

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



#### TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

---

Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad

---

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes  
Sub línea de investigación: Transportes

**Autor:**

Loyola Carrascal, Genny del Rosario

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Lujan Silva, Enrique Francisco  
**Secretario** : Rodríguez Ramos, Mamerto  
**Vocal** : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo  
**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**TRUJILLO-PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/06/06**



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

---

Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad

---

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes  
Sub línea de investigación: Transportes

**Autor:**

Loyola Carrascal, Genny del Rosario

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Lujan Silva, Enrique Francisco  
**Secretario** : Rodríguez Ramos, Mamerto  
**Vocal** : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo  
**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**TRUJILLO-PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/06/06**

# Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad

## INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

2

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

1%

3

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

ing. Merino Martinez Marcelo

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Merino Martínez, Marcelo Edmundo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **°Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad°**, del autor Loyola Carrascal, Genny del Rosario, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 5%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 27 de mayo del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **°Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad°**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 31 de mayo del 2024



.....  
Loyola Carrascal, Genny del Rosario  
DNI: 47748863



.....  
Merino Martínez, Marcelo Edmundo  
DNI: 17983739  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-495>



## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por mantener mi fe intacta y por brindarme salud y paciencia para llegar a concluir con esta etapa importante de mi vida además de su inmenso amor y bondad.

A mi esposo Nilton, mi compañero, cómplice y mi gran amor, quien es pieza importante para la realización de esta tesis y quien está constantemente apoyándome en todas mis metas.

A mi madre Genny, por haberme formado con buenos valores, por su amor incondicional y sus constantes consejos, y a quien le debo la vida y gran parte de mi formación.

A mi padre Ernesto, por su esfuerzo y apoyo para sacarnos adelante evitando carencias para mi familia.

A mi hermana Fernanda, por su constante motivación a lo largo de mi vida y por ese inmenso amor y unión que nos tenemos.

**Genny**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy gracias a Dios por permitirme culminar este proyecto muy importante para mi vida profesional. También, gracias a mi universidad por haberme permitido formarme y lograr ser una profesional. A las personas que pude conocer y considerar amigos en ésta mi alma mater, fueron parte importante de la culminación de mi carrera profesional.

A mi escuela de Ingeniería Civil, a mis profesores y personal administrativo, por guiarme y formarme en mi paso por las aulas universitarias, y que, gracias a ello, con sus conocimientos compartidos, contribuyeron en mi formación.

Mi especial agradecimiento al Ing. Merino Martínez, Marcelo por su gran apoyo, confianza y asesoría, sin la cual no hubiese sido posible la realización y culminación de mi investigación.

La autora.

## RESUMEN

La investigación titulada “Alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito de Ascope, Departamento la Libertad” tuvo como finalidad determinar las alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, Departamento la Libertad. La metodología fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y de diseño no experimental. En donde obtuvo como resultado en el levantamiento topográfico curvas de nivel entre 116 m.s.n.m hasta 118 m.s.n.m, un IMDA de 4062 vehículos, tres alternativas propuestas la cual es la más óptima es la del paso a desnivel que conecta con la Av. Avenida Panamericana, estas presentan dos carriles de 3.60 m cada una haciendo una calzada de 7.20 m, asimismo este paso es de una sola dirección, debajo tiene una rotonda de radio de 44.56 m y de círculo inscrito de 112.24 m. Se concluye que la alternativa de diseño vial más significativa es la del paso a desnivel debido a que disminuye el tráfico vehicular en un 33.78%.

**Palabras Clave:** Paso a desnivel, simulación, IMDA, tráfico, vehículos.

## ABSTRACT

The research titled “Road design alternatives to reduce traffic congestion using Vissim software, North Roundabout of Chocope, Ascope District, La Libertad Department” had the purpose of determining road design alternatives to reduce traffic congestion using Vissim software, North Rotunda of Chocope, Ascope District, La Libertad Department. The methodology was applied, descriptive level and non-experimental in design. Where as a result of the topographic survey, contour lines between 116 meters above sea level and 118 meters above sea level, an IMDA of 4062 vehicles were obtained, three proposed alternatives, the most optimal of which is the overpass that connects with Avenida Panamericana Avenue, these They have two lanes of 3.60 m each, making a road of 7.20 m. Likewise, this passage is one-way, below it has a roundabout with a radius of 44.56 m and an inscribed circle of 112.24 m. It is concluded that the most significant road design alternative is the overpass because it reduces vehicular traffic by 33.78%.

**Keywords:** Overpass, simulation, IMDA, traffic, vehicles.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Título de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, pongo a su disposición el presente trabajo de investigación denominado: **“ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO DEL TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM, ROTONDA NORTE DE CHOCOPE, DISTRITO ASCOPE, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**, con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Para ello se requiere del apoyo del asesor para que, con su experiencia y conocimiento brinde las herramientas necesarias para desarrollar de mejor forma este estudio, lo cual espero que sirva como un punto de partida para futuros proyectos que se encuentren relacionados con el tema de la zona donde hemos hecho el análisis oportuno.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
PRESENTACIÓN.....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	144
1.1. Problema de la investigación .....	144
1.1.1. Realidad Problemática.....	144
1.1.2. Formulación del problema .....	155
1.2. Objetivos .....	155
1.2.1. Objetivo general:.....	155
1.2.2. Objetivos específicos.....	155
1.3. Justificación.....	155
1.3.1. Justificación Práctica:.....	155
1.3.2. Justificación Social:.....	155
1.3.3. Justificación Económica:.....	15
1.3.4. Justificación Académica:.....	166
II. MARCO DE REFERENCIA .....	177
2.1. Antecedentes del estudio .....	177
2.2. Marco teórico .....	244
2.2.1. Diseño vial o geométrico .....	244
2.2.1.1. Parámetros del diseño vial .....	244
2.2.1.2. Nivel de servicio.....	266

2.2.1.3.	Velocidad de circulación .....	29
2.2.1.4.	Volumen de tránsito.....	29
2.2.1.5.	Volúmenes de tránsito .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2.1.6.	Relación de volumen y capacidad .....	31
2.2.2.	Software Vissim .....	322
2.3.	Marco conceptual.....	333
2.4.	Sistema de hipótesis .....	33
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	355
3.1.	Tipo y nivel de la investigación.....	3535
3.1.1.	Por su propósito.....	355
3.1.2.	Por el nivel de conocimientos .....	355
3.1.3.	Por su manera de recolectar datos.....	355
3.2.	Población y muestra de estudio .....	355
3.2.1.	Población:.....	35
3.2.2.	Muestra:.....	355
3.3.	Diseño de investigación .....	355
3.4.	Técnicas e instrumentos de la investigación .....	366
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	366
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	3737
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	377
4.1.1.	Levantamiento topográfico.....	377
4.1.2.	Determinación del IMDA .....	39
4.1.3.	Simulación de las alternativas viales en Vissim.....	42
4.1.4.	Alternativas de diseño vial .....	47
4.1.5.	Comparación de tiempo de espera, volumen vehicular y cantidad de nodos.....	51
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	566

CONCLUSIONES.....	588
RECOMENDACIONES .....	599
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
ANEXO.....	644
ANEXO 01: Conteo Vehicular .....	644
ANEXO 02: Resultados de la simulación .....	LXV5

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Medidas de eficiencia del nivel de servicio .....	277
<b>Tabla 2.</b> Relación de volumen de tránsito .....	30
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de variables .....	344

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ejemplos de niveles de servicio en circulación continua .....	29
<b>Figura 2.</b>	Topografía del lugar de estudio .....	38
<b>Figura 3.</b>	IMDA de vehículos por día .....	40
<b>Figura 4.</b>	Cantidad de vehículos por día .....	41
<b>Figura 5.</b>	Tramos de la infraestructura.....	42
<b>Figura 6.</b>	Adición de rotonda.....	42
<b>Figura 7.</b>	Dirección de vehículos .....	43
<b>Figura 8.</b>	Dirección de vehículos .....	43
<b>Figura 9.</b>	Tipos de vehículos.....	44
<b>Figura 10.</b>	Propuesta 1 .....	44
<b>Figura 11.</b>	Uso de la herramienta arco .....	45
<b>Figura 11.</b>	Uso de la opción conector .....	45
<b>Figura 13.</b>	Propuesta 2 .....	46
<b>Figura 14.</b>	Propuesta 3 .....	46
<b>Figura 15.</b>	DG. Ronda actual .....	48
<b>Figura 16.</b>	Según propuesta paso a desnivel .....	49
<b>Figura 17.</b>	Tercera propuesta .....	50
<b>Figura 18.</b>	Tiempo de espera.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 19.</b>	Áreas de conflicto de la propuesta 1 .....	53
<b>Figura 20.</b>	Áreas de conflicto de la propuesta .....	53
<b>Figura 21.</b>	Áreas de conflicto de la propuesta 3 .....	54
<b>Figura 22.</b>	Cantidad de áreas de conflicto .....	54
<b>Figura 23.</b>	Cantidad de vehículos .....	55

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de la investigación

#### 1.1.1. Realidad Problemática

Las infraestructuras viales tienen un gran predominio en el área de transportes, contiene una extensa red y así mismo genera crecimiento en el ámbito espacial, económico y ambiental de un país (Arts et al., 2021).

Para ello también los gobiernos buscan fomentar la seguridad vial y tomar en cuenta las percepciones de los usuarios de las carreteras sobre estos intentos son cruciales para comprender las necesidades de la comunidad. Por otro lado, existe un 93% de muertes por accidente de tránsito en países de ingresos bajos y un 60% en países medianos (Derya et al. , 2021).

En el Perú la mayoría de sus obras viales ha sobrepasado la cantidad de vehículos por la cual fueron diseñados, esto ha causado embotellamientos vehiculares, aumento de tiempo y accidentes vehiculares disminuyendo su servicio de diseño (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Como se puede apreciar en los párrafos anteriores la mala planificación de una infraestructura vial contribuye a un inadecuado funcionamiento de la vía urbana y la ciudad de Ascope no es la excepción.

Actualmente en el lugar de estudio existen puntos de interferencia que provocan que el tiempo de espera se prolongue más, haciendo que el tráfico vehicular aumente, asimismo el diseño actual del lugar de estudio está provocando que los vehículos que pasan alrededor de ella se volteen causando lesiones graves y leves a los usuarios que transitan en el lugar.

Por ello se pretende plantear 3 propuestas que mejoren la problemática para luego simularlo en Vissim, esta herramienta permite determinar cuál de las alternativas es más óptima mostrando los tiempos de viaje más cortos y las distancias.

### 1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las alternativas de diseño vial que disminuirán el congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, Departamento la Libertad?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general:

Determinar las alternativas de diseño vial para la disminución del congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, Departamento la Libertad.

### 1.2.2. Objetivos específicos

Realizar un levantamiento topográfico del lugar de estudio.

Realizar un estudio de tráfico del lugar de estudio.

Simular las alternativas viales en el programa VISSIM del lugar de estudio.

Comparar los tiempos de espera, volumen vehicular y la cantidad de áreas de conflicto de las alternativas de diseño con la del lugar de estudio.

## 1.3. Justificación

### 1.3.1. Justificación Práctica:

Su importancia práctica radica en que permitirá disminuir el tráfico de vehículos, los tiempos de viaje y tener vías más anchas en el lugar de estudio.

### 1.3.2. Justificación Social:

Brindará seguridad y transitabilidad a los usuarios que se encuentran directamente ligados al lugar de estudio.

### 1.3.3. Justificación Económica:

Su importancia económica radica en que permitirá reducir las distancias y disminuir el tiempo de recorrido, permitiendo así disminuir costos de combustible en los usuarios que transiten por el lugar de estudio.

#### 1.3.4. Justificación Académica:

Su importancia radica en que los futuros ingenieros tomen conciencia en buen diseño vial, el cual se puede comprobar mediante el uso de un programa de simulación de vehículos como es el VISSIM.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### *Internacionales*

- Rincón, Moreno, Rodríguez y Gaviria (2020), en su artículo denominado “Alternatives to improve operational traffic in roundabouts using microsimulation” plantearon como objetivo estudiar tres alternativas para mejorar el flujo vehicular en las rotondas. La metodología utilizada es de enfoque cuantitativo, dividido en 2 etapas, la primera correspondiente a la revisión documental en torno al estudio de las alternativas de semaforización, turbo-roundabouts y pasos a desnivel y en la segunda etapa se realiza el estudio de factibilidad a ser aplicado en una rotonda convencional en la ciudad de Tunja (Colombia). La muestra de estudio está conformada por la rotonda de Tunja con un aforo de 3691 veh/h. Asimismo, los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación fueron el software de micro simulación VISSIM. Los resultados obtenidos de la investigación demostraron que la instalación de un sistema de semaforización reduce un 38% la velocidad de entrada de los vehículos en dirección a la rotonda, además las turbo-roundabouts evidenció una velocidad promedio de 6.4 km/h en 15 años, lo cual representa una solución ajustable a los volúmenes de tráfico. Por otra parte, los pasos a desnivel aumentan en 4 veces la velocidad de circulación actual y permite velocidades de hasta 18.7 Km/h, esta alternativa ralentiza la disminución del nivel de servicio hasta 20 años.
- Mohebifard y Hajbabaie (2020), en su investigación denominada “Effects of automated vehicles on traffic operations at roundabouts” planteó como objetivo estudiar los efectos de la variabilidad de velocidad en los vehículos automáticos que ingresan a las rotondas. Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, experimental dividido en 2 fases, la primera corresponde a la calibración de la simulación cuya población de

estudio estuvo comprendida por vehículos automatizados vinculados a un controlador central, y vehículos convencionales como grupo de control, y la segunda fase corresponde a la simulación de optimización aplicado a los vehículos automatizados, asimismo la muestra estuvo comprendida por la rotonda ubicada entre la intersección de las calles Hillsborough y Friedly – Raleigh, NC. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la micro simulación con el software VISSIM donde se incluyó velocidades de 0 a 100 en cada caso. Asimismo, los resultados de la simulación mostraron que los vehículos autónomos mejoraron las operaciones de tráfico en condiciones de flujo libre y semisaturado con niveles de demanda de 300 y 600 veh/hora/ carril, donde esta reducción varió entre 1,77seg, 1,46seg, 1,47 seg. Lo cual representa el 20 % de reducción de la demanda. Aunque en condiciones de sobresaturación estos incrementan el nivel de demanda a 900 veh/hora/ carril.

