

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

Análisis y Propuesta de Solución al Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la  
Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera – La Libertad

---

Línea de investigación: Ingeniería de transportes

Sub línea de investigación: Transportes

**AUTORES:**

Fernández Díaz, Sofía Katerin

Rengifo Vásquez, Juan Francisco

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Vargas López, Segundo

**Secretario** : Hurtado Zamora, Oswaldo

**Vocal** : Geldres Sánchez, Carmen

**ASESOR:**

Luján Silva, Enrique Francisco

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**Trujillo – Perú**

**2023**

**Fecha de sustentación:** 2023/ 07 /22



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Análisis y Propuesta de Solución al Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera – La Libertad**

---

**Línea de investigación: Ingeniería de transportes**

**Sub línea de investigación: Transportes**

**AUTORES:**

Fernández Díaz, Sofía Katerin

Rengifo Vásquez, Juan Francisco

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Vargas López, Segundo

**Secretario** : Hurtado Zamora, Oswaldo

**Vocal** : Geldres Sánchez, Carmen

**ASESOR:**

Luján Silva, Enrique Francisco

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**Trujillo – Perú**

**2023**

**Fecha de sustentación:** 2023/ 07 /22

# Análisis y Propuesta de Solución al Congestionamiento Vehicular en la Intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera – La Libertad

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[documentop.com](http://documentop.com)

Fuente de Internet

3%

2

[Submitted to Universidad Andina del Cusco](#)

Trabajo del estudiante

1%

3

[repositorio.utp.edu.pe](http://repositorio.utp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unab.edu.pe](http://repositorio.unab.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[core.ac.uk](http://core.ac.uk)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

  
Enrique Luján Silva  
ING CIVIL  
R. CIP. 54460

## Declaración de originalidad

Yo, Enrique Francisco Luján Silva, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Análisis y propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera, La Libertad”, de los autores Juan Francisco Rengifo Vásquez y Sofía Katerín Fernández Díaz, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 6%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 11 de julio del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis “Análisis y propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la intersección de la Avenida Huamán con la calle 28 de Julio, Víctor Larco Herrera, 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.

Trujillo, 13 de Julio del 2023



Fernández Díaz, Sofía Katerín

DNI: 70188542



Rengifo Vásquez, Juan Francisco

DNI:70669741



Luján Silva, Enrique Francisco

DNI: 18888927

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

## DEDICATORIA

A Dios, por brindarme sabiduría y fortaleza para culminar exitosamente mi vida profesional. A mi mamá, abuela y hermana por su apoyo incondicional, por ser mi soporte y alentarme a seguir adelante, así como a perseguir todo lo anhelado.

Br. Fernández Díaz Sofía Katerin

## DEDICATORIA

Dedicado a todos los ingenieros que día  
a día buscan una solución para los  
problemas viales por falta de  
planificación urbana dentro y fuera del  
país y cuyo esfuerzo no es reconocido a  
la hora de la ejecución de las obras de  
mejoramiento vial urbano

Br. Rengifo Vásquez Juan Francisco

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, por guiarnos durante este camino de desarrollo profesional. Agradecemos a nuestras familias por su apoyo incondicional y constante, sin el cual no hubiera sido posible concluir esta etapa

Br. Fernández Díaz Sofía Katerin



## AGRADECIMIENTO

A nuestros docentes de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, por compartir sus conocimientos con nosotros y a nuestros padres por su sacrificio diario al habernos brindado una educación superior de buen nivel.

Br. Rengifo Vásquez Juan Francisco

## RESUMEN

La presente investigación trata acerca del estudio del tránsito vehicular en la intersección de la Av. Huamán con la calle 28 de Julio, ubicada en el distrito de Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, con el objetivo de evaluar las demoras, saturación, nivel de servicio y proponer alternativas de solución que optimicen el tránsito en la zona.

La investigación será del tipo aplicada y descriptiva, en la que se evaluará la intersección a través de un modelo macroscópico, bajo la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010, para lo cual, se realizó el trabajo de campo, donde se recolectó información como la medida de los carriles, vías de acceso, velocidad de ingreso de los vehículos, conteo de señales de tránsito y el conteo vehicular, el cual se realizó en periodos de 15 minutos durante 7 días durante las horas pico, siendo estas de 7:30 a 8:30 am, 01:30 a 02:30 pm y de 06:30 a 07:30 pm.

Luego, con los datos obtenidos, se procedió a modelar la situación actual del tránsito en la intersección, bajo la metodología Two-Way Stop Controlled (TWSC) contemplada en el Manual de Capacidad de Carretera HCM-2010, apoyado en el software Synchro 11.0, en el que se introdujeron los parámetros necesarios, como aforo vehicular, velocidad de operación, medida de carriles, factor de hora pico, tipo de señalización, etc. siendo para este caso una intersección controlada por señales de pare. Del modelamiento anterior se obtuvo que la demora es de 149.4 seg/veh., con un nivel de servicio F. Posteriormente, se propuso alternativas de solución que ayuden a optimizar el flujo vehicular, siendo la mas factible la restricción del ingreso de vehículos pesados y algunos movimientos en la intersección, logrando reducir la demora a 32.9 seg/veh, con un nivel de servicio D.

En conclusión, la intersección analizada presenta problemas de congestión y un nivel de servicio muy bajo, pero con la propuesta planteada, que consiste en desviar los vehículos por calles con poco flujo vehicular, se logra disminuir las demoras en un 78%, logrando de esta manera mejorar el nivel de servicio y optimizar el tránsito en la zona.

**Palabras clave:** tránsito, congestionamiento, Synchro.

## ABSTRACT

The present investigation treats about the study of vehicular traffic at the intersection of Av. Huamán with 28 de Julio Street, located in the district of Víctor Larco Herrera, rovince of Trujillo, with the objective of evaluating the delays, saturation, level of service and propose alternative solutions that optimize traffic in the area.

