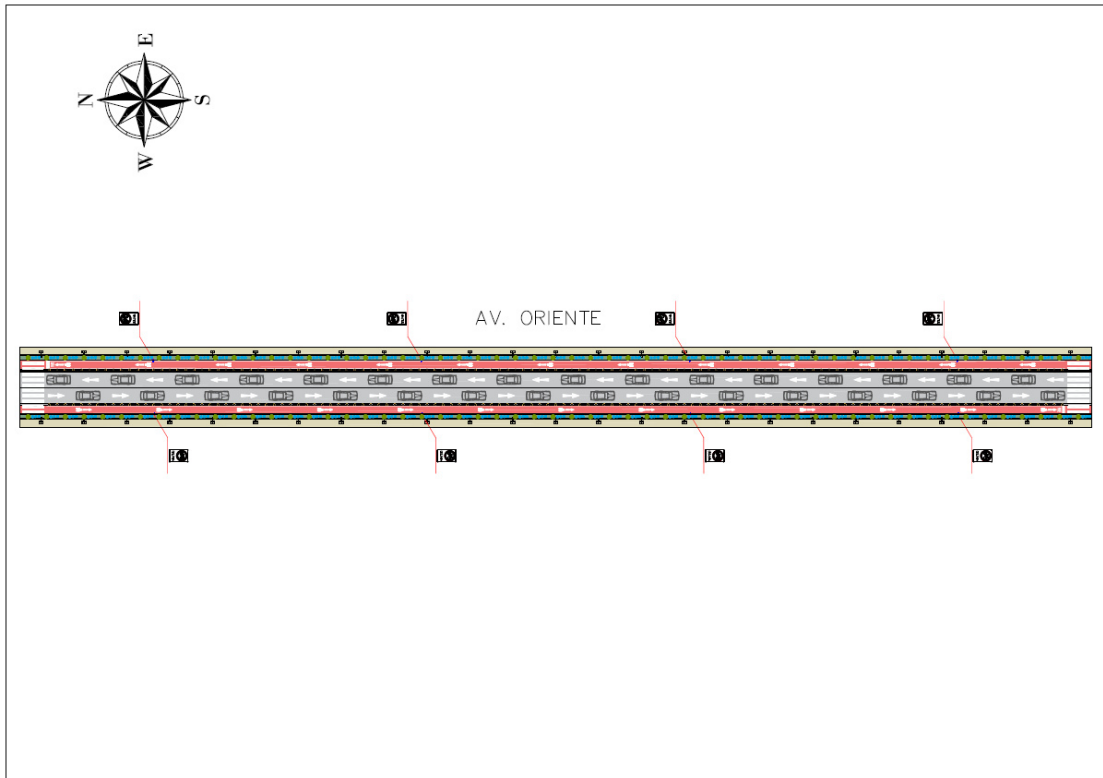


Figura 74*Vista de planta Av. Oriente***Figura 75***Vista 3D Av. Oriente*

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evaluación del diagnóstico de las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo, respecto a la viabilidad de implementar cicloinfraestructura, brindaron mayores aportes y sirvió como guía para la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

Según los datos analizados en el capítulo “IV Resultados”, el análisis realizado beneficiaría a más de 7,458, y será viable ya que traerá beneficios para la salud, el medio ambiente y generará un ahorro económico, permitiendo que esto sea sostenible en el tiempo.

Se ha realizado la Simulación en Sumo de la Situación Actual y la Situación proyectada, para conocer los efectos que tendrá al implementarse la cicloinfraestructura del diseño desarrollado en la presente tesis, lo cual se obtiene como resultados favorables ante los indicadores analizados en el Capítulo IV.

Se desarrolló la simulación en sumo de cicloinfraestructura para el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025, en base al estudio de demanda realizado, aplicando el instrumento utilizado y cumpliendo las necesidades de la población del distrito de Jaén, por lo que se analiza que esto genera mayor demanda al uso de este modo de transporte.

Con la implementación de la Cicloinfraestructura habrá una mejora en disminuir la demora promedio de vehículos, mejorando el nivel de servicio de vehículos, la velocidad promedio de vehículos y el tiempo de viaje de vehículos.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que, la simulación en sumo de cicloinfraestructura mejora el uso de vehículos no motorizados, generando la demanda y teniendo sus efectos en la mejora de la calidad de vida de población de Jaén, esto se llegó a demostrar a través de la Simulación Proyectado comparando con la Simulación Actual.
- La evaluación de la simulación en sumo de cicloinfraestructura impacta favorablemente sobre la ciudadanía, considerándose un diseño viable en la simulación en sumo respecto al uso de la cicloinfraestructura en la ciudad de Jaén, obteniendo el 98% de grado satisfacción en los usuarios.
- El análisis de las vías existentes sirvió y facilitó para determinar el diseño de la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén - Cajamarca, año 2025.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar este tipo de simulación de la cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro cada año, ya que la oferta de vehículos motorizados y no motorizados aumentan cada vez más.
- Con la obtención de una licencia se podrá analizar más indicadores de la simulación en sumo para obtener mayores datos de una posible implementación, siendo de gran ayuda para realizar megaproyectos integrados con otros modos de transportes.
- Se recomienda realizar un mantenimiento concurrente de las vías existentes en la que se pretende implementar un proyecto, con la finalidad de tener las condiciones adecuadas para la instalación y uso de la cicloinfraestructura, con la finalidad de satisfacer a los usuarios.