- Haijian et al. (2022) en su estudio titulado “A survey of vehicle group behaviors simulation under a connected vehicle environment” tuvo como finalidad realizar un estudio de simulación de comportamientos de grupos de vehículos en un entorno de vehículos conectados. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la micro simulación con el software VISSIM. En donde obtuvieron como resultado que la tecnología de simulación puede simular el entorno operativo del tráfico en redes de carreteras reales basándose en la topología de la red de carreteras real, un modelo de movimiento microscópico preciso y la demanda de tráfico real, y realizar simulaciones de tráfico en escenarios complejos. Concluyeron que el modelo de simulación debería perfeccionarse aún más para hacerlo más coherente con las características operativas reales del vehículo.

- Hossein et al. (2022) en su estudio titulado “The contribution of connected vehicles to network traffic control: A hierarchical approach” tuvo como finalidad determinar la contribución de los vehículos conectados al control del tráfico en la red: un enfoque jerárquico. Además, el análisis microscópico a detalle de los vehículos se hará mediante el uso del software Vissim. En donde obtuvieron como resultado que en la región 1 una baja demanda de rendimiento de 759 y alta demanda en la región 2 de rendimiento de 34.3, por tanto, no se tiene una buena gestión óptima de vehículos en donde se genera un aumento del 42% de retraso. Concluyeron que se requiere un rediseño de la vía, en donde las vías sean más amplias y se disminuyan los puntos de conflicto.
  
- Amir et al (2021) en su estudio titulado “A comparative analysis of the performance of turbo roundabouts based on geometric characteristics and traffic scenarios” tuvo como propósito realizar un análisis comparativo del desempeño de las turborontondas en función de características geométricas y escenarios de tráfico. Asimismo, hacen uso del software AIMSUM para poder desarrollar los modelos de rotonda. En donde obtuvieron como resultado niveles de A y B, capacidades entre 3366 veh/h y 3935 veh/h. Concluyeron que el aumento del diámetro demostró un efecto positivo en las rotondas turbo de tres patas mejorando así su rendimiento.

## Nacionales

- Pérez y Yauyo (2020), en su investigación denominada “Replanteo físico y operacional de la rotonda monitor” plantearon como objetivo replantear el diseño de la rotonda monitor. El estudio se realizó bajo una metodología cuantitativa dividida en 2 etapas, las cuales se corresponden al estudio y análisis de las turbo-roundabouts y el replanteo del diseño de la rotonda monitor. La muestra seleccionada para el estudio es la rotonda Monitor, además, para la micro simulación del modelo se utilizó el software Vissim que permitió contrastar la operatividad del modelo actual y la propuesta. Los resultados de la investigación evidenciaron que las turbo rotondas tienen buen rendimiento en ciudades con alta congestión vehicular, además en el caso de la rotonda monitor la distancia visual para autos fue de 49,4 m y 44,6 m para buses, asimismo, la velocidad circulante fue de 40,9 m y la distancia para la velocidad de entrada fue 60,4m. Este modelo también evidenció la reducción de los tiempos de recorrido de 156,04 seg a 72,78 seg y la distancia de recorrido promedio pasó de 317,42 m a 278,63 m lo que se traduce en una operación óptima de la rotonda. Respecto al diseño geométrico de los carriles se modificó el ancho de carriles a 3,6m con un radio espiral de 25m con 4 carriles internos y 5 m por carril interior.
- Pérez y Porras (2019), en su investigación titulada “Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Américas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando micro simulación en el software Vissim v.9” plantearon el objetivo de plantear un diseño alternativo para la reducción de la congestión vehicular en la rotonda “Las Américas”. Este estudio se realizó bajo el enfoque cuantitativo, cuya muestra de estudio está comprendido por la rotonda las Américas, asimismo el estudio se realizó a través de las técnicas de revisión documental y recolección de datos de campo mediante una tabla de registro de aforo vehicular, los cuales fueron procesados en el software de

modelado VISSIM. Los resultados obtenidos en esta investigación destacan la importancia de utilizar un software de micro simulación para el estudio del tráfico en rotondas ya que permite representar distintos tipos de vehículos e individualizar los parámetros que más se ajusten a la realidad. Respecto a la propuesta diseñada evidenció una mejora del nivel de servicio F a C, D o E lo cual se traduce en una mejora significativa al congestionamiento vehicular existente en la zona de estudio. En este caso el control semafórico representa una mejora del 2,27% del congestionamiento vehicular, no significativo para abordar el objetivo planteado, la segunda alternativa correspondiente a la modificación del ángulo de giro de la rotonda solo evidenció una mejora del 1,1%, la tercera alternativa correspondiente a la modificación de la rotonda a una intersección en cruz evidenció una reducción del congestionamiento de 22.92% sin embargo esta alternativa no supera el nivel de servicio F, por lo cual en el estudio se plantea la alternativa de la implementación del paso a desnivel que evidencia un 59,9% de mejora del congestionamiento superando el nivel de servicio F hasta el nivel de servicio D.

- Mogollón (2021) en su estudio titulado “Propuesta de mejora del diseño geométrico de la Rotonda Ubicada en la Intersección, Sullana - Piura- Tambogrande 2021” tuvo como finalidad proponer un menor diseño geométrico de la rotonda ubicada en el lugar de estudio anteriormente mencionado. La metodología fue de tipo aplicada de nivel descriptivo y cuantitativo. En donde obtuvieron como resultado una calzada circulatoria de 2%, un radio de giro de 44 m y una cuneta de 0.44 m. Concluyeron que lo más importante en elaborar la propuesta es un estudio topográfico, determinar la geometría de la plaza y la cantidad de vehículos que pasan al día en la vía.
- Saavedra y Urrelo (2021) en su estudio titulado “Diseño geométrico de una rotonda en jirón vía de evitamiento cuadra 26, para mejorar la circulación de vehículos, Banda de Shilcayo 2021” en donde obtuvieron como propósito diseñar una geométrica de rotonda en

el lugar de estudio anteriormente mencionado. La metodología es de tipo aplicada y de nivel descriptivo. En donde obtuvo como resultado una topografía con elevación entre 329.321 a 330.179 m.s.n.m, asimismo un diámetro de isla centra de 28 y círculo circunscrito de 64. Por tanto, concluyeron que la propuesta brindada permite mejorar el tráfico vehicular causado en el juro de la vía de evitamiento.

- Novoa (2020) en su estudio titulado ““Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima – 2020”, tuvo como propósito proponer alternativas viales para disminuir el tráfico en una rotonda existente. La metodología es el tipo aplicada y cuantitativo. Donde obtuvieron como resultado que los niveles de servicios son entre E y F, también presenta un radio de entrada 29.04 m y de salida de 118.86 m. Concluyo que el óvalo debe ampliar más sus vías y cambiar el diámetro de la rotonda.

### **Locales**

- Hernández y León (2021), en la investigación titulada “Micro simulación de tráfico y congestionamiento vehicular del óvalo Larco, Trujillo, 2021” se planteó el objetivo de realizar el diagnóstico de congestionamiento vehicular en la avenida Larco y las condiciones de micro simulación del tráfico. La metodología utilizada en esta investigación es de enfoque cuantitativo de tipo aplicada de diseño no experimental, además, la población seleccionada para el estudio está comprendido por el tránsito de vehículos en el óvalo Larco de la ciudad de Trujillo y la muestra seleccionada corresponde a las unidades vehiculares registradas en 19h continuas durante 7 días del óvalo Larco. Para realizar la investigación se realizó el registro de información a través de la observación directa y mediante grabaciones de video y el registro de velocidades de cálculo mediante pruebas realizadas en un vehículo. La técnica de análisis documental sirvió para determinar las condiciones geométricas de la rotonda obtenidos del plano catastral y topográfico de la zona de estudio. Para el análisis del

congestionamiento vehicular se utilizó el software VISSIM. Los resultados de la investigación evidencian que la micro simulación con el software VISSIM igualan las condiciones del tráfico real en un 95%, a partir del diagnóstico inicial se establece que el ovalo Larco mantienen un nivel de servicio "F", también mostró que la hora pico de congestionamiento vehicular en el lugar se dio entre las 6:30pm -7:30pm, llegando a un movimiento de volumen vehicular máximo de 5718 unidades, donde el modelo más eficiente para mejorar el flujo vehicular es el de turbo rotonda. Por otro lado, los parámetros de distancia promedio ( $a_x$ ) =1, distancia de seguridad deseada ( $b_x\_add$ ) = 5 y ( $b_x\_mult$ ) = 4. Respecto al tiempo de viaje, se realizaron 17 intentos para obtener el tiempo promedio de viaje (13,96seg). Finalmente, los indicadores de desempeño de la turbo rotonda fueron la presencia de colas de 12,5 m hasta 47,5m que representa una reducción del 60,64% y el tiempo disminuido representa un 28,24% que se traduce en 14,60seg hasta 32,81seg.

- Bustamante (2022), en su investigación denominada "Planteamiento de solución al congestionamiento vehicular con Diseño Geométrico de intercambio vial a desnivel en el cruce de 5 esquinas – Trujillo." Se planteó el objetivo de plantear el diseño vial para reducir el congestionamiento vehicular en el cruce 5 esquinas de Trujillo. La investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo, tomando en consideración el estudio documental pertinente al diseño geométrico y el congestionamiento vehicular. La población seleccionada para el estudio está conformada por el volumen vehicular del cruce 5 esquinas cuya muestra representativa está conformada por las unidades vehiculares registradas durante 8 semanas (336360 autos), (130769 micro), (8816 motos), (65645 bicicletas). Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las técnicas de revisión documental, observación directa y análisis documental, asimismo, los instrumentos utilizados corresponden a la ficha de estudio de tráfico, el software VISSIM y Microsoft Excel. Los resultados de la

investigación determinaron que el nivel de servicio actual de la vía es “F” con colas de hasta 91.52m. En el diseño propuesto se considera una velocidad de 40 km/h. y el paso a desnivel se estableció en 270m, también se tomó en cuenta el ancho de 7.50 de la vía existente que permitió reducir los carriles a 2 como medida para no afectar el flujo vehicular normal.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Diseño vial o geométrico**

El diseño vial es producto de la correlación de elementos que acondicionan las vías para mejorar las condiciones de transitabilidad de vehículos, estas se determinan ajustándose al terreno.

Asimismo, según el manual de diseño de carreteras propuesto por el MTC indica que los procedimientos para el diseño geométrico de cualquier tipo de vía son necesario que responda a la funcionalidad futura de la vía ya que este parámetro determina el nivel de servicio que ofrecerá la infraestructura vial.

#### **2.2.1.1. Parámetros del diseño vial**

##### **El índice medio diario anual de tránsito (IMDA)**

Corresponde al volumen de tráfico diario en un tramo de carretera en todos los días previsible o existentes del año. Esta medición indica un valor cuantitativo de la importancia de la sección de la vía, y establece la relación costo beneficio del tramo de carretera.

Según indica estos estudios pueden ser:

Diseño de carreteras con sistema convencional en estudios de carreteras con tráfico definido

Las nuevas carreteras requerirán un estudio de zonificación o de desarrollo económico regional para justificarlas.

La infraestructura vial se determina por el volumen de tránsito diario, asimismo este cálculo está determinado por el periodo de diseño, el nivel de servicio y la tasa de crecimiento anual

Según el MTC la proyección de crecimiento en relación a las tasas puede ser calculadas mediante la siguiente expresión:

$$tn = to(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

$t_n$  = Tránsito proyectado al año “n” en vehículos/día

$t_o$  = Tránsito actual (año base o) en vehículos/día

n = Periodo de diseño (años)

i = Tasa de crecimiento de tránsito anual (En correlación con crecimiento socioeconómico 2 %, 6 %)

Variaciones horarias de la demanda

Corresponde a las estimaciones de demanda de la infraestructura por las unidades vehiculares según el sentido del tránsito y el horario de máxima demanda del servicio.

Estas variaciones generalmente se evalúan haciendo un conteo de 24 horas para establecer los parámetros de estudio del tramo de carretera.

Variaciones diarias de la demanda

Al ser un estudio con más duración, se puede establecer las variaciones relativas respecto al tránsito diario del tramo vial estudiado.

Variaciones mensuales (estacionales)

Corresponde al método de sistematización de datos obtenidos a lo largo de días definidos en el mes. Generalmente estableciendo días y meses que evidencien mayor volumen de demanda. En zonas rurales este método proporciona un alcance exacto en la definición de la sección vial determinada por los meses donde se realizan cosechas y presenta mayor volumen de tránsito.

### **Velocidad de diseño en función al costo de la carretera**

La velocidad de diseño está vinculada con la sección transversal de la vía ya que esta es determinada por el ancho de los carriles de circulación. Esta velocidad también incide en la visibilidad de circulación y la seguridad de los pasajeros y usuarios.

El procedimiento que se establece para el diseño vial corresponde a los siguientes pasos.

Establecer las características de la carretera en planta, sección y elevación.

Definir la velocidad de circulación del parque automotor.

Diseño del eje de la vía (en planta de manera tangencial en curva y espiral)

### **Sección transversal de diseño**

Para el dimensionamiento de la vía se toma en cuenta el volumen de tránsito ya que esto define el número de carriles a implementar y el sentido de estos. Por otro lado, el ancho de las carreteras considera los espacios de bermas, muretes de seguridad, cunetas para drenaje, etc. Cabe mencionar que, la sección transversal de las carreteras en territorios llanos es mayor en comparación de los territorios ondulados debido a la velocidad de diseño establecida en la etapa de planeación.

### **Superficie de rodadura**

En el caso de la selección de la superficie de rodadura adecuada para las carreteras se encuentran en función al tránsito pesado, es decir a mayor cantidad de ejes que puedan afectar la infraestructura vial, mayor será la necesidad de pavimentación, bajo este parámetro es importante establecer que la presión de los neumáticos debe mantenerse por debajo de las 80 lb/pulg<sup>2</sup> (psi) caso contrario se acelera la degradación y deterioro del pavimento.

#### **2.2.1.2. Nivel de servicio**

Según Cal y Mayor (2018) refiere a la operatividad de la infraestructura vial, lo cual permite la cuantificación de los flujos vehiculares con relación a la calidad de la vía percibida por pasajeros y conductores durante el desplazamiento de los vehículos. Además, las condiciones que definen los niveles de servicios de las carreteras responden a la influencia de factores internos y externos. Por un lado, se encuentran las maniobras de velocidad, direccionales o de cruce vinculadas al volumen del tráfico. Y por el otro las características físicas e intrínsecas de la infraestructura vial como el ancho de bermas, veredas, pendiente, ancho de carril, etc.