The investigation will be an applied and descriptive type, in which the intersection will be evaluated through a macroscopic model, under the methodology of the HCM-2010 Highway Capacity Manual, for which field work was carried out, where we took data such as the measurement of lanes, access roads, vehicle entry speed, traffic signal count and vehicle count, carried out in periods of 15 minutes for 7 days during peak hours, these being 7 :30 to 8:30 a.m., 01:30 to 02:30 p.m. and 06:30 to 07:30 p.m.

Then, with the data obtained, we proceeded to model the current traffic situation at the intersection, under the Two-Way Stop Controlled (TWSC) methodology contemplated in the Highway Capacity Manual HCM-2010, supported by Synchro 11.0 software, in which the necessary parameters were introduced, such as vehicle capacity, operating speed, lane measurement, rush hour factor, type of signals, etc. being for this case an intersection controlled by stop signs. From the previous modeling, it was obtained that the delay is 149.4 seconds/veh., with a service level F. Subsequently, alternative solutions were proposed that help optimize the vehicular flow, the most feasible being the restriction of the entry of heavy vehicles and some movements in the intersection, managing to reduce the delay to 32.9 sec/veh, with a level of service D.

In conclusion, the analyzed intersection presents congestion problems and a very low level of service, but with the present proposal, which consists of diverting vehicles through streets with little traffic flow, it is possible to reduce delays by 78%, thus achieving way to improve the level of service and optimize traffic in the area.

Keywords: traffic, congestion, Synchro.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. 1. Problema de Investigación.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.4. Justificación .....	3
II. MARCO DE REFERENCIA .....	5
2.1. Antecedentes del estudio.....	5
2.2 Marco Teórico .....	7
2.3. Marco Conceptual.....	27
2.4. Sistema de Hipótesis, Variables e Indicadores .....	29
III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....	31
3.1. Tipo y Nivel de Investigación .....	31
3.2. Población y Muestra de estudio .....	31
3.3. Diseño de Investigación: .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.....	32
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	35
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	36
4.1 Propuesta de mejora para la intersección en estudio. ....	36
4.2. Análisis e interpretación de resultados.....	36
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	62
VI. CONCLUSIONES .....	69
VII. RECOMENDACIONES .....	70

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 71  
VII. ANEXOS..... 713

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Criterios de niveles de servicio</i> .....	26
<b>Tabla 2.</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	30
<b>Tabla 3.</b> <i>Medidas de vehículos liviano y pesado</i> .....	34
<b>Tabla 4.</b> <i>Propuestas de solución</i> .....	36
<b>Tabla 5.</b> <i>Criterios mínimos para una rotonda</i> .....	36
<b>Tabla 6.</b> <i>Resumen horario total</i> .....	51
<b>Tabla 7.</b> <i>Volumen vehicular que ingresa y sale en el día más crítico</i> .....	53
<b>Tabla 8.</b> <i>Volumen del día más crítico-turno mañana</i> .....	53
<b>Tabla 9.</b> <i>Volumen del día más crítico-turno tarde</i> .....	54
<b>Tabla 10.</b> <i>Volumen del día más crítico-turno noche</i> .....	55
<b>Tabla 11.</b> <i>Flujo vehicular acceso norte</i> .....	56
<b>Tabla 12.</b> <i>Flujo vehicular acceso sur</i> .....	57
<b>Tabla 13.</b> <i>Flujo vehicular acceso este</i> .....	58
<b>Tabla 14.</b> <i>Flujo vehicular acceso oeste</i> .....	59
<b>Tabla 15.</b> <i>Composición vehicular de la intersección</i> .....	59
<b>Tabla 16.</b> <i>Volumen horario máximo diario</i> .....	62
<b>Tabla 17.</b> <i>Volumen de tráfico vehicular</i> .....	63
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados de la situación actual de la intersección</i> .....	63
<b>Tabla 19.</b> <i>Propuestas de solución</i> .....	64
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultados de modelamiento de propuesta</i> .....	66
<b>Tabla 21.</b> <i>Resumen de Demoras y Niveles de Servicio</i> .....	66
<b>Tabla 22.</b> <i>Resumen de las propuestas de solución</i> .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Grafica de variación de demanda vehicular</i> .....	9
<b>Figura 2.</b> <i>Señales de prioridad</i> .....	12
<b>Figura 3.</b> <i>Señales de restricción</i> . ....	13
<b>Figura 4.</b> <i>Señales preventivas de intersección con otras vías</i> . ....	13
<b>Figura 5.</b> <i>Ejemplos de señales de dirección</i> . ....	14
<b>Figura 6.</b> <i>Ejemplos de señales de dirección turística</i> .....	15
<b>Figura 7.</b> <i>Ejemplo de demarcaciones de continuidad de carriles en intersección</i> .....	15
<b>Figura 8.</b> <i>Ejemplo de Tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”</i> . ....	16
<b>Figura 9.</b> <i>Flujo de tráfico en dos intersecciones</i> .....	20
<b>Figura 10.</b> <i>Aplicación potencial para dos carriles</i> .....	22
<b>Figura 11.</b> <i>Distancia de intersección</i> .....	38
<b>Figura 12.</b> <i>Medida de Vereda</i> . ....	38
<b>Figura 13.</b> <i>Ruta alterna para vehículos pesados</i> . ....	40
<b>Figura 14.</b> <i>Demoras de la intersección sin vehículos pesados</i> . ....	40
<b>Figura 15.</b> <i>Ruta alterna – 1</i> . ....	41
<b>Figura 16.</b> <i>Ruta alterna – 1</i> . ....	41
<b>Figura 17.</b> <i>Ruta alterna – 2</i> . ....	42
<b>Figura 18.</b> <i>Ruta alterna – 3</i> . ....	42
<b>Figura 19.</b> <i>Ruta alterna – 4</i> . ....	43
<b>Figura 20.</b> <i>Modelamiento de la propuesta de solución</i> . ....	44
<b>Figura 21.</b> <i>Tiempo de demora con la propuesta de solución</i> . ....	44
<b>Figura 22.</b> <i>Nivel de servicio aplicada en la propuesta</i> .....	45
<b>Figura 23.</b> <i>Simulación de la propuesta de solución</i> . ....	45
<b>Figura 24.</b> <i>Ingreso de imagen de fondo</i> . ....	46