VIII. REFERENCIAS

- Agudelo Ossa, A. M., Higuera Salamanca, O. A., & Salazar Castaño, J. C. (2019, junio). *Evaluación de ciclo-infraestructura en Medellín, Colombia* [Ponencia]. Evaluación de ciclo-infraestructura en Medellín, Colombia. https://www.researchgate.net/publication/334377151_EVALUACION_DE_CICLO-INFRAESTRUCTURA_EN_MEDELLIN_COLOMBIA
- Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*. Alpha Editorial. <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587784152/Ingenier%C3%ADa+De+Tr%C3%A1nsito>
- CS CONS (2023). *Estudio Técnico Complementario para Seleccionar Ciudades Adecuadas y Preparar una Idea de Proyecto sobre la Construcción/Ampliación de Ciclovías Bajo la Cooperación Financiera Alemana*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.gob.pe/mtc>
- International Transport Forum. (2023). *Transport outlook 2023: Managing disruptions, adapting to change*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19990821>
- Morán Quispe, S. L., & Baca Cerdán, J. C. (2022). *La estructura urbana y su influencia en la movilidad del transporte no motorizado: alrededores del parque Kennedy, Miraflores, Lima-Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur], Repositorio Alicia. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2565>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Política Nacional de Transporte Urbano - PNTU* (Decreto Supremo N° 012-2019-MTC). <https://www.gob.pe/mtc>
- Mora, J. A. (2025). *Diseño de una ciclovía para mejorar la accesibilidad de los ciclistas entre la Av. Pedro Sotelo y Av. Wilber Antonio Aristides en el distrito de Tinguña – Ica validado a través de un modelo de simulación* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional

de San Luis Gonzaga de Ica].

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/685293>

Mena, R., Urquiza-Aguiar, L., Calderón-Hinojosa, X., & Zambrano, A. (2018). Simulación y análisis de tráfico vehicular en las rutas de acceso para la ciudad de Quito con mapas geográficos en SUMO (Simulación de Movilidad Urbana). *Journal of Science and Research*, 3(JIEE2018). <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issJIEE2018.2018pp26-34p>

Rosales, J. M. (2022). *Diseño geométrico para la implementación de una ciclo-infraestructura en la Av. Tumbes, Tumbes* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional UDEP. <https://pirhua.udep.edu.pe/item/65fba6fd-b328-4fe3-a07b-0bf1ca2d05d3>