Criterios para calcular el nivel de servicio

Las características singulares de cada tramo de carretera evidencian la variabilidad de flujos vehiculares y la capacidad de la infraestructura. En este sentido Cal y Mayor (2018) establecen medidas eficientes a

considerar en el diseño de carreteras en función a los niveles de servicio.

**Tabla 1**

Medidas de eficiencia del nivel de servicio

Infraestructura vial	Dimensión de eficiencia
Autopistas	Velocidad,
Punto básico	Densidad,
Puntos de entrecruzamiento	relación volumen
Rampa de enlace	capacidad
Carreteras	% de tiempo de seguimiento
Múltiples carriles	
Dos carriles	
Intersecciones	Demora por control
Con semáforos	
De prioridad	
Arteria urbana	Velocidad de recorrido
Transporte colectivo	Velocidad de marcha y recorrido, tiempo de espera
Ciclo rutas	Eventos, demoras y velocidad
Peatones	

Fuente. (Prassas & Roess, 2020).

### **Clasificación de nivel de servicio**

Según el MTC (2018) los niveles de servicio de la infraestructura vial están compuestos por 6 niveles.

Nivel A: Hace referencia a un nivel óptimo de servicio, respecto a la comodidad del usuario pasajero y conductor durante el desplazamiento por el tramo de carretera.

Nivel B: Hace referencia a un nivel de circulación libre, sin embargo, se evidencia la existencia de vehículos por lo que las maniobras ejecutadas por el conductor son realizadas con ligeras restricciones.

Nivel C: En este nivel la capacidad de realizar maniobras por parte de los conductores se reduce ya que empieza a existir un aumento en la cantidad de vehículos que transitan por un determinado tramo de la vía.

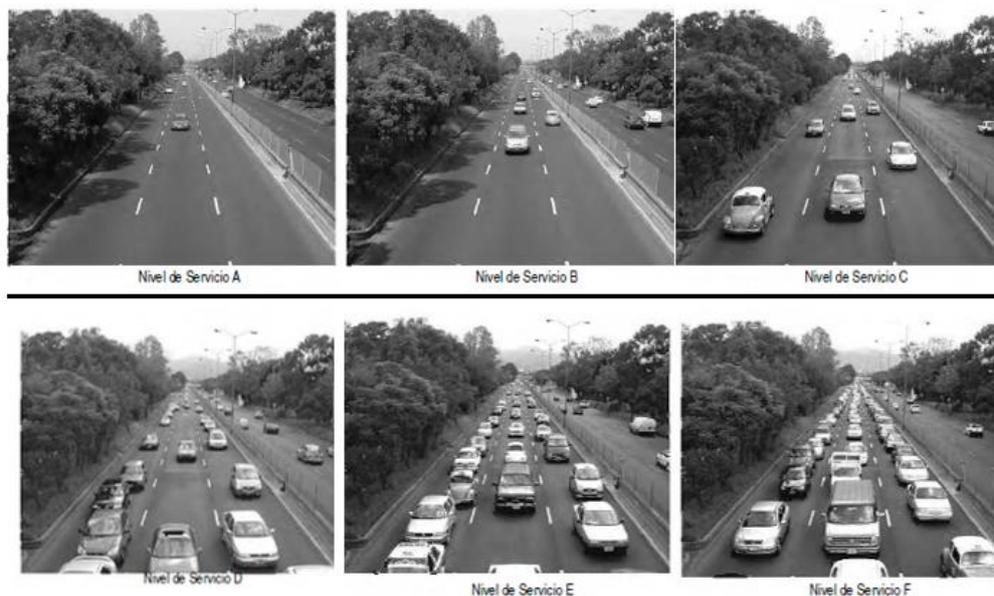
Nivel D: En este nivel, el servicio de transitabilidad se ve restringida por el alto volumen de unidades vehiculares, esto determina un nivel de comodidad bajo al momento del uso de la carretera.

Nivel E: En este nivel se evidencia una reducción significativa de la velocidad de las unidades vehiculares, además dificulta la realización de maniobras de conducción.

Nivel F: Este nivel evidencia las deficiencias del servicio asociadas a cuellos de botella, donde el volumen vehicular es muy superior al cálculo de abastecimiento de la vía.

## Figura 1

Ejemplos de niveles de servicio en circulación continua



Fuente. (Correa, 2021)

### 2.2.1.3. Velocidad de circulación

Según INVIAS (2020), la velocidad de circulación se establece a través de la relación entre el tiempo que transcurre durante el recorrido de la vía (distancia). Asimismo, se expresa de la siguiente manera

$$V_c = \frac{d}{t}$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad de circulación constante (Km / h)

$d$  = Distancia recorrida en (Km)

$t$  = Tiempo de recorrido (h)

Para delimitar los parámetros de velocidad según los rangos deseados, es necesario establecer la velocidad vehicular en condiciones óptimas (INVIAS, 2020). Asimismo, la velocidad de flujo libre se caracteriza por que las unidades vehiculares mantienen velocidades altas y constantes mientras que el volumen vehicular es bajo (INVIAS, 2020).

### 2.2.1.4. Volumen de tránsito

Tal como indica Córdova (2021), el volumen de tránsito determina el número de vehículos en un sistema vial; esta cantidad de vehículos

están en relación con el tiempo de estudio del tramo de carretera. Además, se cuantifica y se utiliza para estimar el nivel de servicio del sector de análisis.

En este sentido, el volumen de tránsito es la cantidad de vehículos en un tiempo determinado que hacen uso de un tramo de vía específico. Este cálculo se define mediante la siguiente expresión.

$$G = \frac{veh}{t}$$

Donde:

G = Vehículos por tiempo determinado

Veh = Cantidad de vehículos identificados

T = tiempo establecido

#### 2.2.1.5. Volúmenes de tránsito

Indica el número de vehículos que circulan en una vía de acuerdo a un periodo determinado (MTC, 2018).

**Tabla 2**

*Relación de volumen de tránsito*

Tipo	Periodo	Transito promedio diario
TA = Tránsito anual	1 año	$tpda = \frac{TA}{365}$
TM = Transito mensual	1 mes	$tpdm = \frac{TM}{30}$
TS = Transito semanal	1 semana	$tpds = \frac{TS}{7}$
TD = Transito diario	1 día	<i>Conteo directo</i>

---


$$TH = 1 \text{ hora}$$

Transito  
por hora

---

Nota. La tasa de flujo es menor a 1 hora;  $T < 1$  hora. Elaborado sobre la base de (MTC, 2018)

Tal como señala el MTC (2018), los volúmenes de tránsito se expresan en vehículos/hora.

Demanda máxima horaria de vehículos (VHMD): Número de vehículos registrados en el lapso de 60 minutos consecutivos.

Volumen horario (VHP): este índice permite verificar la viabilidad del proyecto, y se puede dar en más de una ocasión al año.

El análisis requiere conocer no sólo el flujo, sino también la capacidad y el nivel de servicio, el tipo de flujo de vehículos, la velocidad de las unidades, zonas de estacionamiento, etc.

Diferencia del volumen de tránsito en la hora de máximo aporte, establece la variabilidad del flujo vehicular durante cada intervalo.

El factor de máxima demanda FHMD establece la relación ente VHMD (Volumen horario de máxima demanda) y el flujo máximo, durante un periodo dentro de los 60 min.

$$FHMD = \frac{VHMD}{p (q_{max})}$$

Donde:

P: # de periodos durante la hora de máxima demanda

### 2.2.1.6. Relación de volumen y capacidad

Cal y Mayor (2018) definen esta relación como la capacidad máxima de flujo vehicular que puede transitar en una intersección con control semafórico. Y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$c_i = s_i \left( \frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:

C<sub>i</sub>= capacidad del grupo de carriles / (vehículos/ h)

S<sub>i</sub>= tasa de flujo de saturación del grupo de carriles / (vehículos /hora)

G<sub>i</sub>= tiempo verde efectivo para el grupo de carriles / (segundos verdes)

$C = \text{longitud de ciclo del semáforo} / (\text{Segundos})$

$(g_i/C) = \text{relación de verde a ciclo para el grupo de carriles}$

### 2.2.2. Software Vissim

Solano (2020), señala que este software es un programa de modelado de micro simulación que facilita el diseño de flujo vehicular, donde permite establecer parámetros como semaforización, tipología vehicular puntos de inflexión respecto a los servicios que ofrece el transporte público que interfiere en el diseño de la infraestructura vial.

El software VISSIM determina la capacidad de una carretera de varios carriles en condiciones de tráfico mixto, para determinar la curva de flujo de velocidad se utiliza una autopista de 4 carriles divididos que posteriormente son comparadas con las curvas de campo.

Además, este software está basado en un modelo de velocidades dinámicas y seguimiento estocástico, con una interfaz de buena calidad lo cual permite la observación de todos los elementos del tráfico incluyendo las características geométricas del sector de estudio. En esta línea Budhkar y Maji (2022) indican que el software VISSIM posee un sinnúmero de ventajas respecto a otros softwares de modelado de diseño de infraestructura vial ya que en el modelado los vehículos no tienen restricción de movimiento por lo que estos pueden desplazarse en distintos carriles, también permite configurar parámetros de adelantamiento entre otros. Se considera un software de modelado de tráfico heterogénea que se acerca más a la realidad. Por lo mismo permite un estudio más acertado de la problemática planteada respecto a los niveles de servicio, y velocidades de tránsito.

Tal como indica Muhammad, Farid y Ksaiba (2021) La representación virtual precisa del tránsito y sus elementos a través de este software requiere una correcta evaluación y planificación de la zona de estudio, ya que según se determine las combinaciones de distancias y velocidades y elementos que interactuarán en el modelado, determinará el modelo de microsimulación requerido.

### 2.3. Marco conceptual

**VISSIM:** Es un software de simulación vial que permite determinar si la propuesta brindada disminuye el congestionamiento vehicular, el volumen, la cantidad de interferencia, los tiempos de espera y la distancia de recorrido (Salazar, 2020).

**Levantamiento topográfico:** Permite determinar la planimetría y altimetría del lugar de estudio, mediante la unión de los puntos tomados, asimismo ello permite tener un mejor conocimiento de la cantidad de área que contiene el lugar (MTC, 2013).

**Estudio de tráfico:** Permite saber la cantidad de vehículos pesados y livianos que transitan por la zona, asimismo determinar si la capacidad de la vía se ha superado por el aumento de la población (MTC, 2013).

**Tráfico vehicular:** Es el embotellamiento de vehículos en el cual no existe una buena fluidez vehicular debido que la vía de estudio se satura, superándose su capacidad vehicular (MTC, 2018).

**Transitabilidad:** Está relacionado con que la vía se encuentra en condiciones adecuadas para que se pueda dar una movilización segura del usuario (Ramirez, 2020).

**IMDA:** Es el índice medio diario anual, que permite determinar la cantidad de vehículos por día que transitan en el lugar de estudio, y así poder establecer qué tipo de vía se encuentra la zona de estudio (MTC, 2018).

**Nodos:** Son los puntos de interferencia que puede tener un estudio para poder determinar de forma más clara y precisa cual es la solución (MTC, 2018).

### 2.4. Sistema de hipótesis

- Las alternativas de diseño vial disminuirán el congestionamiento de tráfico mediante el software Vissim, Rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, Departamento la Libertad

**Tabla 3.**  
*Operacionalización de variables*

Variables		Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Escala de medida
Independiente	alternativas de diseño vial	Las alternativas de diseño son propuestas que permiten mejorar la transitabilidad del lugar de estudio, lo cual permite también que el usuario se movilice de forma segura (Novoa, Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima -, 2020).	Diseño Geométrico	Rotonda	Razón
			de las alternativas de diseño vial	Paso a nivel	Razón
				Paso a desnivel	Razón
Dependiente	Disminución del congestionamiento vehicular mediante el software VISSIM	El congestionamiento vehicular es la causa de la gran cantidad de vehículos que transitan en la zona de estudio, superando la capacidad de vehículos que tiene dicha vía (Sojo & Yarlaque, 2021).	Levantamiento Topográfico	Planimetría y Altimetría	Razón
			Estudio de Tráfico	Aforo vehicular	Razón
			Simulación Vissim	Vissim 9	Razón
			Tiempo de espera	Tiempo	Razón
			Volumen vehicular	IMDA	Razón
Áreas de conflicto	Espacio de conflicto	Razón			

*Nota.* Elaboración propia

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de la investigación**

##### 3.1.1. Por su propósito

La investigación es de tipo aplicada ya que se realizan pasos determinados de forma ordenada y organizada para poder determinar los objetivos propuestos (Hernández & Mendoza, 2018).

Es decir que para poder realizar las alternativas de diseño vial que disminuyan el tráfico vehicular se ha debido tomar en cuenta un estudio de tráfico, un conteo vehicular, un diseño geométrico y una simulación.

##### 3.1.2. Por el nivel de conocimientos

Es de nivel descriptiva dada que se detalla la data tomada tal cual como se puede observar en el lugar de estudio (Hernández & Mendoza, 2018). Es decir que los datos que se recolectan de la Rotonda Ascope son importantes para poder elaborar las alternativas viales que disminuyan el tránsito vehicular.

##### 3.1.3. Por su manera de recolectar datos

Investigación de campo: El estudio fue en campo para recolectar los datos necesarios y después procesarlos en gabinete, para luego realizar las tres propuestas.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### 3.2.1. Población:

La población son todas las rotondas que se encuentran en el departamento de la libertad.

##### 3.2.2. Muestra:

La muestra es la rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, del departamento de la Libertad.

#### **3.3. Diseño de investigación**

Es de diseño no experimental dado que la variable independiente no manipula la variable dependiente (Hernández & Mendoza, 2018).

Esto quiere decir que las alternativas de diseño vial son propuestas que se tendrían que ejecutar para determinar su influencia en el lugar de estudio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación**

Lo utilizado en la investigación como técnicas e instrumentos es lo siguiente:

Se tiene a la observación que es una técnica que mediante la observación te permite tomar los datos necesarios para el desarrollo de la investigación y así poder desarrollar de forma satisfactoria cada objetivo propuesto. Y también análisis de Contenido que son las fuentes de información como artículos, manuales y normativa que permiten darle un sustento más sólido a la investigación.