<b>Figura 25.</b> <i>Trazado de vías.</i> .....	47
<b>Figura 26.</b> <i>Configuración de carriles.</i> .....	48
<b>Figura 27.</b> <i>Configuración de carriles.</i> .....	48
<b>Figura 28.</b> <i>Configuración de volumen vehicular.</i> .....	49
<b>Figura 29.</b> <i>Configuración de la intersección.</i> .....	50
<b>Figura 30.</b> <i>Nivel de Servicio de la Intersección</i> .....	50
<b>Figura 31.</b> <i>Diagrama de volúmenes Horarios por día.</i> .....	52
<b>Figura 32.</b> <i>VHMD del día más crítico-turno mañana.</i> .....	54
<b>Figura 33.</b> <i>VHMD del día más crítico – turno tarde.</i> .....	54
<b>Figura 34.</b> <i>VHMD del día más crítico-turno noche.</i> .....	55
<b>Figura 35.</b> <i>Flujo vehicular acceso norte.</i> .....	55
<b>Figura 36.</b> <i>Flujo vehicular acceso sur.</i> .....	56
<b>Figura 37.</b> <i>Flujo vehicular acceso este.</i> .....	57
<b>Figura 38.</b> <i>Flujo vehicular acceso oeste.</i> .....	58
<b>Figura 39.</b> <i>Composición vehicular de la intersección.</i> .....	59
<b>Figura 40.</b> <i>Demoras de la intersección.</i> .....	60
<b>Figura 41.</b> <i>Relación volumen/capacidad de la intersección.</i> .....	61
<b>Figura 42.</b> <i>Niveles de servicio de la intersección.</i> .....	61
<b>Figura 43.</b> <i>Demoras por acceso, actual y con la propuesta de solución.</i> .....	67
<b>Figura 44.</b> <i>Demora actual vs demora con propuesta.</i> .....	68



## I. INTRODUCCIÓN

### 1. 1. Problema de Investigación

En la actualidad, el transporte en las ciudades es uno de los sectores con mayor importancia, debido a que todas las personas necesitan trasladarse diariamente a sus trabajos y demás actividades. Consecuentemente, esto origina que el parque automotor se incremente juntamente con la circulación vehicular y cuando éste último sobrepasa la capacidad de la infraestructura vial, ocasiona uno de los problemas que todos conocemos: el congestionamiento vehicular, el cual es un problema muy grande y que afecta a todos los usuarios de las vías donde se presente. Así, por ejemplo, en un informe publicado en el 2019 por la BBC News y realizado por la consultora Inrix, se determinó que la ciudad de Los Ángeles (EE. UU) es la más congestionada del mundo, donde los ciudadanos pasan el 12.7% del tiempo que conducen su vehículo atascado en congestiones y los costos asociados con los problemas de tráfico le cuestan a la ciudad de los Estados Unidos US\$9.700 millones anuales. Asimismo, la misma consultora recogió información del tráfico vehicular solo en el área de viejo continente, donde obtuvo que la capital de Rusia, Moscú, es la ciudad con la peor congestión vehicular de Europa, en la que las personas pasan anualmente 210 horas en atascos vehiculares.

Mientras, a nivel de Latinoamérica, Colombia aparece como el segundo país entre 38 naciones de todo el mundo con mayores problemas de congestión, siendo Bogotá la ciudad en la que más horas pasan las personas en el tráfico, 47 horas anuales para ser exactos, estimando de esta manera el costo anual para ese país en más de US\$1.000 millones. Y todo esto, según los expertos de la revista Inrix, se debe a la infraestructura vial anticuada a lo que se suma la falta de proyectos para mejorar sus calles y optimizar el tránsito.

De esta manera, nos damos cuenta que todos los países alrededor del mundo, desarrollados y en vías de desarrollo, presentan el problema de congestión vehicular en sus pistas, ocasionando pérdidas millonarias.

El Perú, no es ajeno a esta problemática, pues según Del Mar y Vázquez (2019), el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021 reveló que el parque automotor del Perú creció indiscriminadamente en solo siete años, pasando de 2 millones 826 mil vehículos, en el 2009, a 5 millones 244 mil, en el 2015, concentrándose, gran parte de estos, en Lima Metropolitana; causando esta situación el colapso de las vías públicas más transitadas de la capital, especialmente durante las horas pico.

Por otro lado, según un informe publicado por el INEI en el 2018, La Libertad es el segundo departamento con el parque automotor más grande del Perú, con 195,771 vehículos circulando y con un pronóstico de crecimiento anual del 6%, de los cuales la mayor cantidad se concentran en la ciudad de Trujillo, el cual, junto con la ineficiente infraestructura urbana, deficiente planificación y falta de elementos reguladores de tránsito, originan embotellamientos o congestiones vehiculares que se prolongan por horas, que como se mencionó anteriormente, traen pérdidas de tiempo y económicas. De la misma manera, el principal problema observado en el cruce entre la Avenida Huamán y la calle 28 de julio, ubicadas en el distrito de Víctor Larco Herrera, en la ciudad de Trujillo, es la gran congestión que se genera todos los días, sobre todo en las horas punta que se dan en las mañanas (7 am) y por las tardes (6 pm), debido a que a estas horas la población sale a trabajar y regresa de sus labores.