IX. ANEXOS

Anexo A

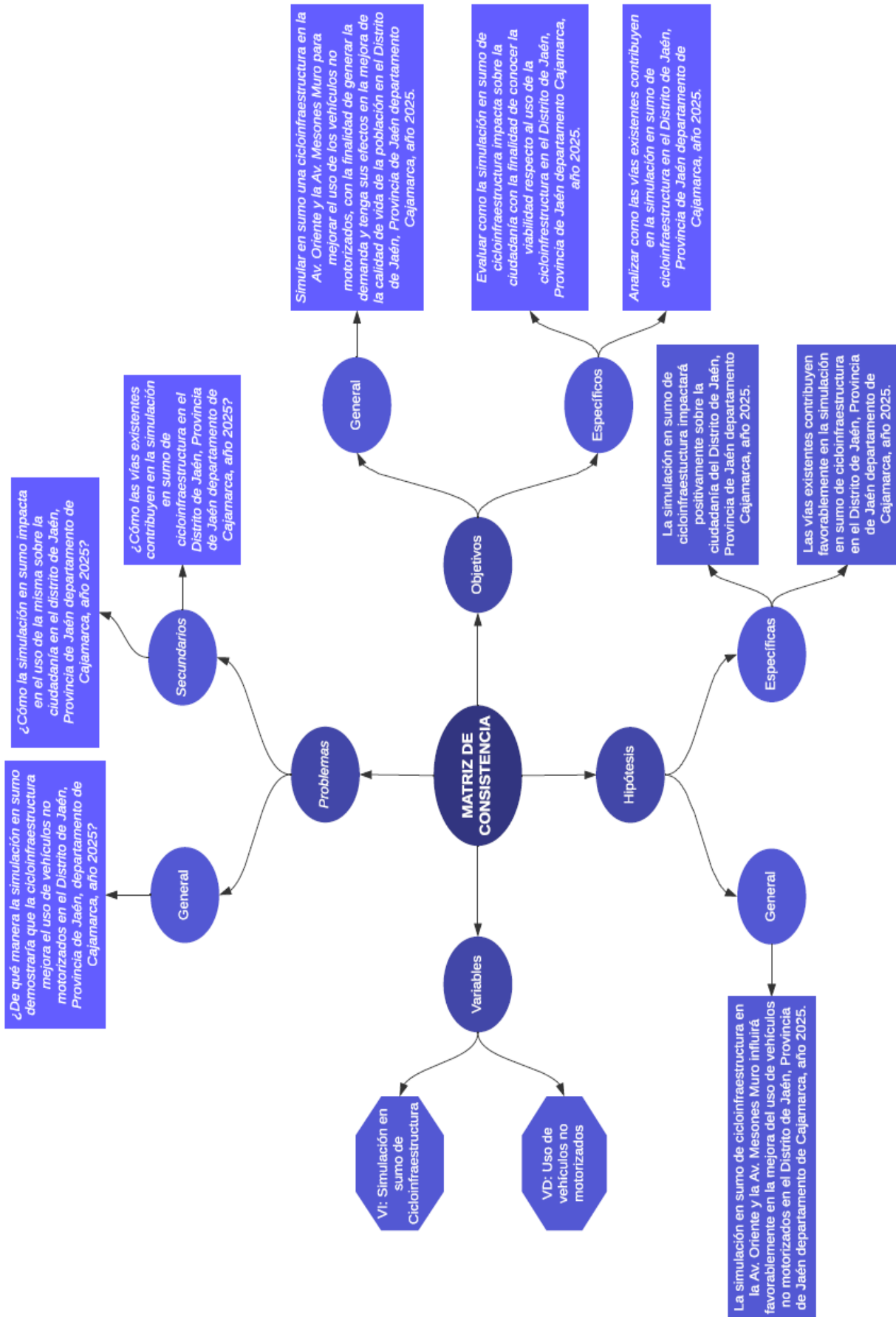
- **Matriz de Consistencia**

Título de la investigación: “SIMULACIÓN EN SUMO DE LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA AV. ORIENTE Y LA AV. MESONES MURO PARA MEJORAR EL USO DE LOS VEHICULOS NO MOTORIZADOS EN EL DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”

| SIMULACIÓN EN SUMO DE LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA AV. ORIENTE Y LA AV. MESONES MURO PARA MEJORAR EL USO DE LOS VEHICULOS NO MOTORIZADOS EN EL DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA | | | |
|--|---|---|--|
| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | |
| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables |
| Problema General | Objetivo General | Hipótesis General | Variable Independiente |
| ¿De qué manera la simulación en sumo demostraría que la cicloinfraestructura mejora el uso de vehículos no motorizados en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, año 2025? | Simular en sumo una cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro para mejorar el uso de los vehículos no motorizados, con la finalidad de generar la demanda y tenga sus efectos en la mejora de la calidad de vida de la población en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento Cajamarca, año 2025. | La simulación en sumo de cicloinfraestructura en la Av. Oriente y la Av. Mesones Muro influirá favorablemente en la mejora del uso de vehículos no motorizados en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025. | Simulación en Sumo de Cicloinfraestructura |
| Problemas Secundarios | Objetivos Específicos | Hipótesis Específicas | Variable Dependiente |
| ¿Cómo la simulación en sumo impacta en el uso de la misma sobre la ciudadanía en el distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025? | Evaluar como la simulación en sumo de cicloinfraestructura impacta sobre la ciudadanía con la finalidad de conocer la viabilidad respecto al uso de la cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento Cajamarca, año 2025. | La simulación en sumo de cicloinfraestructura impactará positivamente sobre la ciudadanía del Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento Cajamarca, año 2025. | Uso de vehículos no motorizados |

| | | | |
|---|---|--|--|
| ¿Cómo las vías existentes contribuyen en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025? | Analizar como las vías existentes contribuyen en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025. | Las vías existentes contribuyen favorablemente en la simulación en sumo de cicloinfraestructura en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén departamento de Cajamarca, año 2025. | |
|---|---|--|--|