La toma de datos se desarrolla mediante instrumentos por cada técnica, para lo cual se considera lo que se mostrará a continuación.

Se tiene fichas de observación en este estudio se aplicará fichas técnicas para el conteo vehicular brindado por el MTC y una ficha simple para recolectar información sobre el levantamiento topográfico. Y también guía bibliográfica que es la información se tomará de los manuales brindados por el ministerio de transporte y comunicaciones, el reglamento de edificaciones y autores que hablen sobre el tema de estudio.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Los diseños viales propuestos se simularán el software VISSIM 9 para así observar el volumen, cantidad de nodos y tiempo de espera, además de las herramientas como AutoCAD para el diseño geométrico y el Microsoft Excel para poder calcular, ordenar y analizar los resultados que se obtendrán.

## **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

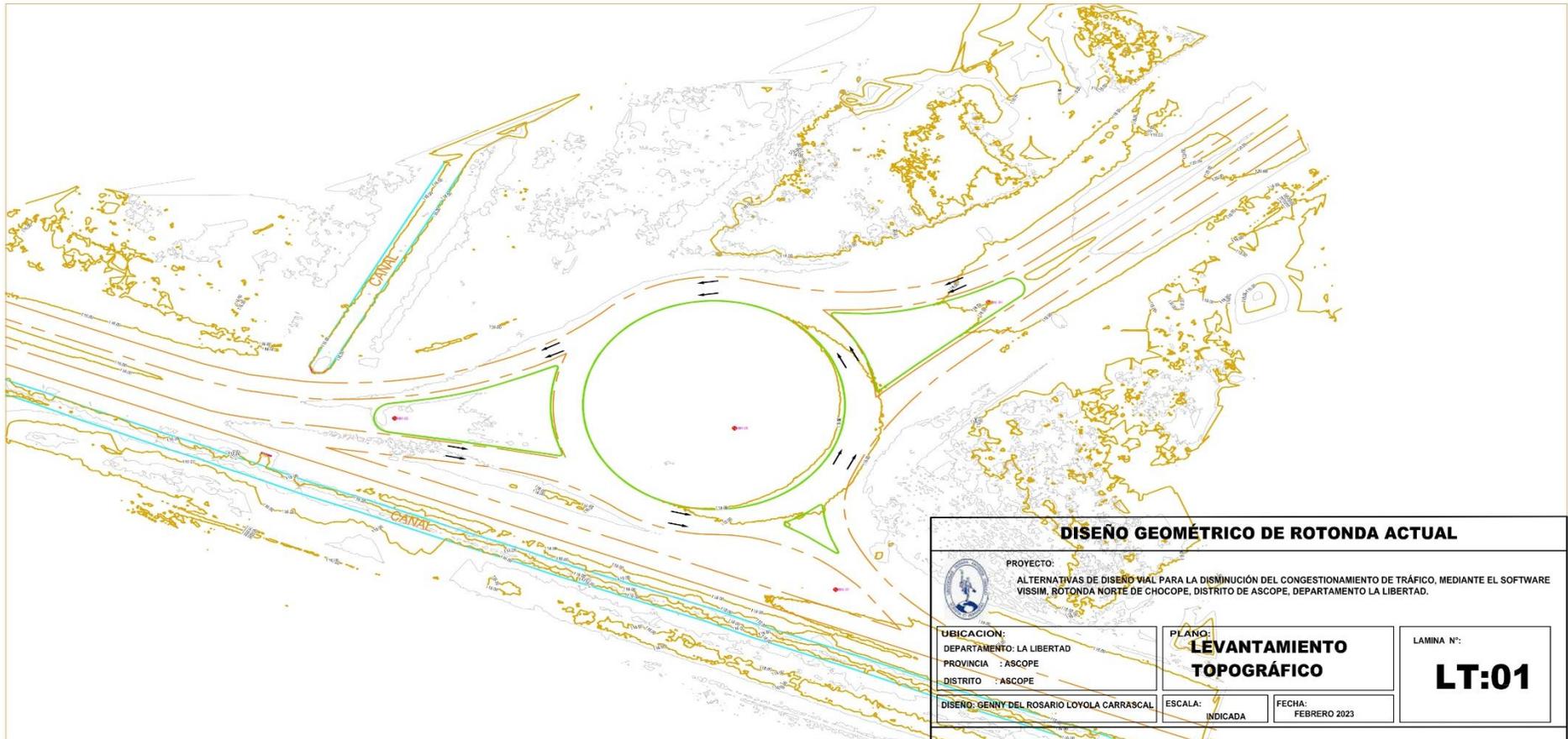
### **4.1. Análisis e interpretación de resultados**

En este punto se presentarán los resultados obtenidos de los objetivos planteados en la investigación para poder desarrollar la investigación de estudio.

#### **4.1.1. Levantamiento topográfico**

El lugar de estudio es la rotonda Norte de Chocope, Distrito Ascope, del departamento de la Libertad, la cual presenta curvas de nivel entre 116 m.s.n.m hasta 118 m.s.n.m, la cual se encuentra cerca de un canal y presenta 5 ramales como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2.**  
*Topografía del lugar de estudio*



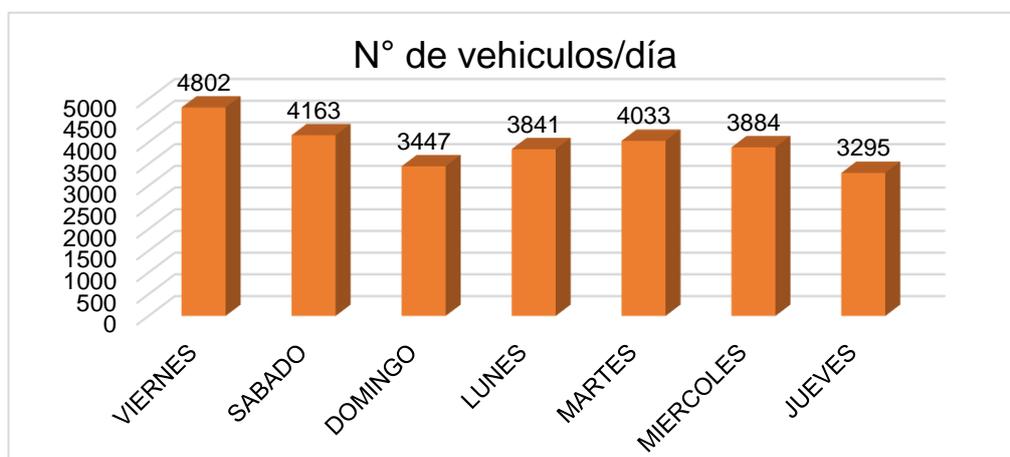
Nota. Elaboración propia

#### 4.1.2. Estudio de tráfico

Para determinar el IMDA se realizó el conteo vehicular por 7 días desde el 27/08/2023 hasta el 02/09/2023 en donde el estudio de tráfico se inició a las 00\_00 a.m. desde el domingo durante las 24 horas del día, para todos los vehículos tanto en vuelta e ida (Salida – Entrada).

En donde existió una variación diaria en donde los días con mayor flujo vehicular fueron viernes y sábado como se presenta en la siguiente figura.

**Figura 3.**  
*Variación diaria de vehículos*



Nota. Elaboración propia

En donde se tomó la utilización del factor correlacional estacional de la información registrada por la estación Virú los cuales fueron datos que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 4.**  
*Factor correlacional*

Veh. Livianos	fe:	1,0148
Veh. Pesados	fe:	1,0165

Nota. Elaboración propia

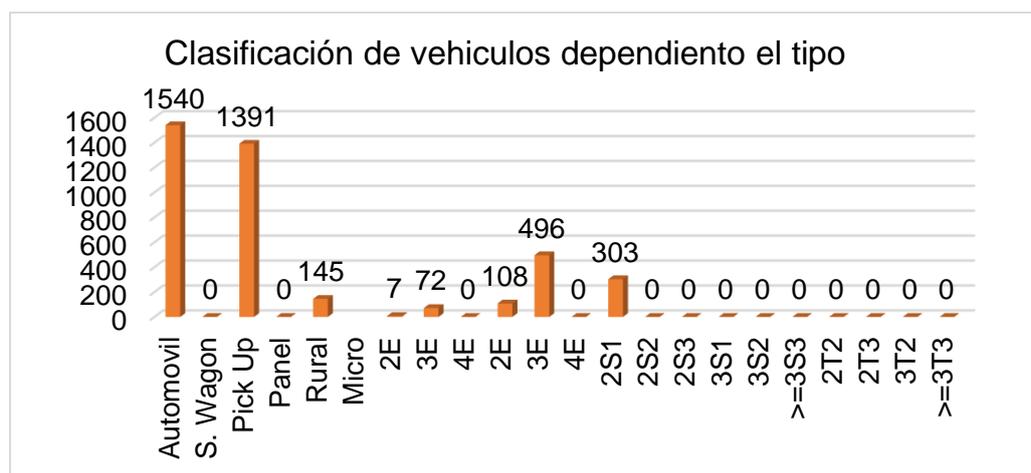
Se tuvo un IMDA 4062 vehículos por día, con una mayor cantidad de automóviles de 1540 veh/día seguido de las pick up de 1391 veh/día como se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 5.**  
*Tráfico vehicular ambos sentidos por día*

Vehículos	IMDA 2023 veh/día
Automóvil	1540
S. Wagon	0
Pick Up	1391
Camionetas	0
Panel	0
Rural	145
Micro	0
2E	7
Omnibus	72
3E	0
4E	0
2E	108
Camion	496
3E	0
4E	0
2S1	303
2S2	0
2S3	0
Semitraylers	0
3S1	0
3S2	0
>=3S3	0
2T2	0
2T3	0
Traylers	0
3T2	0
>=3T3	0
<b>Total, IMDA:</b>	<b>4062</b>

Nota. Elaboración propia

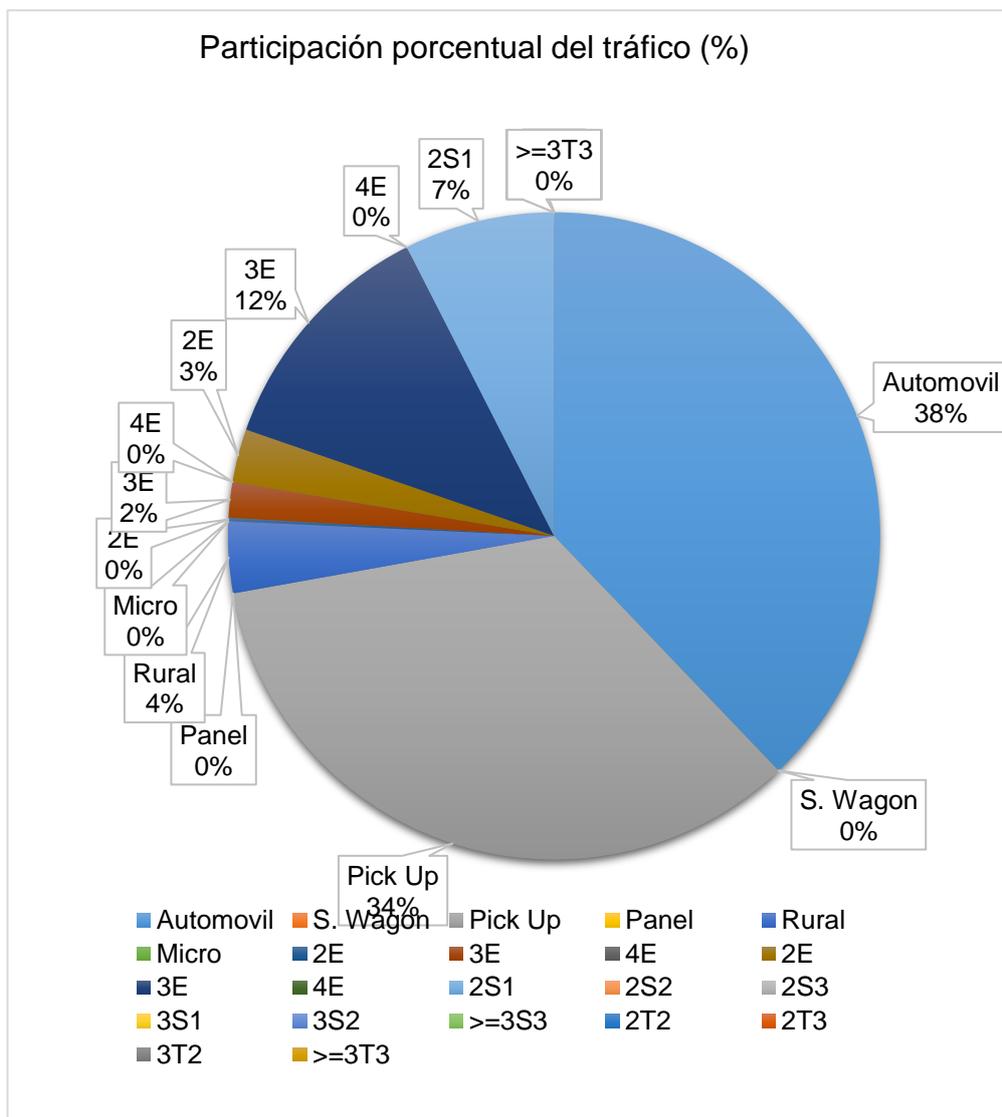
**Figura 4.**  
*Clasificación vehicular*



Nota. Elaboración propia

Asimismo, el automóvil representa el 37.91%, el pick up el 34.24%, la camioneta rural de 3.57%, el ómnibus de 2E un 0.17%, 3E 1.77%, el camión de 2E un 2.66%, 3E un 12.21% y el 2S1 de 7.46% como se presenta en la siguiente figura.