Así pues, la congestión vehicular en este cruce de vías se debe principalmente a la falta de señalización vertical y horizontal entre ambos cruces viales y el estrecho tramo que hay en dicha intersección, por culpa de varios lotes que cortan la avenida Huamán, causando congestión, riesgo de accidentes para los transeúntes y los propios conductores, siendo este un punto crítico para el tráfico en el distrito Víctor Larco Herrera debido a las principales salidas de la urbanización El Golf y San José de California hacia la avenida Huamán. Por lo expuesto anteriormente, se procedió a realizar la presente investigación en donde se realizará el análisis vehicular con los datos obtenidos del estudio de campo, el modelamiento de la intersección en el software Synchro 11.0 y con esto plantear propuestas de solución al congestionamiento vehicular.

## 1.2 Formulación del problema

¿De qué manera el análisis vehicular podrá influir en las propuestas de solución al congestionamiento vehicular en la intersección de la avenida Huamán con la con la calle 28 de Julio en el distrito Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad?

## 1.3 Objetivos

### ***Objetivo General***

Determinar la influencia del análisis y propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la intersección de la avenida Huamán con la calle 28 de Julio en el distrito Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad

### ***Objetivos Específicos***

- Realizar el conteo vehicular en la intersección de la avenida Huamán con la calle 28 de Julio, basándonos en la metodología del Manual de Capacidad de Carretera HCM-2010.
- Determinar las características geométricas de la intersección de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.
- Determinar la capacidad vial y grado de saturación, demoras y nivel de servicio con la metodología Two-Way Stop Controlled (TWSC) contemplada en el Manual de Capacidad de Carretera HCM-2010.
- Modelar el congestionamiento actual con los parámetros recopilados en campo mediante el uso del Software Synchro 11.0.
- Determinar las alternativas de solución y escoger la más viable en base del análisis del modelamiento del tráfico realizado en el Software Synchro 11.0.

## 1.4. Justificación

La presente investigación se justifica de la siguiente manera:

Académica: se justifica académicamente porque se realizará el estudio y análisis del tráfico en base a lo estipulado en el manual de capacidad de carreteras HCM 2010,

el cual nos proporciona una metodología que puede ser utilizada en cualquier intersección vial, por lo que esta investigación, puede servir como base de información y apoyo para estudios similares posteriores.

**Social:** Se justifica socialmente porque luego del estudio y análisis del tráfico en la Av. Huamán con la calle 28 de Julio, se propondrá alternativas de solución para hacer frente a los problemas de tránsito, mejorando de esta manera el servicio que brinda la infraestructura vial a los usuarios, disminuyendo el riesgo de accidentes y demoras, optimizando el tiempo de viaje, así como contribuyendo al desarrollo social, económico y mejorando la calidad de vida de los pobladores del distrito Víctor Larco.

**Ambiental:** Se justifica ambientalmente porque después de haber realizado el análisis del tráfico y haber planteado las soluciones, estas, además de optimizar el tránsito, tendrán una visión ecológica y sostenible que buscarán combatir la contaminación ambiental con la reducción de emisiones de gases contaminantes.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### *Antecedentes Internacionales*

Gómez, J. y Delgado, D. (2022) en su artículo de investigación y desarrollo titulado **“El congestionamiento vehicular, análisis y propuesta de solución: intersección semaforizada entre Avenidas América y Reales Tamarindos, Portoviejo, Ecuador”** tiene como objetivo analizar el congestionamiento vehicular en la intersección semaforizada de las avenidas América y Reales Tamarindos en la ciudad de Portoviejo, Ecuador. Los resultados obtenidos indicaron una demora de 23.97 seg/veh, que la categorizaron con un nivel de servicio C, localizando los principales problemas en el carril derecho producto de los estacionamientos permitidos en la intersección. El principal aporte de esta investigación es que su metodología utilizada puede ser replicada en cualquier ciudad para poder determinar el grado de satisfacción que brinda una intersección semaforizada y establecer medidas de solución ante el problema de congestión vehicular.

Loor, J., Hernández, E. y Delgado, D. (2021) en su artículo titulado **“Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador”** tiene como objetivo determinar el nivel de servicio en la intersección semaforizada de las avenidas Manabí y América. Se concluyó que en cuanto al nivel de servicio en general, de la intersección semaforizada, se determinó una demora de 33 seg/veh que la clasificó con un nivel de servicio C y que, a pesar de estar dentro de los parámetros aceptables de control de intersecciones, la demora calculada está muy próxima a ser considerada con un nivel de servicio D. El aporte de esta investigación es que nos brinda una metodología de campo detallada, que puede ser utilizada en cualquier otra investigación para determinar el nivel de servicio brindado a los usuarios de las vías.

Ogoño, J. y Orozco, L. (2020) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, **“Análisis del tránsito vehicular en las intersecciones viales en el centro histórico de la ciudad de Loja, determinando el nivel de servicio”** de la

Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca – Ecuador, tuvo como objetivo analizar el tránsito vehicular en las intersecciones del centro de la ciudad de Loja, para determinar su nivel de servicio. Se concluyó que los niveles de servicio en la zona de análisis corresponden a un nivel de servicio tipo C, pero que están próximos a ser tipo D. Asimismo, luego del análisis de las soluciones, el método más óptimo sería el sistema de restricción vehicular denominado “Hoy no circula”, que disminuye el tiempo de traslado en 3 segundos, obteniendo una reducción aproximada del 20% del total de vehículos. El aporte principal de esta investigación es que aparte brindar una metodología para determinar el nivel de servicio en las intersecciones, nos brinda un análisis detallado de las soluciones que se pueden aplicar a este problema.