Anexo B



Anexo C

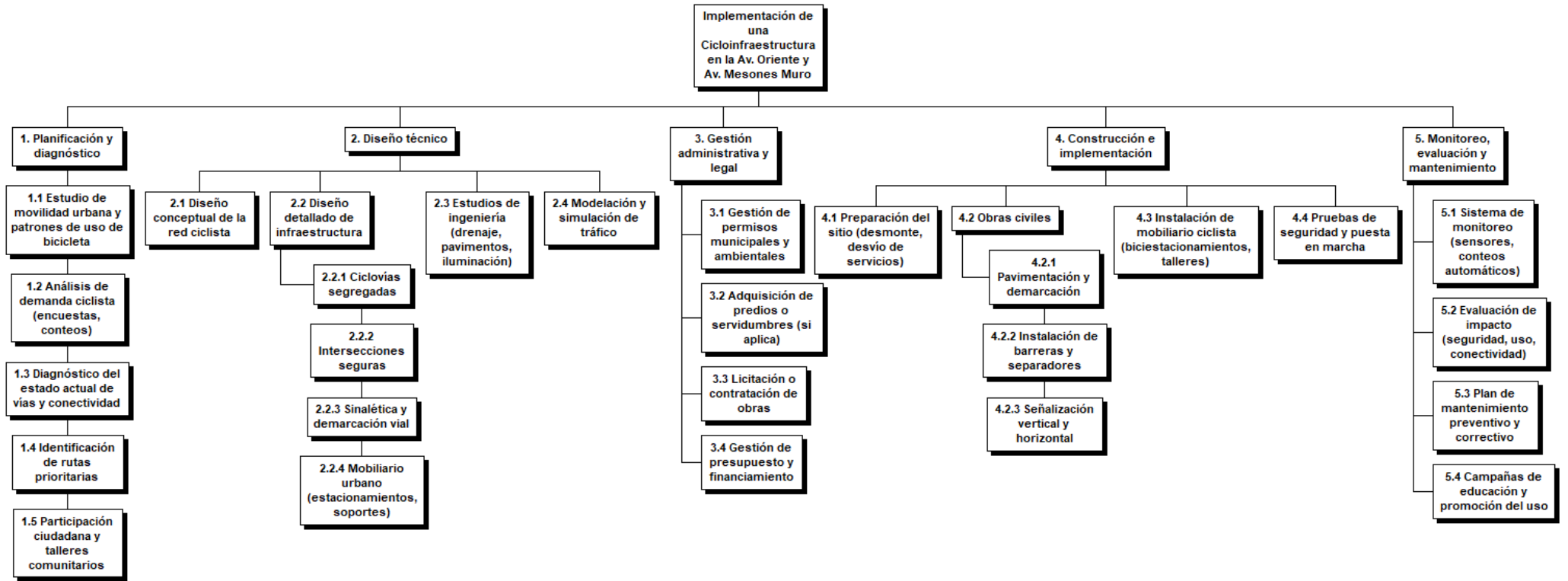
| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE | | | | |
|---|---|--|--|--|
| VARIABLE | DIMENSIÓN | DESCRIPCIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
| VARIABLE DEPENDIENTE USO DE VEHÍCULOS NO MOTORIZADOS | Nivel de Adopción del Modo No Motorizado | Mide el grado en que la población utiliza vehículos no motorizados (bicicletas, patines, patinetas, caminata, etc.) como medio de transporte habitual. | Tasa de modalidad no motorizada (TMNM) | $TMNM = \left(\frac{N_{NM}}{N_{total}} \right) \times 100$ <p>N_{NM} = número de viajes realizados diariamente con vehículos no motorizados N_{total} = número total de viajes diarios en todos los modos de transporte</p> |
| | Accesibilidad y Uso de la Infraestructura para Modos No Motorizados | Evalúa la disponibilidad, conectividad y uso efectivo de la infraestructura destinada a vehículos no motorizados (carriles bici, veredas seguras, estacionamientos para bicicletas, etc.). | Índice de uso de infraestructura no motorizada (IUIINM) | $IUIINM = \frac{U_{real}}{U_{potencial}}$ <p>U_{real} = número promedio diario de usuarios de la infraestructura no motorizada (ej. ciclistas en carriles bici) $U_{potencial}$ = número estimado de usuarios potenciales según demanda, población y cobertura de la infraestructura</p> |
| | Percepción de Seguridad y Conveniencia | Captura la percepción de los ciudadanos sobre la seguridad, comodidad y conveniencia de usar vehículos no motorizados en su entorno urbano. | Índice de percepción favorable al modo no motorizado (IPFNM) | $IPFNM = \frac{\sum_{i=1}^k P_i}{k \cdot P_{m\acute{a}x}}$ <p>Dónde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P_i = puntuación obtenida en la pregunta i del cuestionario (por ejemplo, sobre seguridad, comodidad, tiempo de viaje) • k = número de ítems del cuestionario relacionados con la percepción • $P_{m\acute{a}x}$ = puntuación máxima posible por artículo (ej. 5 en una escala Likert de 1 a 5) |

| | | | | |
|---|--------------------------------------|--|--|--|
| <p>VARIABLE INDEPENDIENTE SIMULACIÓN EN SUMO DE CICLOINFRAESTRUCTURA</p> | <p>Espera por Vehículo</p> | <p>Tiempo extra promedio por vehículo respecto al flujo libre.</p> | <p>Demora promedio de vehículos</p> | $\text{Demora promedio} = \frac{\sum(\text{Tiempo de viaje real}_i - \text{Tiempo de viaje en flujo libre}_i)}{N}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • N = número total de vehículos observados • Tiempo de viaje real_{<i>i</i>} = tiempo que tardó el vehículo <i>i</i> en recorrer el segmento • Tiempo de viaje en flujo libre_{<i>i</i>} = $\frac{L}{V_f}$, con L = longitud del tramo y V_f = velocidad en flujo libre |
| | <p>Cantidad de demanda vehicular</p> | <p>Calificación cualitativa de la calidad del tránsito percibida por el conductor.</p> | <p>Nivel de servicio de vehículos (LOS)</p> | $d = d_1 + d_2$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $d_1 = \frac{C(1-g/C)^2}{2(1-(g/C)(X))}$ (demora uniforme) • $d_2 = 900T[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{16X}{CT}}]$ (demora incremental) <p>Parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C = ciclo del semáforo (s) • g = tiempo efectivo de verde (s) • $X = v/c$ = razón de flujo/capacidad • T = duración del período de análisis (horas) • v = flujo (veh/h) • c = capacidad (veh/h) |
| | <p>Tiempo de recorrido</p> | <p>Tiempo total promedio que tarda un vehículo en recorrer un tramo.</p> | <p>Tiempo de viaje de vehículos</p> | <p>Fórmula (por vehículo):</p> $t_i = \frac{L}{V_i}$ <p>Tiempo de viaje promedio:</p> $\bar{t} = \frac{\sum t_i}{N}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • t_i = tiempo de viaje del vehículo <i>i</i> • V_i = velocidad del vehículo <i>i</i> • L = longitud del tramo |

| | | | | |
|--|-----------|---|--|--|
| | Velocidad | Rapidez efectiva promedio de los vehículos en un tramo. | Velocidad promedio de vehículos | $V_{\text{prom}} = \frac{L \cdot N}{\sum t_i}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none">• L = longitud del tramo (m o km)• t_i = tiempo de viaje del vehículo i (h o s)• N = número total de vehículos <p>Alternativamente, si se tiene el tiempo de viaje promedio (\bar{t}):</p> $V_{\text{prom}} = \frac{L}{\bar{t}}$ |
|--|-----------|---|--|--|