**Figura 5.**  
Participación porcentual del tráfico

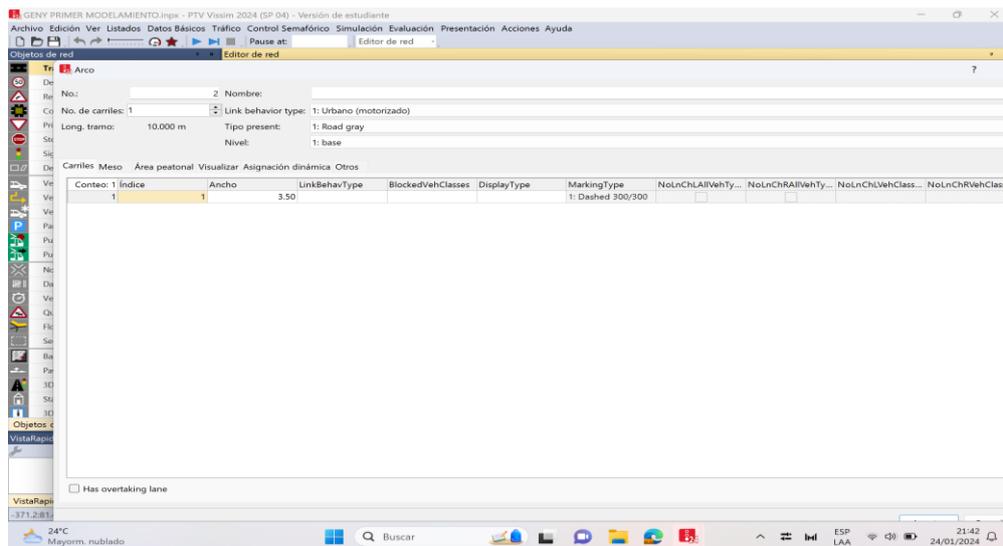


Nota. Elaboración propia

### 4.1.3. Simulación de las alternativas viales en Vissim

Primero se insertan los tramos que van a conformar la infraestructura.

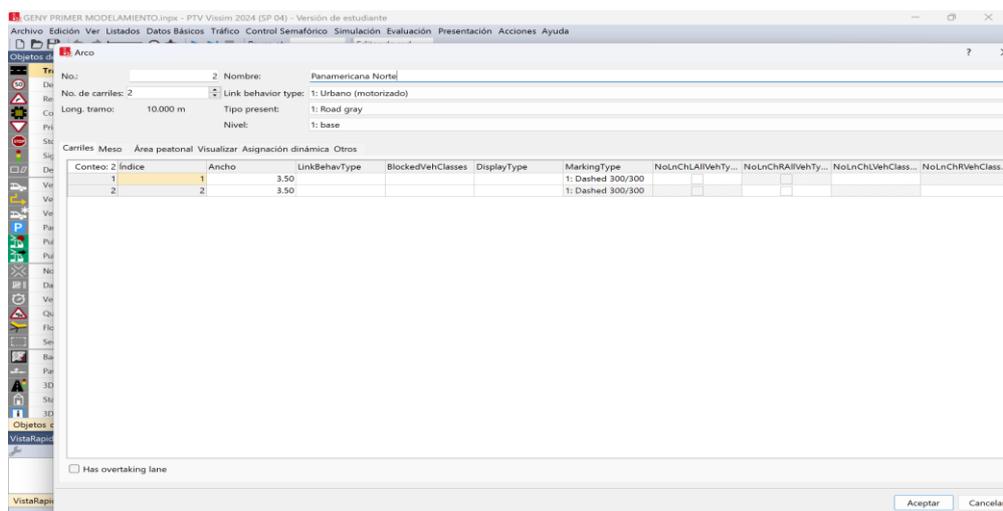
**Figura 6.**  
*Tramos de la infraestructura*



Nota. Elaboración propia

Luego se añade la rotonda que contendrá el área de estudio.

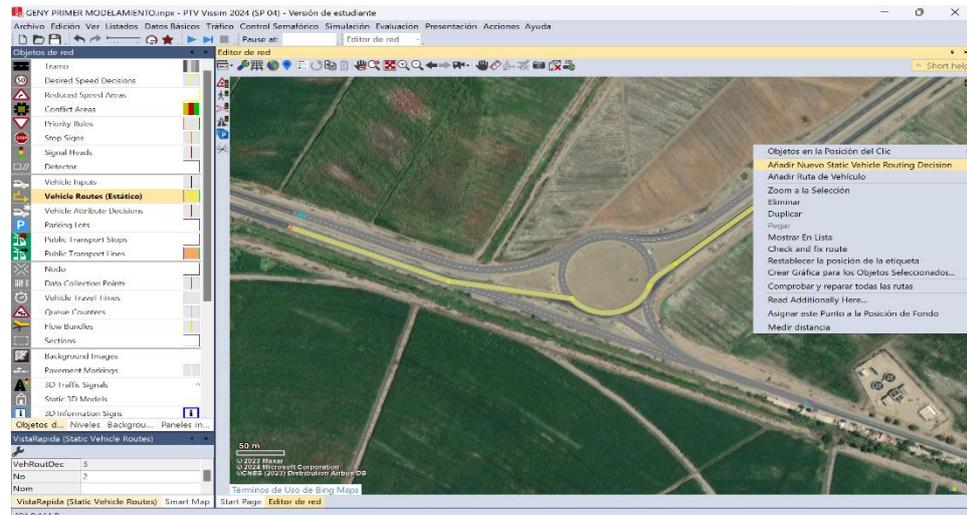
**Figura 7.**  
*Adición de rotonda*



Nota. Elaboración propia

Después se añade la dirección de los vehículos.

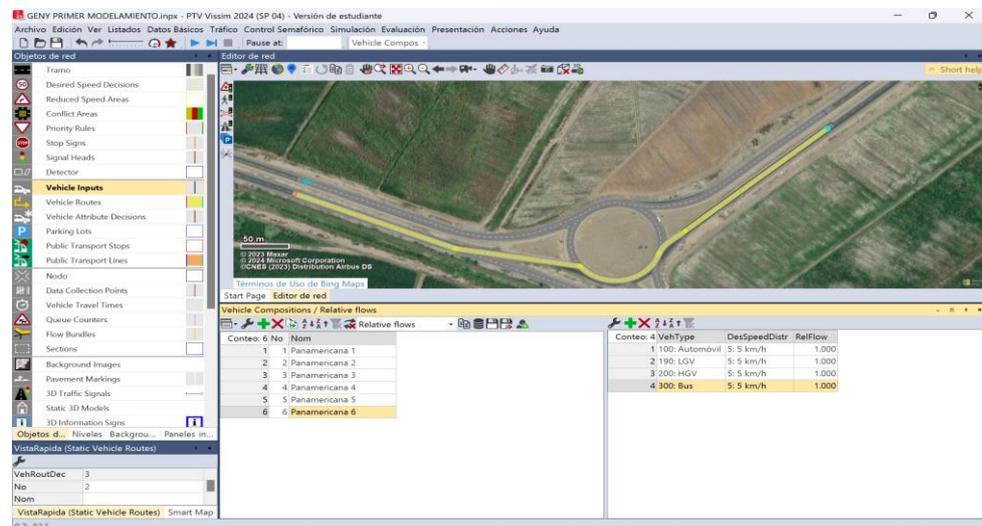
**Figura 8.**  
*Dirección de vehículos*



Nota. Elaboración propia

Insertar la cantidad y tipo de vehículos.

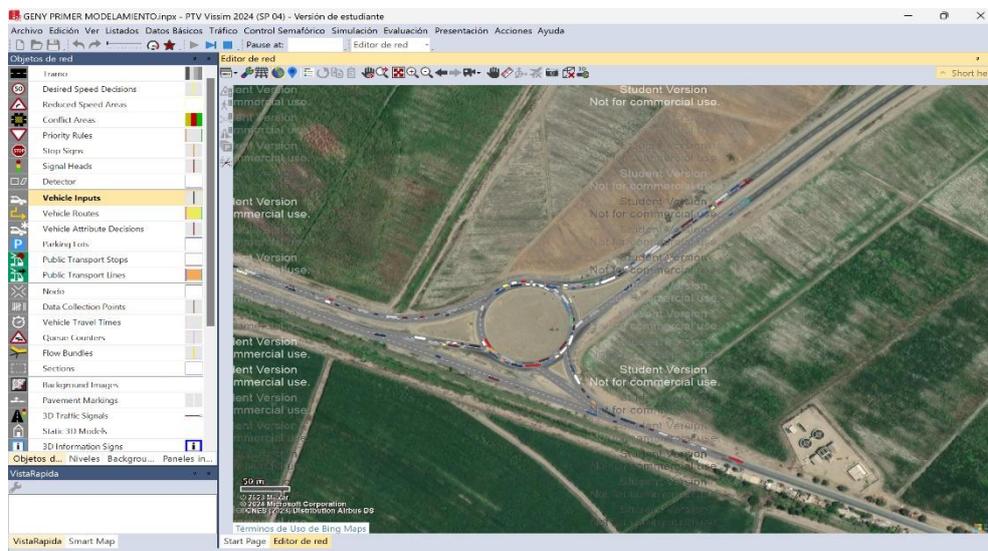
**Figura 9.**  
*Dirección de vehículos*



Nota. Elaboración propia

Seguido se determinan los tipos de vehículos que se pondrán.

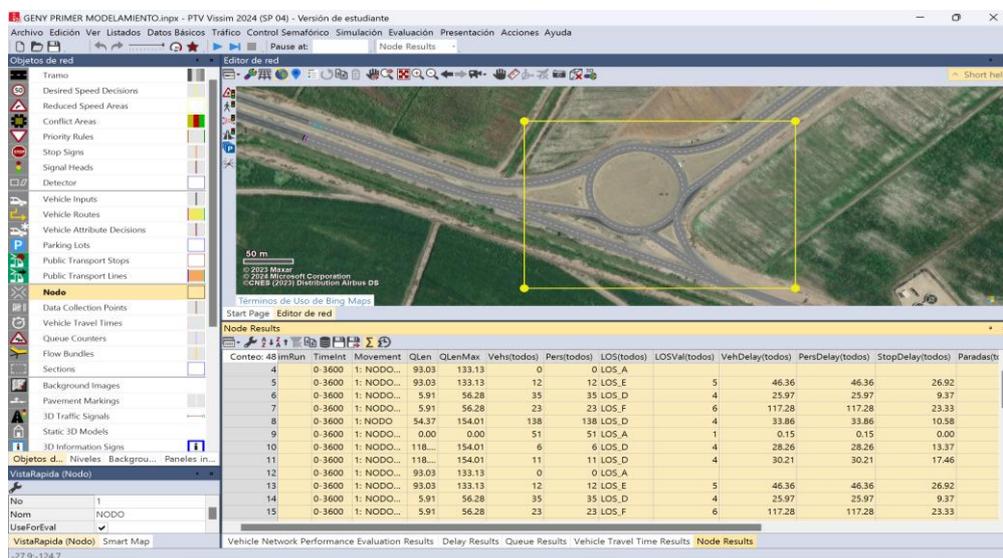
**Figura 10.**  
*Tipos de vehículos*



Nota. Elaboración propia

Asimismo, luego de tener el modelado se extrae la información de las propuestas

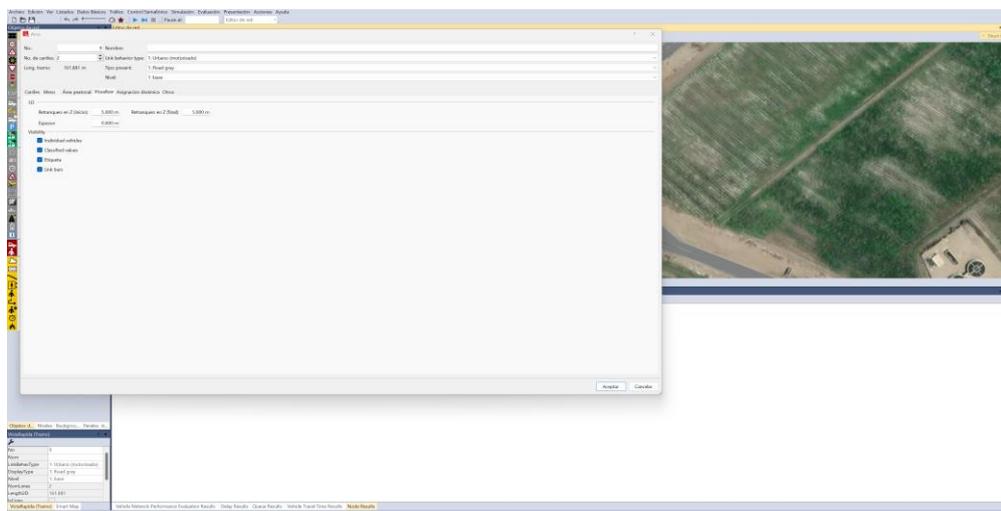
**Figura 11.**  
*Propuesta 1*



Nota. Elaboración propia

Se sigue el mismo procedimiento que la primera propuesta, para luego adicionar el paso a desnivel mediante la herramienta arco.

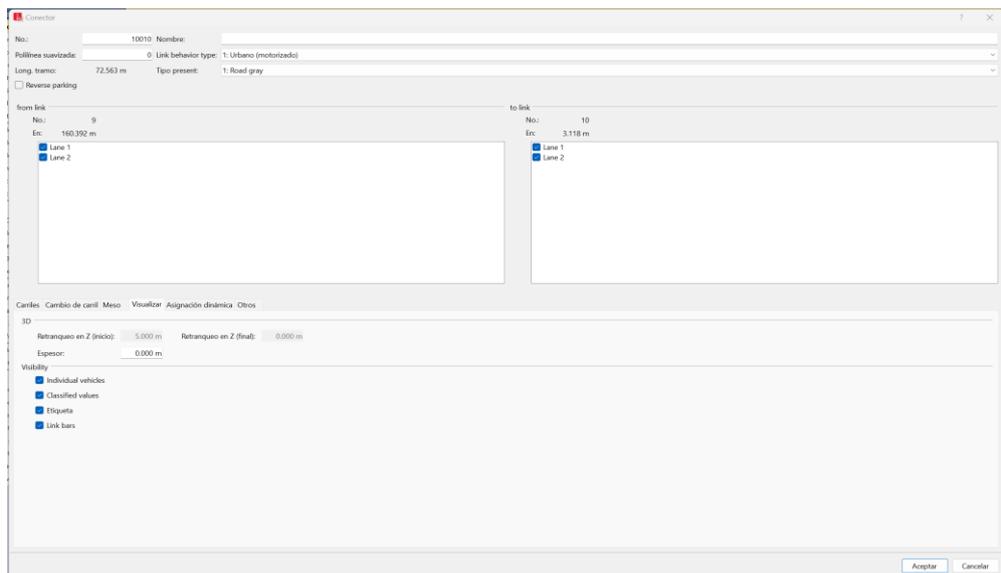
**Figura 12.**  
*Uso de la herramienta arco*



Nota. Elaboración propia

Después se da clic en la opción conector para poder visualizar las dos vías de paso a desnivel.