### ***Antecedentes Nacionales***

León O. (2020) en su trabajo de investigación para optar el título de ingeniero civil titulado: **“Soluciones de tránsito en alta congestión vehicular de intersecciones urbanas”: Una revisión sistemática entre 2010-2020”** tiene como objetivo analizar cada una de las soluciones presentadas para aliviar el congestionamiento vehicular presente en intersecciones urbanas entre los años 2010 y 2020. Se concluyó que, dentro de los años 2010 al 2020, se realizaron una gran cantidad de propuestas de solución para las distintas opciones de solución de tráfico, pero hay un factor de excepcionalidad que indica que no todas las alternativas de solución son la respuesta al problema de congestión en un mismo contexto, ya que hay varios factores atípicos en las vías, por lo que es necesario el análisis de cada uno de los factores para poder llegar a distinguir las falencias de dicha vía. El aporte de la siguiente tesis es el de analizar los distintos tipos de solución posibles para una vía.

Pari A., Malpartida V. y Olave H. (2019), en su artículo titulado: **“Nivel de congestionamiento vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019”** tiene como objetivo determinar el nivel de congestionamiento vehicular de las vías conectadas a la Avenida Bolognesi, que viene a ser una amplia zona comercial en Tacna, siendo en total 11 puntos estudiados en turnos de mañana, tarde y noche, en “horas punta”. Se concluyó que, en algunos puntos comerciales de la zona, el nivel de

congestionamiento que alcanza la avenida Bolognesi es alto, llevando a que se produzca el bloqueo de las líneas del cruce peatonal, como también el bloqueo de la señal de “No bloquear intersecciones”, sobre todo en las intersecciones en las cuales no hay dispositivos de control de tránsito. El principal aporte de la siguiente investigación es el de realizar un análisis de congestión vehicular en una avenida principal en la ciudad de Tacna.

Gálvez M. y Silva B. (2022) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial titulado “**Modelado del tráfico vehicular usando ProModel para disminuir la congestión vehicular en la Av. Mario Urteaga Cuadras 1 hasta 6 de la ciudad de Cajamarca**” tuvo como objetivo general modelar el tráfico vehicular bajo el uso de la herramienta ProModel para disminuir la congestión vehicular presente en la Av. Mario Urteaga desde la cuadra 1 hasta la cuadra 6 de la ciudad de Cajamarca. Se concluyó que, las posibles alternativas de solución presentes para la vía son la aplicación de un programa “Pico y placa” en horarios de alto flujo para los mototaxis de acuerdo a su número de placa, ya que este tipo de unidad vehicular representan el 64% del tráfico vehicular. La segunda opción es retirar las unidades de mototaxis, y la última opción es la aplicación de una oleada verde para los mototaxis, modificando los tiempos de los semáforos. El principal aporte de la siguiente tesis es la búsqueda de alternativas de solución para una vía congestionada en la ciudad de Cajamarca.

## 2.2 Marco Teórico

**Volumen de tránsito:** Es la cantidad de vehículos que circulan por un lugar o sección transversal de una vía o de una calzada mediante un tiempo determinado, esto nos sirve para cuantificar en relación al tiempo y para aproximar el nivel de servicio en la zona de estudio, esto viene a ser la dependencia del número total de vehículos en un determinado tiempo, expresado en la siguiente ecuación:

$$Q = N/T$$

Donde:

- Q= El tiempo por cada Vehículos.

- N= Numero de vehículos.

- T= Tiempo determinado.

### 2.2.1 Sistema de transporte e ingeniería de tránsito.

**Tránsito:** Cal y Mayor & Cárdenas (2018) lo definen como el movimiento y flujo de vehículos que circulan por una calle, una ruta, una autopista o cualquier otro tipo de camino, estudia cualquier actividad que implica transitar por las calles y vías de una ciudad. (p.08)

**Ingeniería de transporte:** La ingeniería de transporte consiste en aplicar principios tecnológicos y científicos a la planeación al proyecto funcional, operación y administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente. Asimismo, la ingeniería de tránsito nace y es parte de la ingeniería de transporte, siendo la etapa donde se lleva a cabo la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por las calles y carreteras.

**Características del tránsito:** En las características del tránsito, se analizan los diversos factores, limitaciones de los vehículos y usuarios, así como elementos de la corriente de tránsito. Además, se investiga la velocidad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones, etc.

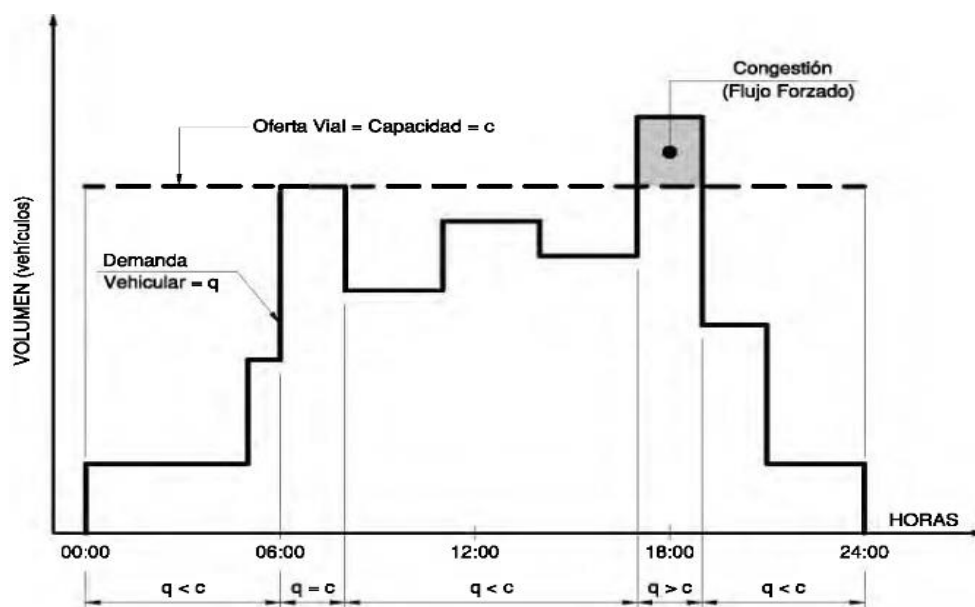
**Relación entre la oferta vial y la demanda:** La Ingeniería de tránsito, define a la demanda vehicular como la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial el cual representa a la oferta vial la misma que se define como la cantidad máxima de vehículos que pueden desplazarse o circular por dicho sistema vial; asimismo, se entiende que dentro de la demanda vehicular se encuentran todos los vehículos que están circulando sobre el sistema vial o que se encuentran en cola esperando circular, en caso de existir problemas de congestión. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018, pp.32-33)