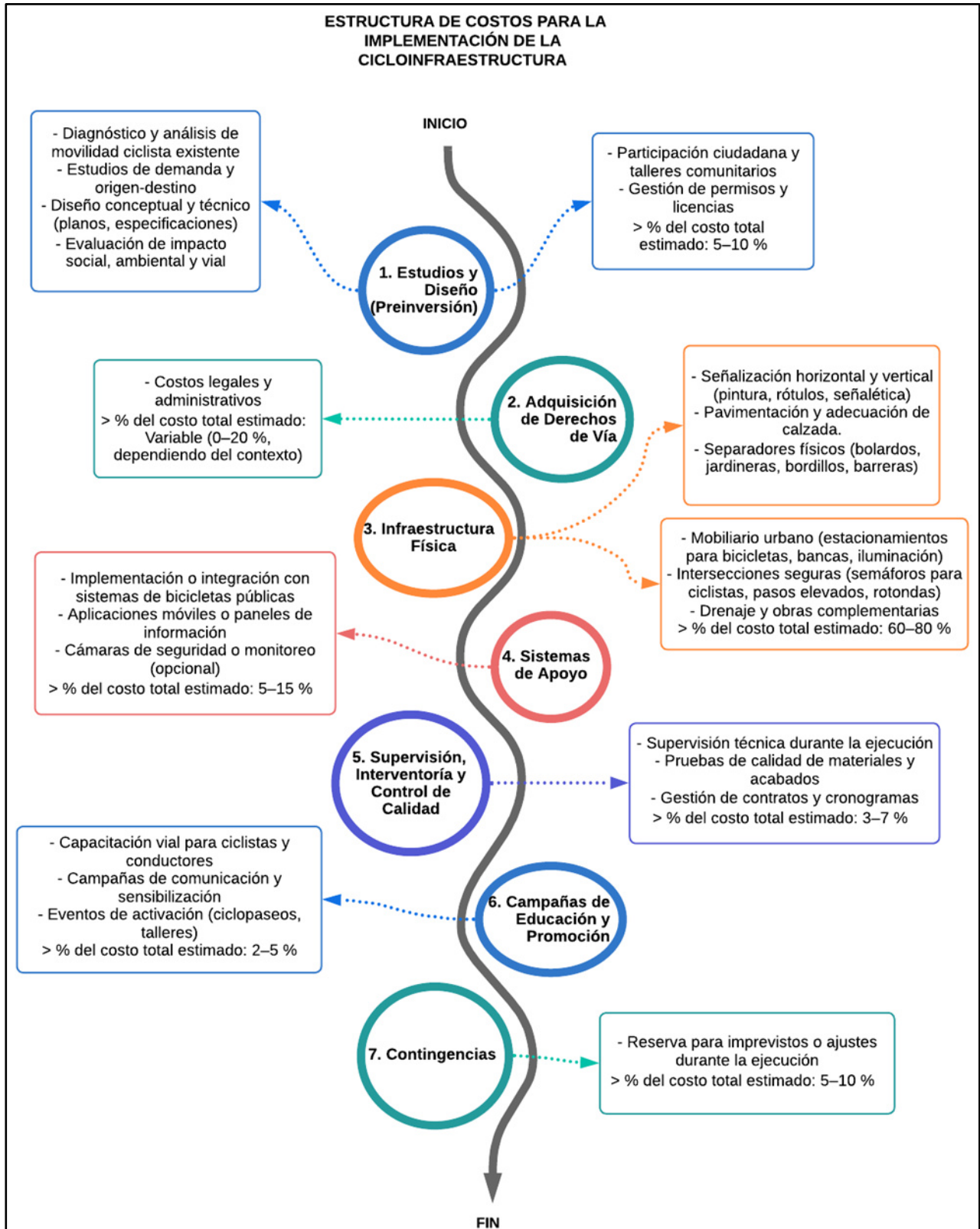
Anexo D

Work Breakdown Structure - EDT



Anexo E

ESTRUCTURA DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CICLOINFRAESTRUCUTRA



Anexo F

**SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA AL MINISTERIO
DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES**

"AÑO DE LA RECUPERACION y CONSOLIDACION DE LA ECONOMIA PERUANA"**SR. MINISTRO RAÚL PÉREZ REYES****MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES****Jr. Zorritos 1293, Lima, Perú****ASUNTO: SOLICITUD DE INFORMACIÓN.**

Por medio de la presente y en el marco de la Ley de Transparencia Pública y Acceso a la Información Pública - Ley N° 27806, artículo 10 Información de Acceso al Público, solicito se me pueda otorgar información respecto de los estudios y diagnósticos para la implementación de ciclovías en las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo las cuales obran en el Programa Nacional de Transportes Urbano Sostenible - PROMOVILIDAD, y que han sido realizados con el apoyo técnico de la consultora CS Cons en el marco de la cooperación internacional, es preciso indicar que dicha información tiene finalidad académica.