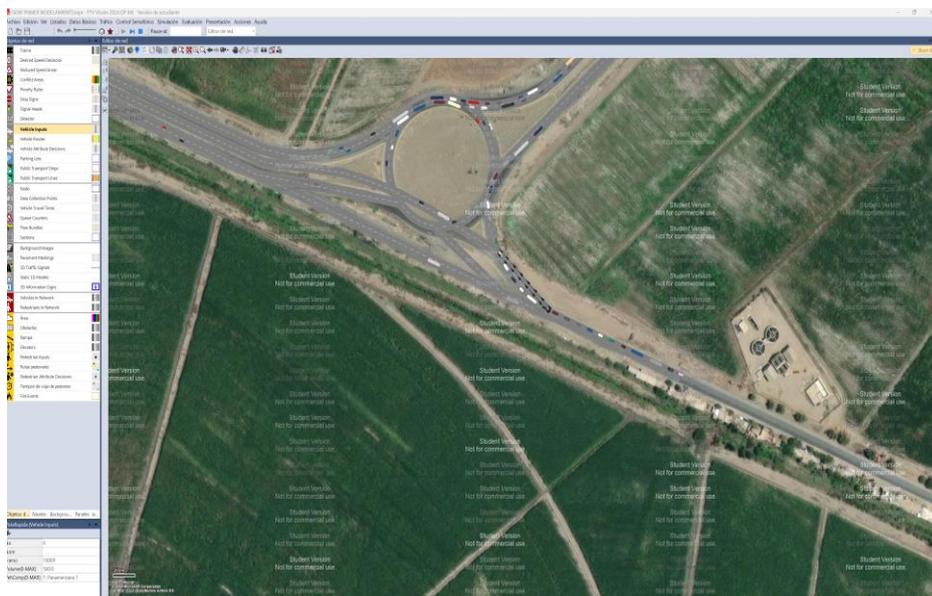
**Figura 13.**  
*Uso de la opción conector*



Nota. Elaboración propia

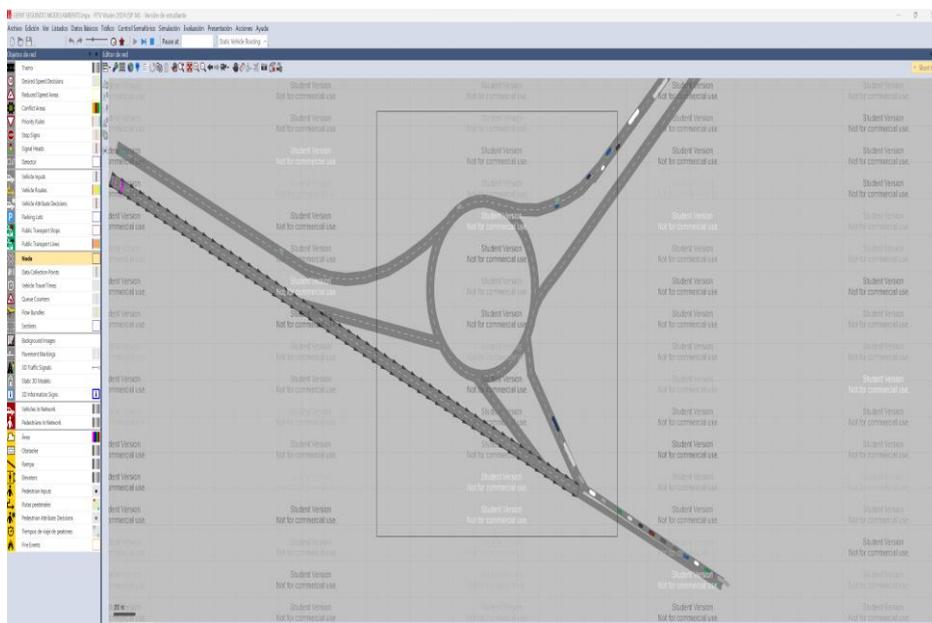
Finalmente se obtiene el paso a desnivel

**Figura 14.**  
*Propuesta 2*



Nota. Elaboración propia

**Figura 15.**  
*Propuesta 3*



Nota. Elaboración propia

#### **4.1.4. Alternativas de diseño vial**

Según el manual de diseño geométrico de carreteras de acuerdo a la clasificación de demanda el lugar de estudio se encuentra en función de una autopista de segunda clase dado que su IMDA de 4062 veh/día está entre 4001 a 6000 veh/día. Asimismo, debe contar con dos a más carriles de 3.60 m con acceso a salida e ingreso y la capa de rodadura debe encontrarse pavimentada.

Además, según el estudio topográfico presenta una clasificación por orografía de terreno plano tipo 1, ya que presenta pendientes menores del 3%, por lo cual no tiene dificultades en su trazado.

##### **Rotonda actual**

La rotonda del lugar de estudio presenta cinco ramales, dos isletas una de 1335.99 m<sup>2</sup> y otra de 1133.135 m<sup>2</sup>, además presenta una rotonda de 89.13 m de diámetro, 44.56 m de radio, calzadas entre 6.91 m de ancho hasta de 7.26 m, círculo inscrito de 112.24 m de diámetro y ancho de sección de 9.87m.

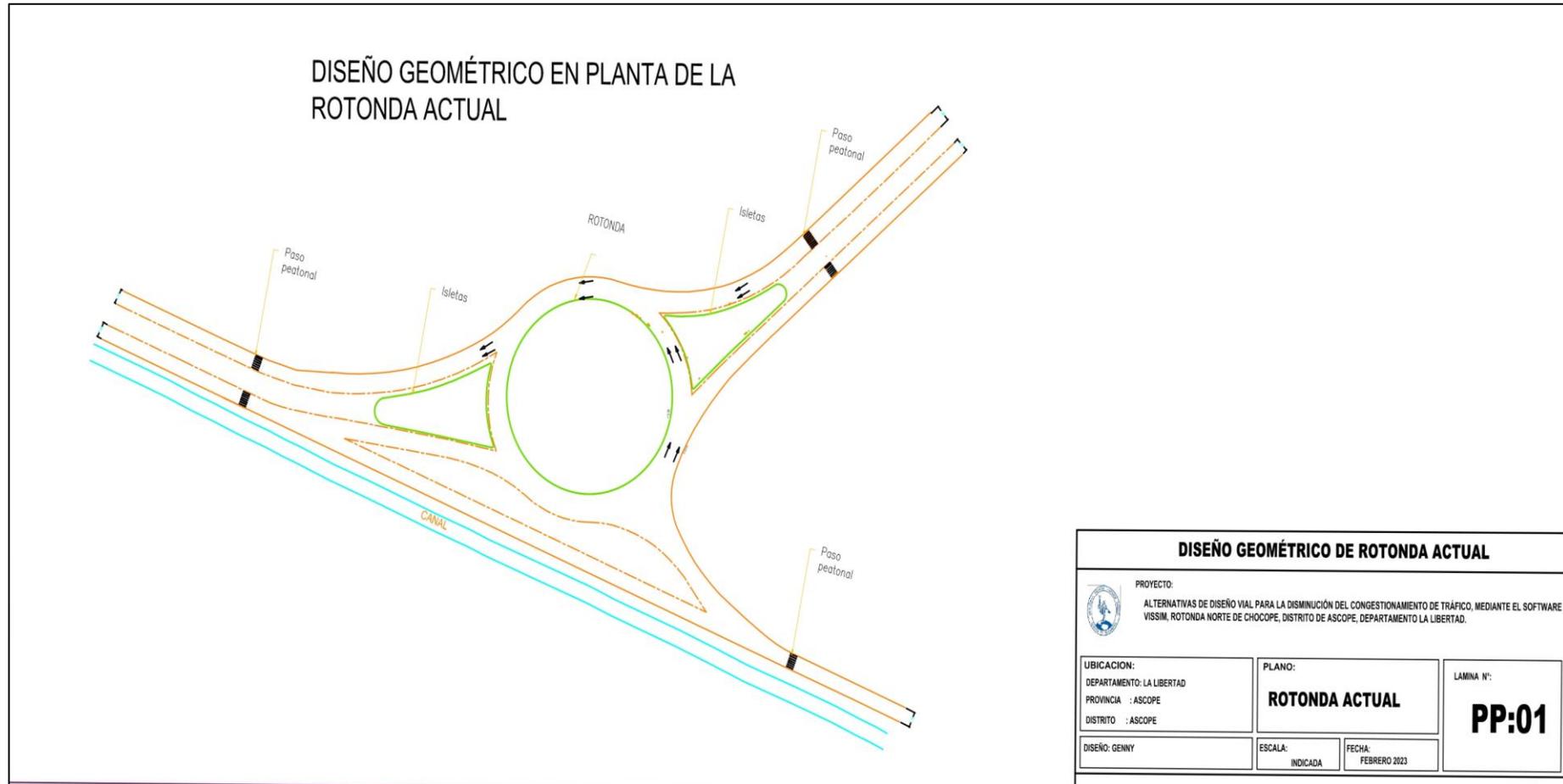
##### **Paso a desnivel**

La rotonda presenta 5 ramales, con diámetro de círculo circunscrito es de 108.92 m la cual cumple con el parámetro de que debe ser mínimo a 50 m, una isla central de 89.13 m la cual cumple con el mínimo de 25 m, también presenta un ancho de entrecruzamiento de 9.81 la cual cumple con el parámetro que debe ser máximo 15; y radios de entrada y salida de 25 m. Asimismo presenta dos isletas con un área de 1335.99 m<sup>2</sup> y otra de 1133.135 m<sup>2</sup>. Por otro lado, el paso a desnivel conecta con la Av. Avenida Panamericana, estas presentan dos carriles de 3.60m cada una haciendo una calzada de 7.20 m.

##### **Paso a nivel**

Presenta calzadas de 7.20 m, con carriles de 3.60 m, asimismo separadores centrales de ancho de 1 m, isleta de 766.16 m<sup>2</sup> y de 1047.00 m<sup>2</sup>, una rotonda de radio de 41 m, con un círculo inscrito de radio de 55.36 m y un ancho de sección de 14.92m.

**Figura 16.**  
DG. Rotonda actual



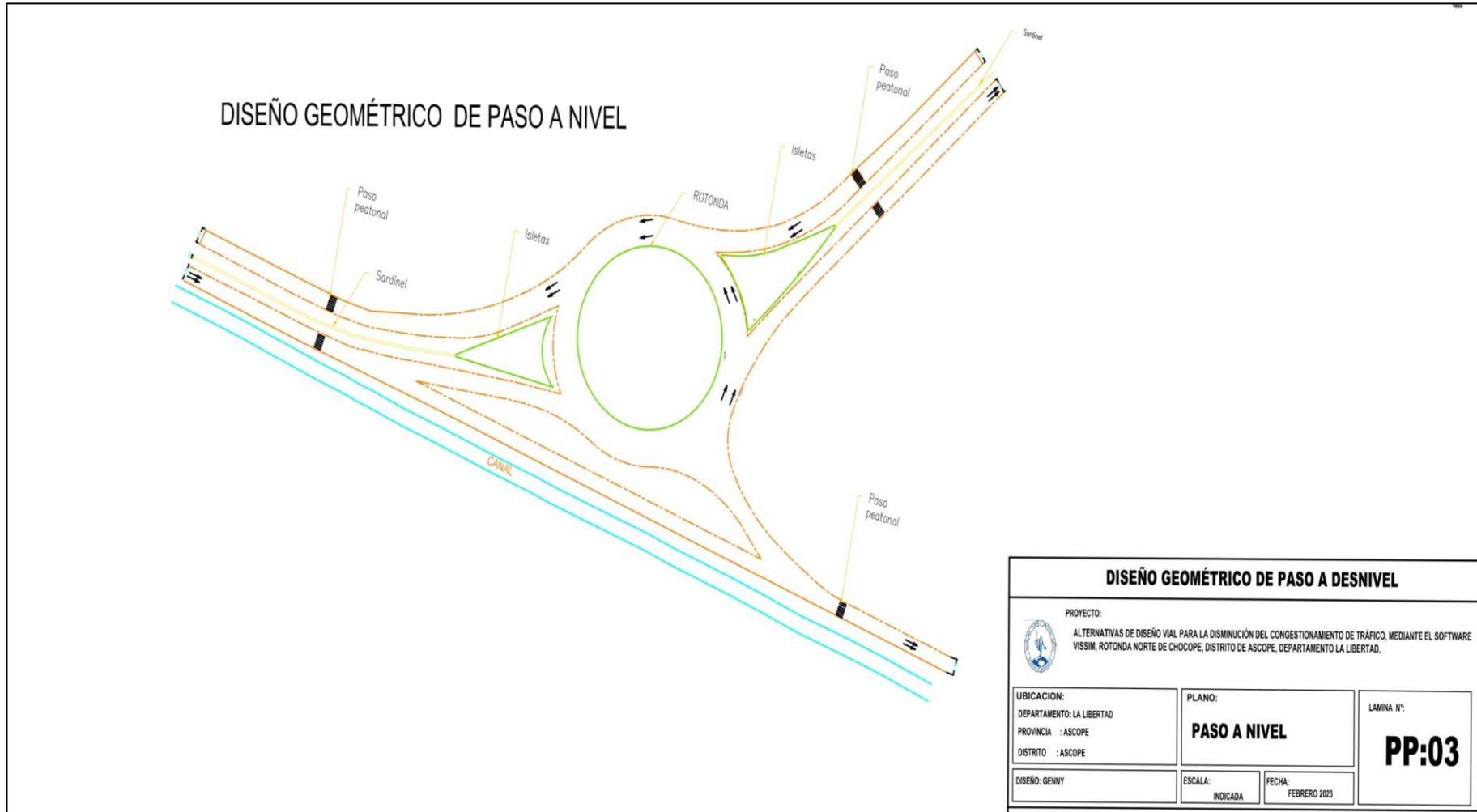
Nota. Elaboración propia

**Figura 17.**  
Según propuesta paso a desnivel



Nota. Elaboración propia

**Figura 18.**  
Tercera propuesta

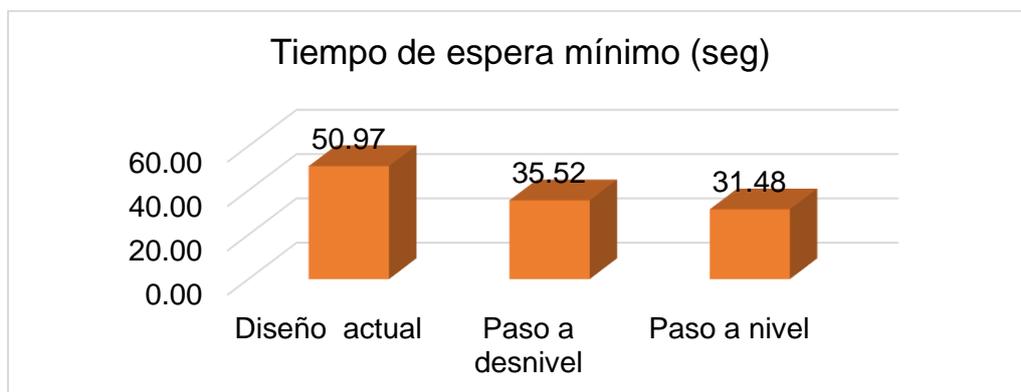


Nota. Elaboración propia

#### 4.1.5. Comparación de tiempo de espera, volumen vehicular y áreas de conflicto.

En el tiempo de espera mínimo la propuesta actual presenta 50.97 seg, el paso a desnivel de 35.52 seg, el paso a nivel de 31.48 seg como se presenta en la siguiente figura.