**Patrón urbano:** En los espacios urbanos, siempre se observan movimientos de tránsito voluminosos y densidades considerables. De esta manera, el patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial que se obtiene es que, si la demanda vehicular es menor a la oferta vial, no existirá problema alguno en el manejo del tránsito. Pero, por el contrario, si la demanda vehicular es mayor a la oferta vial, se presentarán los problemas de tránsito, que habrá que analizar y resolver.

### Figura 1

*Grafica de variación de demanda vehicular en una ciudad.*



*Nota.* Tomado de *Ingeniería de Tránsito* (p. 17), por Cárdenas & Cal y Mayor, 2006

**Infraestructura vial:** Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro; asimismo es aquella que define las características de la circulación desde el punto de vista del flujo vehicular. De acuerdo con la infraestructura vial, la clasificación de las estructuras viales es:

- Infraestructura con circulación continua: flujo ininterrumpido
- Infraestructura con circulación discontinua: flujo interrumpido

**Intersección vial:** Se define intersección al área de infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos; es decir, es un espacio donde dos o más carreteras se encuentran o se cortan y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. La intersección varía en complejidad desde un simple cruce, con solo dos caminos que se cruzan entre sí en ángulo recto, hasta intersecciones más complejas (pueden ser intersecciones tipo T, Y, X o estrella).

### 2.2.2 Clasificación de Intersecciones

**Intersección a desnivel:** también denominada paso a desnivel, es una solución de diseño geométrico que posibilita el cruce de dos o más carreteras de diferente nivel con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos posibles de cambio de trayectoria de una carretera a otra con el mínimo de puntos de conflicto posible. Vale mencionar que estas no son muy comunes ya que son demasiado costosas.

**Intersecciones a nivel:** son cruces viales sin ningún tipo de segregación vertical, es decir, no distribuyen el flujo vehicular a diferentes niveles, consecuentemente, presentan conflictos entre vehículos que se cruzan. En este tipo de intersecciones, se distinguen los siguientes tipos:

- **Intersecciones simples:** son aquellas en donde la importancia del tráfico no amerita más que la nivelación del terreno, redondear las esquinas y facilitar la visibilidad, para permitir que los vehículos pasen de un lado a otro.
- **Intersecciones canalizadas:** permiten canalizar el tránsito de manera que el conductor no se le presenten varias decisiones al mismo tiempo. Con las señales adecuadas, como las de control de parada bidireccional (TWSC), metodología que se aplicara en los siguientes capítulos, este tipo de intersecciones puede funcionar de manera óptima y sin conflictos.
- **Intersección rotatoria:** también denominadas comúnmente rotondas, está conformada por un círculo o figura ovalada en la parte central de la intersección, permiten un movimiento circular a su alrededor; asimismo, los accesos a esta deben estar canalizados.

De acuerdo con el número de accesos, las intersecciones a nivel se clasifican en:

- Tipo T: presenta tres accesos o vías.
- Cuatro vías: llamadas también intersección tipo trébol, cuenta con cuatro accesos.
- Intersecciones de vías múltiples: son las que presentan cinco o más accesos o vías.

**Intersecciones semaforizadas:** Estas intersecciones cuentan con estos dispositivos de control de tránsito en todos sus accesos y que sirven para eliminar muchos conflictos, pero debido a que estos conducen a una demora de los vehículos para todos los flujos, es importante que los semáforos se usen solo cuando sean necesarios. Los factores que determinan la necesidad de semáforos en una intersección son:

- Volumen de tránsito
- Volumen de peatones
- Historial de accidentes
- Red carretera

**Intersecciones no semaforizadas:** Son todas aquellas intersecciones que no son controladas por dispositivos electrónicos, como son los semáforos. Para analizar este tipo de intersecciones se utiliza la metodología Two-way Stop Control TWSC, propuesta por el Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010, el cual se base en un modelo en el que se adicionan todos los caminos controlados por señales de parada y glorietas. Para la presente investigación se aplicará dicha metodología ya que éste es el tipo de intersección que se presenta en el área de estudio.

### **2.2.3 Dispositivos de control de tránsito:**

Son todas aquellas señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo que se encuentre instalado sobre o adyacente a una carretera o calle. Todos estos dispositivos tienen la función de guiar, prevenir, regular e informar a los usuarios, transmitiéndoles un

mensaje claro y legible, sobre el correcto desplazamiento y/o actuar mientras se encuentran en la vía. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito, 2016)

### 2.2.3.1 Señales verticales

Son todos los dispositivos que se encuentran al costado o sobre el camino, de manera transversal a la calzada. Su uso es imprescindible en lugares donde el peligro no es evidente.

a) Ubicación: Deben estar ubicadas de tal manera que un usuario que se desplaza a la velocidad máxima permitida en la vía, tenga el tiempo de percibir y reaccionar. Todas estas señales deben estar ubicadas al lado derecho del camino, fuera de las bermas y dentro del cono de atención del usuario.

b) Clasificación:

- Señales Reguladoras

Notifican a los usuarios sobre las limitaciones, prohibiciones, restricciones y autorizaciones existentes en la vía.