En ese sentido, sírvase dar atención a mi solicitud remitiendo dicha información en formato físico y/o digital a mi correo electrónico angelicajulca.29@gmail.com, número telefónico: 920601631.

Agradeciendo de antemano su atención.

Atentamente,

Angélica Julca Díaz**DNI: 70084659**

RESPUESTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES A LA SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Programa Nacional de
Transporte Urbano
Sostenible



Firmado Digitalmente por:
AUCAHUASI DONGO Nancy
Nerida FAU 20131379944
hard
Razón: Soy el Autor del
Documento
Ubicación: Lima - Lima
Fecha: 03/03/2025 10:16:57

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Lima, 03 de Marzo del 2025

MEMORANDO N° 0122-2025-MTC/30

A : **ANA MARITZA SARMIENTO RAVELO**
Responsable de Acceso a la Información Pública

ASUNTO : Solicitud de acceso a la información pública (N° T- 092620-2025)

REFERENCIA : Memorando N° 1137-2024-MTC/04.02.99 (27/02/2025)

Me dirijo a usted con relación al documento de la referencia, mediante el cual se nos traslada la solicitud de acceso a la información de la ciudadana ANGELICA MARIA JULCA DIAZ, quien en el marco de lo dispuesto por la Ley N° 27806 - Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y su Reglamento, solicita lo siguiente:

"(...) Solicito se me pueda otorgar información respecto de los estudios y diagnósticos para la implementación de ciclovías en las ciudades de Arequipa, Piura y Trujillo las cuales obran en el Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible - PROMOVILIDAD, y que han sido realizados con el apoyo técnico de la consultora CS Cons en el marco de la cooperación internacional, es preciso indicar que dicha información tiene finalidad académica."

En ese sentido, por el presente cumplimos con adjuntar los estudios de infraestructura ciclovial realizados por la consultora CS Cons, respecto de las ciudades de Piura, Trujillo, Ica y Arequipa respectivamente, información que se pone a disposición de la solicitante por medio del siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1G8QXifY-USVru9QIJY_6vT9PLS8mfGmC

Finalmente, cabe precisar que este enlace estará habilitado hasta el 15 de marzo de 2025, luego de lo cual caducará.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente

NANCY NERIDA AUCAHUASI DONGO
PROGRAMA NACIONAL DE TRANSPORTE URBANO SOSTENIBLE
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

NNAD/lfrs

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aplicando lo dispuesto por el Art.25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <http://scdstd.mtc.gob.pe/3689740> ingresando el número de expediente **E-092620-2025** y la siguiente clave: PGPNB3 .

Jr. Zorritos 1203 - Lima - Perú
Central telefónica. (511) 615-7800
www.gob.pe/mtc





Firmado Digitalmente por:
SARMIENTO RAVELO Ana
Maritza FAU 20131379944
hard
Razón: Soy el Autor del
Documento
Ubicación: Lima - Lima
Fecha: 03/03/2025 15:24:35

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Lima, 03 de Marzo del 2025

OFICIO N° 1408-2025-MTC/04.02.99

Señora
ANGELICA MARIA JULCA DIAZ
JR. LUIS CASTILLO C. 1280 SECTOR AROMO BAJO - JAÉN
angelicajulca.29@gmail.com
Presente.-

Asunto : Comunicamos respuesta a solicitud por Ley de Transparencia
y Acceso a la información Pública – Ley 27806
Referencia : SOLICITUD N° E-092620-2025

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención al documento de la referencia, por medio del cual requirió información a este Ministerio.

Al respecto, el Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible del Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante Memorando N° 0122-2025-MTC/30, brindó atención a su solicitud, la cual es adjuntada al presente documento.

En ese sentido, de conformidad con lo señalado en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado mediante Decreto Supremo N° 021-2019-JUS, damos por atendido su requerimiento dentro de la política de transparencia que caracteriza a nuestra institución.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente
ANA MARITZA SARMIENTO RAVELO
RESPONSABLE DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA¹
OFICINA DE ATENCION AL CIUDADANO Y GESTION DOCUMENTAL
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Adj.: Memorando N° 0122-2025-MTC/30

AMSR/vmab

¹ Designada mediante Resolución Ministerial N° 0967-2022-MTC/01: "Designan responsable de entregar la información de acceso público del Ministerio de Transportes y Comunicaciones"

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aplicando lo dispuesto por el Art.25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <http://scddstd.mtc.gob.pe/3691981> ingresando el número de expediente **E-092620-2025** y la siguiente clave: PGPNB3 .