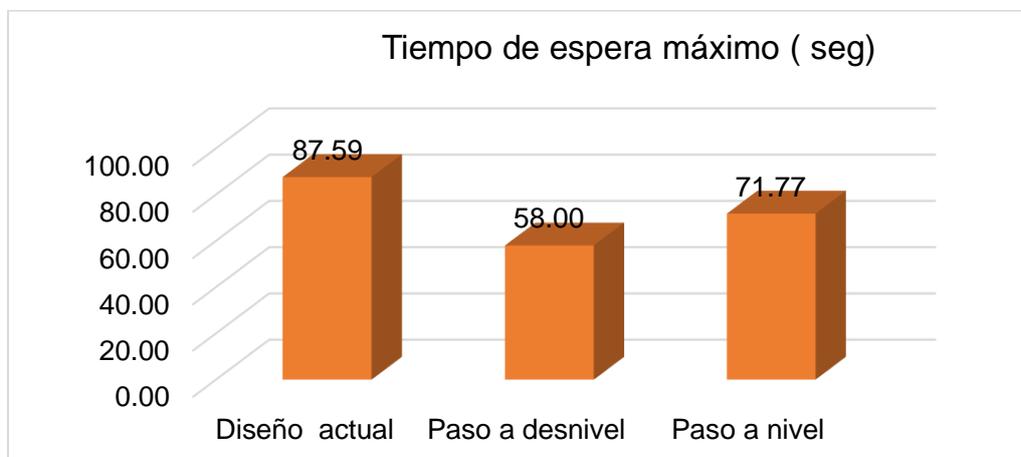
**Figura 19.**  
*Tiempo de espera mínimo (seg)*



Nota. Elaboración propia

Y el tiempo máximo fue de 87.59 seg, 58.00 seg y 71.77 seg respectivamente. Mostrando que la alternativa que presenta menos tiempo es la del paso a desnivel de acuerdo a la simulación en el programa VISSIM como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 20.**  
*Tiempo de espera máximo (seg.)*



Nota. Elaboración propia

Al comparar se llega a determinar que el paso a desnivel disminuye en un 33.78%, el paso a nivel en un 18.06% con respecto al tiempo máximo del patrón como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 6.**

*Comparación del tiempo máximo de las propuestas*

Propuesta	Tiempo máximo	Tiempo máximo %
Diseño actual	87,59	
Paso a desnivel	58,00	33,78%
Paso a nivel	71,77	18,06%

Nota. Elaboración propia

En cuanto al tiempo mínimo el paso a desnivel se reduce en un 30.33% y el paso a nivel en un 38.28% con respecto al diseño actual como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 7.**

*Comparación del tiempo mínimo de las propuestas*

Propuesta	Tiempo mínimo	Tiempo mínimo %
Diseño actual	50,97	
Paso a desnivel	35,52	30,33%
Paso a nivel	31,48	38,25%

Nota. Elaboración propia

En los puntos críticos se presenta para la primera propuesta un total de 24 áreas de conflicto como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 21.**  
*Áreas de conflicto de la propuesta 1*



Nota. Elaboración propia

En la segunda propuesta tiene un total de 20 áreas de conflicto como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 22.**  
*Áreas de conflicto de la propuesta 2*



Nota. Elaboración propia

Y en la tercera propuesta tiene un total de 16 áreas de conflicto como se muestra en la siguiente figura.

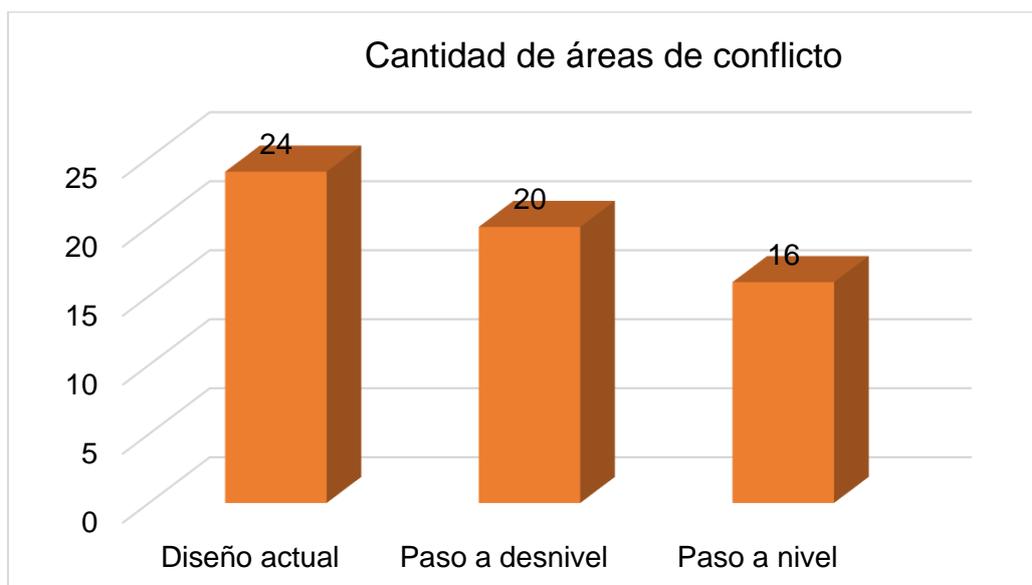
**Figura 23.**  
*Áreas de conflicto de la propuesta 3*



Nota. Elaboración propia

Por lo cual, el que presenta mayor área de conflicto es la propuesta 1 que viene a ser el diseño actual del lugar de estudio como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 24.**  
*Cantidad de áreas de conflicto*



Nota. Elaboración propia

En donde la propuesta de paso a nivel disminuye en un 33.33% y el paso a desnivel en un 16.67% como se presenta en la siguiente tabla.

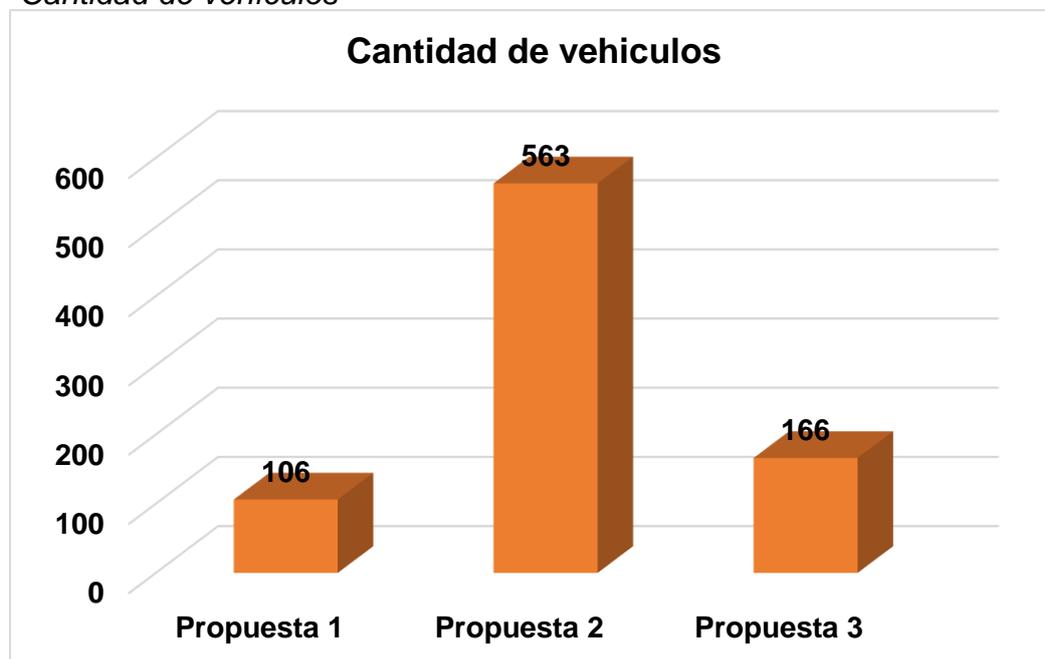
**Tabla 8.**  
*Comparación de las áreas de conflicto*

Propuesta	Cantidad de conflicto	Áreas de conflicto %
Diseño actual	24	
Paso a desnivel	20	16,67%
Paso a nivel	16	33,33%

Nota. Elaboración propia

La cantidad de vehículos que transitan en la primera propuesta es un total de 106, en la segunda 563 y en el tercero 166 dentro de la simulación de 60 minutos como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 25.**  
*Cantidad de vehículos*



Nota. Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la investigación se discutirán los resultados obtenidos como levantamiento topográfico, estudio de tráfico, los tiempos de espera y áreas críticas con los antecedentes anteriormente mencionados.

La alternativa de paso a desnivel es la más óptima debido a que disminuye el congestionamiento vehicular en un 33.78%, a diferencia del paso a nivel en un 18.06% con respecto al diseño actual. Lo cual no coincide con Hernández y León (2021) donde menciona que la rotonda turbo permitió disminuir el congestionamiento en un 60.64%. Al igual que Pérez y Porras (2019) indica que el paso a nivel con intersección cruz disminuyó el congestionamiento en un 22.92%. Por tanto, la alternativa que reduce el congestionamiento, depende de la orografía del lugar y de los tipos de vehículos que transiten en esa área, lo cual hace que de acuerdo a esas características se determina la propuesta que más funcione y se vean mejoras.

El estudio presenta un levantamiento topográfico con 300 m a la redonda, y curvas de nivel entre 116 m.s.n.m hasta 118 m.s.n.m, la cual se encuentra cerca de un canal y presenta 5 ramales. Lo cual concuerda con Saavedra y Urrelo (2021) el cual presenta una elevación entre 329.321 a 330.179 m.s.n.m y un área de 50 000 m<sup>2</sup>. Por tanto, la topografía de un lugar de estudio es fundamental para poder tener las características del área y así realizar un diseño geométrico de la vía adecuada.

En cuanto el estudio de tráfico mostró un IMDA de 4062 veh/día donde se tuvo una mayor cantidad de automóviles de 1540 veh/día seguido de las pick up de 1391 veh/día. Según Rincón, Moreno, Rodríguez y Gaviria (2020) menciona que tiene un IMDA de 3691 veh/h. Al igual que Amir et al (2021) presenta un IMDA de 3366 veh/h. Por tanto, el estudio de tráfico permite establecer un IMDA para verificar en qué tipo de carretera encaja el diseño propuesta encontrándose dentro de determinados parámetros.

Por otro lado, se obtuvo una rotonda actual de dos isletas una de 1335.99 m<sup>2</sup> y otra de 1133.135 m<sup>2</sup>, además presenta una rotonda de 89.13 m de diámetro, 44.56 m de radio, un paso a desnivel que presenta dos carriles de 3.60m cada una haciendo una calzada de 7.20 m, y el paso a nivel tiene calzadas de 7.20 m, con

carriles de 3.60 m, asimismo separadores centrales de ancho de 1 m, isletas de 766.16 m<sup>2</sup>, una rotonda de radio de 41 m. Según Pérez y Yauyo (2020) presenta un diseño geométrico de paso a nivel con un ancho de carriles a 3,6 m, con un radio espiral de 25 m con 4 carriles internos y 5 m por carril interior. Al igual que Mogollón (2021) realizó un paso a nivel con una calzada circulatoria de 2%, un radio de giro de 44 m y una cuneta de 0.44 m. Por tanto, las alternativas para disminuir el congestionamiento de tráfico se deben de acuerdo a un estudio en campo y el uso de la normativa DG-2018.

Asimismo, se obtuvo tiempos de esperas mínimas en la propuesta actual presenta 50.97seg, el paso a desnivel de 35.52 seg, el paso a nivel de 31.48 m, y en tiempo máximo de 87.59 seg, 58.00 seg y 71.77 seg respectivamente. Según Pérez y Yauyo (2020) evidenció la reducción de los tiempos de recorrido de 156,04 seg a 72,78 seg con el uso del paso a desnivel. Lo cual concuerda con Hernández y León (2021) en donde el paso a desnivel disminuyó en un 28,24% el tiempo el cual se reduce de 14,60 seg hasta 32,81 seg. Por tanto, la propuesta más adecuada es el paso a desnivel dado que permitió disminuir los tiempos de recorrido.

## CONCLUSIONES

Se determina que la alternativa de diseño vial más significativa es la del paso a desnivel debido a que disminuye el tráfico vehicular en un 33.78%, seguido del paso a nivel que reduce en un 18.06% con respecto al diseño actual de la rotonda de Norte de Chocope.

El levantamiento topográfico se realizó a 300 m a la redonda, en donde se obtuvo curvas de nivel entre 116 m.s.n.m hasta 118 m.s.n.m, la cual se encuentra cerca de un canal y presenta 5 ramales.

El estudio de tráfico se realizó por 7 días desde el 27/08/2023 hasta el 02/09/2023, donde se tomaron los factores de corrección estacional para vehículos livianos es de 1.0148 y vehículos pesados es de 1.065, el cual proporciona un IMDA de 4062 vehículos por día.