Estas se pueden clasificar en: señales de prioridad, prohibición, restricción, obligación y autorización.

#### Figura 2

*Señales de prioridad.*



*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.26), 2016

### Figura 3

Señales de restricción.

R-11	R-11A	R-11B	R-30	R-30	R-30B
R-30C	R-30D	R-30E	R-30F	R-30G	

Nota. Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.29), 2016


















- Señales Preventivas

Tienen la función de advertir a los usuarios, sobre la existencia y naturaleza de riesgos o situaciones imprevistas en la vía, ya sea de forma permanente o temporal.

Se clasifican en: Señales preventivas por características geométricas horizontales de la vía, por características de la superficie de rodadura, restricciones físicas de la vía, intersecciones con otras vías, características operativas de la vía, emergencias y situaciones especiales

**Figura 4**

*Señales preventivas de intersección con otras vías.*

					
P-6	P-6A	P-6B	P-7	P-8	P-9A
					
P-9B	P-10A	P-10B	P-15	P-16A	P-16B
					
P-42	P-43	P-44	P-44A	P-44B	

*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.39), 2016

- Señales Informativas

Tienen el propósito de informar a los usuarios sobre los principales puntos notables, lugares turísticos, arqueológicos e históricos existentes en la vía, así como los principales servicios generales más cercanos.

**Figura 5**

*Ejemplos de señales de dirección.*



*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.51), 2016

**Figura 6**

*Ejemplos de señales de dirección turística.*



*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.51), 2016

### 2.2.3.2 Señales Horizontales

Son todas las marcas conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que están pintadas en el pavimento. Al igual que las señales verticales, tienen la función de regular la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía.

Se clasifican en:

- Marcas planas en el pavimento

Aquí encontramos las líneas de borde de calzada, línea de carril, líneas de pare, línea de cruce peatonal, etc.

**Figura 7**

*Ejemplo de demarcaciones de continuidad de carriles en intersección.*

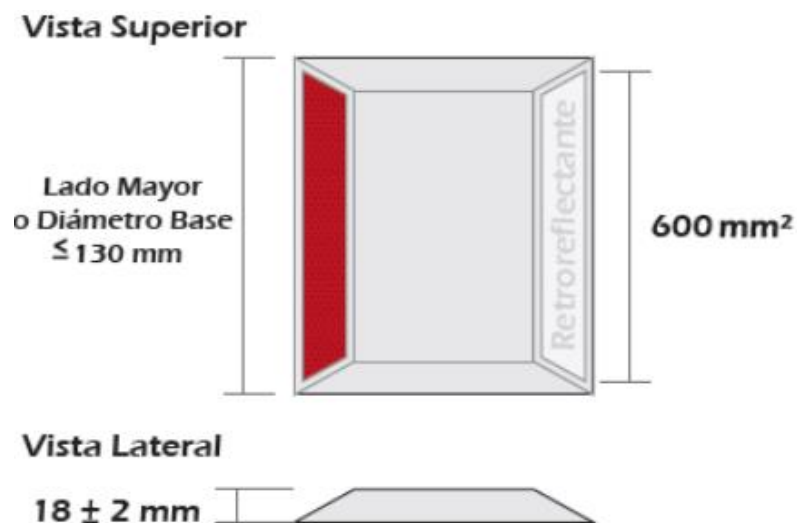


*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.26), 2016

- Marcas elevadas en el pavimento
  - Son delineadores que se colocan a lo largo del pavimento y complementan a las marcas planas del camino.

**Figura 8**

*Ejemplo de Tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”.*



*Nota.* Tomado de *Manual de Dispositivos de control del Tránsito*, (p.321), 2016

## 2.2.4 Problemas de tránsito y su solución.

**Congestión vehicular:** Este problema de tránsito surge principalmente en calles de las ciudades urbanas, y su origen se debe a que la demanda de tránsito es mayor que la capacidad de la calzada de la vía, trayendo como consecuencias tiempos de viajes excesivos.

Según Cal y Mayor & Cárdenas (2018), “se entiende como congestión vehicular la condición en la cual existen muchos vehículos circulando por una vía y cada uno de ellos avanza lenta e irregularmente” (p.52).

### **Factores que intervienen en el problema del tránsito:**

En la actualidad, debido a la gran demanda de servicio de transporte en las ciudades, los sistemas viales en las calles, tienden a trabajar sobre su capacidad y



sobreexplotarse, lo que genera problemas como la congestión vehicular y accidentes. A continuación, se indican algunos factores que intervienen en los problemas de tránsito y que deben ser tomados en cuenta para plantear soluciones a este problema:

- Distintos tipos de vehículos en la misma vía
  - Automóviles diversos
  - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración
- Superposición del tránsito motorizado en vías inadecuadas
  - Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas
  - Aceras insuficientes
- Falta de planificación en el tránsito
  - Calles, pistas, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales.
  - Intersecciones proyectadas con una mala concepción.
  - Incoherencia en el diseño geométrico con los espacios de las vías.
- El automóvil no considerado como una necesidad pública
  - Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.
- Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario
  - Falta de educación vial del conductor, pasajero y peatón
  - Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos.