Anexo G
Estudio In Situ















Anexo H

RESULTADO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS

| Nº | Disposición al uso de ciclovías | Destino de Viaje | Motivo de Viaje | Frecuencia de Viaje | Rango de Edad |
|----|---------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 1 | SI | Jaén Centro | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 2 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 3 | SI | Morro Solar Centro I | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 4 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 5 | SI | Jaén Centro | Trabajo | 3-4 veces por semana | 45 a más |
| 6 | SI | Morro Solar Centro I | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 19 a 28 años |
| 7 | SI | Pueblo Libre | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 8 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 9 | SI | Morro Solar Centro II | Otros | 1-2 veces por semana | 6 a 12 años |
| 10 | SI | Jaén Centro | Ocio/Entretenimiento | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 11 | SI | Morro Solar Centro I | Estudio | Lunes a Viernes | 19 a 28 años |
| 12 | SI | Morro Solar Bajo | Trabajo | 3-4 veces por semana | 45 a más |
| 13 | SI | Morro Solar Centro II | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 45 a más |
| 14 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 29 a 35 años |
| 15 | SI | Jaén Centro | Trabajo | 3-4 veces por semana | 19 a 28 años |
| 16 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | 3-4 veces por semana | 12 a 18 años |
| 17 | SI | Morro Solar Centro II | Otros | 3-4 veces por semana | 6 a 12 años |
| 18 | SI | Morro Solar Centro I | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 19 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 29 a 35 años |
| 20 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 21 | SI | Jaén Centro | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 22 | SI | Morro Solar Centro II | Trabajo | Lunes a Domingo | 36 a 45 años |
| 23 | SI | Morro Solar Centro II | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 24 | SI | Jaén Centro | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 25 | SI | Las Flores | Ocio/Entretenimiento | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |

| | | | | | |
|----|----|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------|
| 26 | SI | Morro Solar Centro I | Estudio | 3-4 veces por semana | 12 a 18 años |
| 27 | SI | Las Flores | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 36 a 45 años |
| 28 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 29 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 30 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 31 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 32 | SI | Morro Solar Centro II | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 33 | SI | Morro Solar Alto | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 34 | SI | Morro Solar Bajo | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 35 | SI | Las Flores | Ocio/Entretenimiento | Lunes a Domingo | 36 a 45 años |
| 36 | SI | Monte grande | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 37 | SI | Morro Solar Bajo | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 38 | SI | Morro Solar Centro I | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 39 | SI | Monte grande | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 40 | SI | Morro Solar Centro II | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 41 | SI | Jaén Centro | Ocio/Entretenimiento | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 42 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Trabajo | 3-4 veces por semana | 19 a 28 años |
| 43 | SI | Morro Solar Centro II | Otros | 1-2 veces por semana | 19 a 28 años |
| 44 | SI | Pueblo Libre | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 45 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 46 | SI | Morro Solar Centro II | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 36 a 45 años |
| 47 | SI | Morro Solar Centro I | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 48 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 49 | SI | Jaén Centro | Trabajo | 3-4 veces por semana | 36 a 45 años |
| 50 | SI | Morro Solar Alto | Estudio | 3-4 veces por semana | 6 a 12 años |
| 51 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 52 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 53 | SI | Morro Solar Bajo | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 54 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 19 a 28 años |

| | | | | | |
|----|----|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------|
| 55 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 6 a 12 años |
| 56 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Otros | Lunes a Viernes | 19 a 28 años |
| 57 | SI | Monte grande | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 58 | SI | Jaén Centro | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 59 | SI | Morro Solar Alto | Ocio/Entretenimiento | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 60 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 61 | SI | Jaén Centro | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 62 | SI | Morro Solar Bajo | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 63 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Estudio | 3-4 veces por semana | 6 a 12 años |
| 64 | SI | Morro Solar Alto | Trabajo | 3-4 veces por semana | 19 a 28 años |
| 65 | SI | Morro Solar Alto | Trabajo | Lunes a Domingo | 19 a 28 años |
| 66 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Otros | 3-4 veces por semana | 6 a 12 años |
| 67 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 68 | SI | Morro Solar Centro II | Trabajo | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 69 | SI | Jaén Centro | Ocio/Entretenimiento | 3-4 veces por semana | 29 a 35 años |
| 70 | SI | Monte grande | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 71 | SI | San Camilo-Las Palmeras | Ocio/Entretenimiento | 1-2 veces por semana | 6 a 12 años |
| 72 | SI | Jaén Centro | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |
| 73 | SI | Morro Solar Bajo | Estudio | Lunes a Viernes | 12 a 18 años |