De acuerdo al IMDA obtenido se propusieron 3 alternativas una que es la rotonda actual, otro diseño que es el paso a desnivel que conecta con la Av. Avenida Panamericana, estas presentan dos carriles de 3.60 m cada una haciendo una calzada de 7.20 m, asimismo este paso es de una sola dirección, debajo tiene una rotonda de radio de 44.56 m y de círculo inscrito de 112.24 m. Y el paso a nivel que tiene calzadas de 7.20 m, con carriles de 3.60 m, asimismo separadores centrales de ancho de 1 m, isletas de 766.16 m<sup>2</sup>, una rotonda de radio de 41 m, con un círculo inscrito de radio de 55.36 m y un ancho de sección de 14.92 m.

En el tiempo de espera mínimo de la propuesta actual presenta 50.97 seg, el paso a desnivel de 35.52 seg, el paso a nivel de 31.48 seg, y en tiempo máximo de 87.59 seg, 58.00 seg y 71.77 seg respectivamente. Además, se presenta áreas de conflicto 24 en la propuesta actual, 20 en el paso a desnivel y 26 con el paso a nivel. Asimismo, tiene una cantidad de vehículos que transitan en la primera propuesta es un total de 106, en la segunda de 563 y en el tercero de 166.

## RECOMENDACIONES

Con el fin de reforzar la investigación se debe efectuar el análisis estructural y el estudio de mecánica de suelos con el objetivo de tener un diseño estructural más completo de la alternativa propuesta y así asignarle un presupuesto preciso.

Implementar mantenimientos que sean adecuados con la finalidad de conservar la carretera en un buen estado y con una buena vista estética.

Tomar en cuenta que el VISSIM es un software de análisis de tráfico que requiere una determinada delimitación que sea clara y precisa en el área de estudio. Esto implica no solo evaluar la red sino también algunos factores externos que inciden en la fluidez vehicular.

La Universidad Privada Antenor Orrego debería estimular y promover la realización de investigaciones similares que permitan responder desafíos actuales en la construcción de obras viales de la nación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Reza, A., Aghayan, I., & Hadadi, F. (2021). A comparative analysis of the performance of turbo roundabouts based on geometric characteristics and traffic scenarios. *Transportation letters*, 674-685. <https://doi.org/10.1080/19427867.2020.1757198>
- Arts et al. (2021). Road Infrastructure: Planning, Impact and Management. *Transportation*. <https://doi.org/https://bit.ly/3mzVglg>
- Budhkar, A., & Maji, A. (2022). Calibration and Validation of VISSIM Parameters in Mixed Traffic. *Proceedings of the Fifth International Conference of Transportation Research Group of India* (págs. 171 - 192). Singapore: Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-8259-9\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-8259-9_12)
- Bustamante, M. (2022). *Planteamiento de solución al congestionamiento vehicular con Diseño geométrico de intercambio vial a desnivel en el cruce de 5 esquinas - Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8915/1/REP\\_MONI CA.BUSTAMANTE\\_PLANTEAMIENTO.DE.SOLUCION.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8915/1/REP_MONI CA.BUSTAMANTE_PLANTEAMIENTO.DE.SOLUCION.pdf)
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*. Mexico: Alfaomega.
- Cordova, D. (2021). *Propuesta para reducir el congestionamiento vehicular del núcleo central de Chiclayo utilizando un programa de simulación del tráfico*. Lima: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://bit.ly/3JLt6yD>
- Correa, M. (2021). *Manual de diseño de vías urbanas*. Universidad EAFIT.
- Derya et al. . (2021). Road users' evaluations and perceptions of road infrastructure, trip characteristics, and daily trip experiences across countries. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198221001184>
- Haijian , L., Junjie , Z., Xiaoliang, s., jun , n., & Xiaohua , Z. (2022). Un estudio de simulación de comportamientos de grupos de vehículos en un eotrno de

- vehículos conectados. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 63, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.127816>
- Hernandez, L., & Leon, O. (2021). *Microsimulación de tráfico y congestionamiento vehicular del óvalo Larco, Trujillo, 2021*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. <https://bit.ly/3BPZEFO>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: MC Graw Hill. <https://www.google.com/url?q=http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hern%25C3%25A1ndez-%2520Metodolog%25C3%25ADa%2520de%2520la%2520investigaci%25C3%25B3n.pdf&sa=D&source=editors&ust=1654872168048785&usg=AOvVaw1vR9drY3tdwSWuuOug-nQb>
- Hossein , M., Sara , S., Sabine , W., & Joris , W. (2022). The contribution of connected vehicles to network traffic control: A hierarchical approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103644>
- INVIAS. (2020). *Manual de Capacidad y Niveles de servicio para carreteras de dos carriles*. INVIAS. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/11026-manual-de-capacidad-y-niveles-de-servicio-para-carreteras-de-dos-carriles-2020/file>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (24 de Febrero de 2020). *MTC aprobó Estudio de Impacto Ambiental para viabilizar construcción de intercambio vial en Ilo*. Gob.pe: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/84897-mtc-aprobo-estudio-de-impacto-ambiental-para-viabilizar-construccion-de-intercambio-vial-en-ilo>
- Mogollón, J. (2021). *Propuesta de mejora del diseño geométrico de la Rotonda Ubicada en la Intersección, Sullana - Piura- Tambogrande 2021*. Piura: UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78032>
- Mohebifard, R., & Hajbabaie, A. (2020). Effects of automated vehicles on traffic operations at roundabouts. *23rd International Conference on Intelligent*

- Transportation Systems (ITSC)* (págs. 1-6). Carleton: Carleton University.  
<https://bit.ly/3Aj6Yc1>
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Lima: MTC.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20)
- MTC. (2018). *Manual de diseño de carrwetters: Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima: MTC. <https://bit.ly/2UZWG9i>
- MTC. (2018). *Manual de diseño geometrico de carreteras DG-2018*. Lima: MTC.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- Muhammad, H., Farid, A., & Ksaibat, K. (2021). Estimating passing sight distances for overtaking truck platoons—Calibration and validation using VISSIM. *International Journal of Transportation Science and Technology*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.03.009>
- Novoa, S. (2020). *“Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima - 2020*. Lima: UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68128/Novoa\\_LSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68128/Novoa_LSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Novoa, S. (2020). *Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima -*. Lima: UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68128/Novoa\\_LSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/68128/Novoa_LSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pérez, C., & Porras, C. (2019). *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Americas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://bit.ly/3JLn6G3>

- Pérez, D., & Yauyo, J. (2020). *Replanteo físico y operacional de la rotonda Monitor ubicada en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su eficiencia y seguridad vial*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://bit.ly/3P9PFOr>
- Prassas, E., & Roess, R. (2020). Concepts of Capacity and Level of Service for Interrupted Flow. *The highway Capacity Manual: A conceptual research history*, 37-49.
- Ramirez, A. (2020). *Diseño geométrico de paso a desnivel para mejorar la transitabilidad en la intersección de la Avenida Miguel Grau y Vía evitamiento en el distrito de La Victoria - Lambayeque*. Lima: USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8812>
- Rincón, N., Moreno, L., Rodríguez, K., & Gaviria, C. (2020). Alternatives to improve operational traffic in roundabouts using microsimulation. *Respuestas: Journal of Engineering Sciences*, 26-36. <https://bit.ly/3PbLEt3>
- Saavedra, F., & Urrelo, M. (2021). *Diseño geométrico de una rotonda en jirón vía de evitamiento cuadra 26, para mejorar la circulación de vehículos, Banda de Shilcayo 2021*. Tarapoto: UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87333/Saavedra\\_TFD-Urrelo\\_RM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87333/Saavedra_TFD-Urrelo_RM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salazar, C. (2020). *Ánisis por microsimulación de la intersección entre la av. Brasil y el Jr. General Borgoño empleando vissim 8*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://bit.ly/3vNKJrW>
- Sojo, F., & Yarlaque, E. (2021). *Propuesta de ordenamiento del tráfico vehicular de la intersección "Ovalo Las Capullanas" mediante simulación VISSIM, provincia de Sullana, Piura 2021*. Lima: UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78029/Sojo\\_FF-Yarleque\\_RE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78029/Sojo_FF-Yarleque_RE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



**ANEXO 02: Resultados de la simulación**

DESCRIPCIÓN: PRIMERA PROPUESTA	TIEMPO DE VIAJE MINIMO	TIEMPO DE VIAJE MAXIMO	VEHICULOS QUE TRANSITAN
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	51	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	154.00847	6	3
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	154.00847	11	4
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	133.13072	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	133.13072	12	6
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	56.275354	35	1
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	56.275354	23	4
1: NODO	154.00847	138	2
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	51	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	154.00847	6	3
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	154.00847	11	4
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	133.13072	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	133.13072	12	6
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	56.275354	35	1
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	56.275354	23	4

1: NODO	154.00847	138	2
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	51	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	154.00847	6	3
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	154.00847	11	4
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	133.13072	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	133.13072	12	6
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	56.275354	35	1
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	56.275354	23	4
1: NODO	154.00847	138	2
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	0	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	0	0	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	0	0	0
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	0	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	0	0	0
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	0	0	0
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	0	0	0
1: NODO	0	0	0
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	51	0

1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	154.00847	6	3
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	154.00847	11	4
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	133.13072	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	133.13072	12	6
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	56.275354	35	1
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	56.275354	23	4
1: NODO	154.00847	138	2
1: NODO - 1@245.3 - 10004: Conexión 4 @15.8	0	51	0
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	154.00847	6	3
1: NODO - 4: Carretera Panamericana Norte@137.6 - 10008@90.1	154.00847	11	4
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	133.13072	0	
1: NODO - 7: Avenida Panamericana Norte @116.7 - 10008@90.1	133.13072	12	6
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 6: Panamericana Norte 2@105.7	56.275354	35	1
1: NODO - 10003: Conexión 3- Panamericana Norte @55.6 - 10008@90.1	56.275354	23	4
1: NODO	154.00847	138	2

DESCRIPCIÓN: TERCERA PROPUESTA	TIEMPO DE VIAJE MINIMO	TIEMPO DE VIAJE MAXIMO	VEHICULOS QUE TRANSITAN
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	36.33857	145.838329	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	36.33857	145.838329	7
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	36.33857	145.838329	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	91.505727	121.346254	
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	91.505727	121.346254	7
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	91.505727	121.346254	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	1
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	24
1	31.961074	145.838329	5
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	36.33857	145.838329	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	36.33857	145.838329	7
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	36.33857	145.838329	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	91.505727	121.346254	

1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	91.505727	121.346254	7
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	91.505727	121.346254	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	1
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	24
1	31.961074	145.838329	5
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	36.33857	145.838329	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	36.33857	145.838329	7
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	36.33857	145.838329	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	91.505727	121.346254	
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	91.505727	121.346254	7
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	91.505727	121.346254	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	1
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	24
1	31.961074	145.838329	5
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0

1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	0	0	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	0
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	0
1	0	0	0
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	36.33857	145.838329	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	36.33857	145.838329	7
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	36.33857	145.838329	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	91.505727	121.346254	
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	91.505727	121.346254	7
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	91.505727	121.346254	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 -	0	0	

5: Avenida Panamericana Norte @17.5			
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	1
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	24
1	31.961074	145.838329	5
1 - 1@264.2 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	0
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	36.33857	145.838329	
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	36.33857	145.838329	7
1 - 4: Carretera Panamericana Norte@137.0 - 10008@72.3	36.33857	145.838329	0
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	91.505727	121.346254	
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	91.505727	121.346254	7
1 - 7: Avenida Panamericana Norte @104.9 - 10008@72.3	91.505727	121.346254	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 5: Avenida Panamericana Norte @17.5	0	0	
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 6: Panamericana Norte 2@68.6	0	0	1
1 - 10003: Conexión 3-Panamericana Norte @73.4 - 10008@72.3	0	0	24
1	31.961074	145.838329	5

DESCRIPCIÓN: PROPUESTA 2	TIEMPO DE VIAJE MINIMO	TIEMPO DE VIAJE MAXIMO	VEHICULOS QUE TRANSITAN
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	138
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	45
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	85.977923	106.790425	23
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	85.977923	106.790425	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	85.977923	106.790425	12
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	61.41329	78.15885	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	61.41329	78.15885	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	61.41329	78.15885	11
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	61.41329	78.15885	
2	49.130404	106.790425	37
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	25
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	1
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	30.253616	106.732406	0
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	30.253616	106.732406	

2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	30.253616	106.732406	7
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	60.835459	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	60.835459	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	60.835459	79.798996	4
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	60.835459	79.798996	
2	30.363025	106.732406	4
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	25
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	1
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	30.253616	106.732406	0
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	30.253616	106.732406	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	30.253616	106.732406	7
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	60.835459	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	60.835459	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	60.835459	79.798996	4
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	60.835459	79.798996	
2	30.363025	106.732406	4
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	63

2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	16
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	48.828385	106.751746	8
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	48.828385	106.751746	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	48.828385	106.751746	9
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	61.028069	79.25228	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	61.028069	79.25228	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	61.028069	79.25228	6
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	61.028069	79.25228	
2	36.618818	106.751746	15
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	66
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	25
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	32.172443	0.033497	13
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	32.172443	0.033497	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	32.172443	0.033497	3
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0.333611	0.946939	

2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0.333611	0.946939	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0.333611	0.946939	4
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	0.333611	0.946939	
2	10.835351	0.033497	19
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	25
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	1
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	30.253616	106.732406	0
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	30.253616	106.732406	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	30.253616	106.732406	7
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	60.835459	78.15885	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	60.835459	78.15885	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	60.835459	78.15885	4
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	60.835459	78.15885	
2	30.363025	106.732406	4
2 - 1@134.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	0	0	138
2 - 1@134.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	0	0	0
2 - 1@134.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	0	0	45
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 2: Panamericana Norte@64.1	85.977923	106.790425	23

2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	85.977923	106.790425	
2 - 4: Carretera Panamericana Norte@90.3 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	85.977923	106.790425	12
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 2: Panamericana Norte@64.1	61.41329	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 5: Avenida Panamericana Norte @56.2	61.41329	79.798996	
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 6: Panamericana Norte 2@115.7	61.41329	79.798996	11
2 - 7: Avenida Panamericana Norte @66.0 - 10@60.7	61.41329	79.798996	
2	49.130404	106.790425	37