Anexo I

Lenguaje Python

```

import xml.etree.ElementTree as ET
import pandas as pd

print("Analizando output/trip-info-output.xml...")

# Cargar archivo XML
tree = ET.parse("output/trip-info-output.xml")
root = tree.getroot()

# Inicializar listas
data_total = []
data_analisis = []

# Clasificar todos los vehículos y filtrar por arrival
for trip in root.findall("tripinfo"):
    arrival = float(trip.attrib["arrival"])
    trip_data = {
        "id": trip.attrib["id"],
        "depart": float(trip.attrib["depart"]),
        "arrival": arrival,
        "duration": float(trip.attrib["duration"]),
        "routeLength": float(trip.attrib["routeLength"]),
        "waitingTime": float(trip.attrib["waitingTime"]),
        "vType": trip.attrib["vType"],
        "departLane": trip.attrib["departLane"],
        "arrivalLane": trip.attrib["arrivalLane"]
    }
    data_total.append(trip_data)
    if arrival >= 600:
        data_analisis.append(trip_data)

# DataFrames
df_total = pd.DataFrame(data_total)
df = pd.DataFrame(data_analisis)

# Extraer accesos (incluye casos como E15.5)
df["origen"] = df["departLane"].str.extract(r"(E[\d\.]+)")
df["destino"] = df["arrivalLane"].str.extract(r"(E[\d\.]+)")
df["velocidad_prom"] = (df["routeLength"] / df["duration"]) * 3.6

# Función para calcular LOS
def calcular_los(delay):
    if delay <= 10:
        return "A"
    elif delay <= 20:
        return "B"
    elif delay <= 35:
        return "C"
    elif delay <= 55:
        return "D"
    elif delay <= 80:
        return "E"
    else:
        return "F"

# Pestaña 1: por acceso (origen)
by_access = df.groupby("origen").agg(
    cantidad_vehiculos=("id", "count"),
    tiempo_prom_viaje=("duration", "mean"),
    demora_promedio=("waitingTime", "mean"),
    velocidad_promedio=("velocidad_prom", "mean")
).reset_index()
by_access["LOS"] = by_access["demora_promedio"].apply(calcular_los)

# Pestaña 2: por acceso y tipo
by_access_type = df.groupby(["origen", "vType"]).agg(
    cantidad_vehiculos=("id", "count"),
    tiempo_prom_viaje=("duration", "mean"),
    demora_promedio=("waitingTime", "mean"),
    velocidad_promedio=("velocidad_prom", "mean")
).reset_index()
by_access_type["LOS"] = by_access_type["demora_promedio"].apply(calcular_los)

# Pestaña 3: por tipo de vehículo
by_type = df.groupby("vType").agg(
    cantidad_vehiculos=("id", "count"),
    tiempo_prom_viaje=("duration", "mean"),
    demora_promedio=("waitingTime", "mean"),
    velocidad_promedio=("velocidad_prom", "mean")
).reset_index()
by_type["LOS"] = by_type["demora_promedio"].apply(calcular_los)

# Pestaña 4: resumen general
total_tripinfos = len(df_total)
arrival_post_600 = len(df)
arrival_pre_600 = total_tripinfos - arrival_post_600

resumen_general = pd.DataFrame({
    "concepto": [
        "Vehículos totales en tripinfo.xml",
        "Vehículos con arrival >= 600",
        "Vehículos con arrival < 600"
    ],
    "valor": [total_tripinfos, arrival_post_600, arrival_pre_600]
})

# Lista de rutas personalizadas a analizar
rutas_personalizadas = [
    ("E0", "E12"),
    ("E0", "E37"),
    ("E13", "E30"),
    ("E32", "E30"),
    ("E35", "E37"),
    ("EX", "EX"),
    ("EX", "EX"),
    ("EX", "EX"),
    ("EX", "EX"),
    ("EX", "EX")
]

# Diccionario para almacenar resultados por ruta
rutas_dfs = {}

for origen, destino in rutas_personalizadas:
    filtro = df[(df["origen"] == origen) & (df["destino"] == destino)]
    if not filtro.empty:
        resumen = filtro.groupby("vType").agg(
            cantidad_vehiculos=("id", "count"),
            tiempo_prom_viaje=("duration", "mean"),
            demora_promedio=("waitingTime", "mean"),
            velocidad_promedio=("velocidad_prom", "mean")
        ).reset_index()
        resumen["LOS"] = resumen["demora_promedio"].apply(calcular_los)

    resumen_total = {
        "vType": "todos",
        "cantidad_vehiculos": filtro.shape[0],
        "tiempo_prom_viaje": filtro["duration"].mean(),
        "demora_promedio": filtro["waitingTime"].mean(),
        "velocidad_promedio": filtro["velocidad_prom"].mean()
    }
    resumen_total["LOS"] = calcular_los(resumen_total["demora_promedio"])
    resumen_total_df = pd.DataFrame([{"origen_destino": f"{origen}_{destino}", **resumen_total}])
    resumen.insert(0, "origen_destino", f"{origen}_{destino}")
    resumen_final = pd.concat([resumen_total_df, resumen], ignore_index=True)

    rutas_dfs[f"viajes_{origen}_{destino}"] = resumen_final

# Crear tabla general resumen de rutas personalizadas
resumen_rutas = []
for df_ruta in rutas_dfs.values():
    fila_general = df_ruta[df_ruta["vType"] == "todos"].copy()
    if not fila_general.empty:
        resumen_rutas.append(fila_general.iloc[0])
df_resumen_rutas = pd.DataFrame(resumen_rutas)

# Redondear columnas numéricas a 2 decimales
columnas_redondeo = ["tiempo_prom_viaje", "demora_promedio", "velocidad_promedio"]
for df_tmp in [by_access, by_access_type, by_type, df_resumen_rutas]:
    for col in columnas_redondeo:
        if col in df_tmp.columns:
            df_tmp[col] = df_tmp[col].round(2)

# Guardar todo a un único archivo Excel
output_file = "reportes/resumen_tripinfos.xlsx"
with pd.ExcelWriter(output_file, engine="openpyxl") as writer:
    by_access.to_excel(writer, sheet_name="tiempo_por_acceso", index=False)
    by_access_type.to_excel(writer, sheet_name="tiempo_por_acceso_tipo", index=False)
    by_type.to_excel(writer, sheet_name="vehiculos_por_tipo", index=False)
    resumen_general.to_excel(writer, sheet_name="resumen_general", index=False)
    df_resumen_rutas.to_excel(writer, sheet_name="resumen_rutas", index=False)
    for nombre_hoja, df_ruta in rutas_dfs.items():
        df_ruta.to_excel(writer, sheet_name=nombre_hoja, index=False)

print(f"✅ Reporte exportado como '{output_file}' con {len(rutas_dfs)} rutas personalizadas")

```