### **Tipos de solución**

Si la infraestructura vial no cumple con su función y por lo contrario causa la pérdida de vidas y bienes económicos, se tendrá que tomar acciones y solucionar este problema, haciendo el tránsito más seguro y eficiente; Cal y Mayor & Cárdenas (2018), plantean tres tipos de solución que se pueden dar al problema del tránsito:

### **Solución integral**

Actualmente, los vehículos presentan distintas características de velocidad y tamaño, pero por las condiciones de la infraestructura vial, están obligados a circular en carreteras y calles antiguas. La solución integral implica la construcción de nuevas vías,

con nuevos trazos. Pero tiene la desventaja que es demasiado costosa y casi imposible de aplicar ya que implica una renovación urbana completa en las ciudades actuales.

### **Solución parcial de alto costo**

Esta solución implica la modificación de la infraestructura vial actual, obteniendo el mayor beneficio posible. Algunos ejemplos son: ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, estacionamientos públicos y privados, creación de intersecciones a desnivel, etc.

### **Solución parcial de bajo costo**

Esta implica el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes de la infraestructura vial, con la mínima inversión, utilizando al máximo la regulación funcional del tránsito, así como actividades que fomenten la disciplina y educación por parte del trabajo.

### **Volúmenes de tránsito promedios diarios**

Es el cálculo del promedio de vehículos que transitan diariamente todo esto correspondiente al periodo que se tendrá que considerar.

-Tránsito Promedio diario anual

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

-Tránsito promedio diario mensual

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

-Tránsito promedio diario semanal

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

-El tránsito total diario (TTD): se realizará por un conteo total diario.

## **Flujo vehicular**

En el flujo vehicular se tiene como objetivo evaluar el tránsito en las horas pico que recorren en las vías de estudio, pues el flujo vehicular este dado por la cantidad de vehículos que circulan en la calzada. Los vehículos que recorren llegan a ser de una cantidad suficiente para atender a la capacidad y serviciabilidad de la vía, provocando un congestionamiento vehicular. Para generar una propuesta viable y eficiente en busca de una solución vial es necesario conocer las características y comportamiento del sistema de transportes, teniendo en consideración un análisis de flujo expresada en la siguiente ecuación.

$$q = V \times k$$

Donde:

- k= Concentración o densidad
- q= Tasa de flujo
- V= velocidad

## **Datos Geométricos**

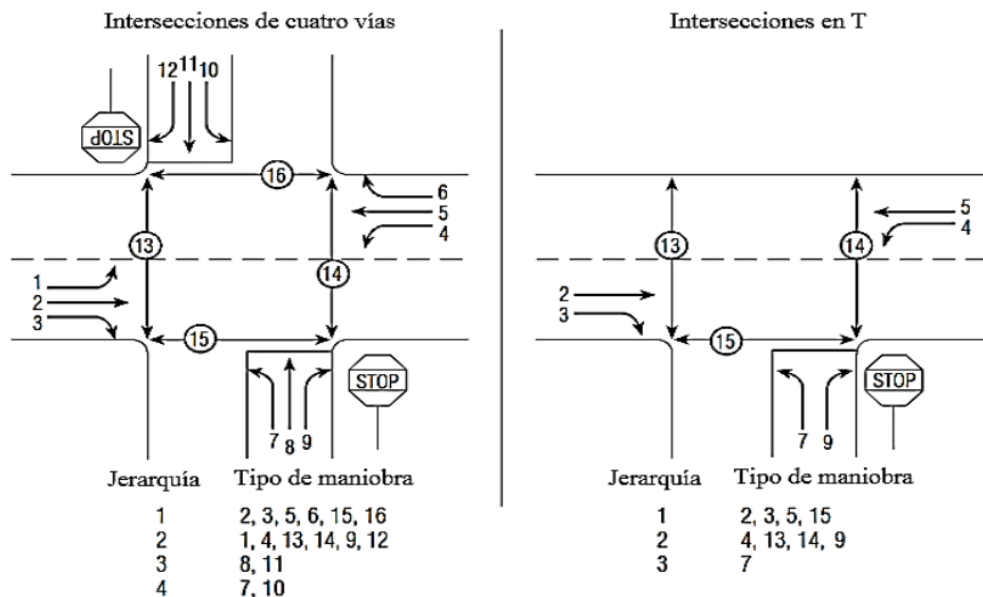
Para iniciar el análisis, se necesitan descripciones detalladas de la geometría, el control y los volúmenes de la intersección en estudio. Los factores geométricos clave incluyen el número y uso de los carriles, carriles de dos vías con giro hacia la izquierda, carriles para discapacitados, la calidad de enfoque y existencia de acercamientos ensanchados en la calle menor. Asimismo, el analista debe dividir todos los volúmenes de tráfico por hora del factor de hora pico, antes de comenzar con los cálculos.

## **Determinación de niveles de conflicto**

En la siguiente imagen, se puede observar el flujo de tráfico en dos intersecciones sin semáforos, pero controladas por señales de parada.

## Figura 9

Flujo de tráfico en dos intersecciones.



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

En los movimientos de gran prioridad se deben utilizar algunos de los espacios mostrados por los movimientos de menor prioridad. Los derechos de paso y parada se realizan como se detalla a continuación:

- La jerarquía 1 debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 2, 3 y 4.
- La jerarquía 2 debe ceder ante la jerarquía 1 y debe tener libre derecho de paso frente a la jerarquía 3 y 4
- La jerarquía 3 debe ceder ante la jerarquía 1 y 2 y debe tener libre derecho de paso frente a la jerarquía 4
- La jerarquía 4 debe ceder ante la jerarquía 1, 2 y 3.

Los distintos movimientos de flujo del tráfico y vehicular, generan espacios, los cuales se calcularán como flujos de conflictos, aplicando la metodología de Two-Way Stop Controlled – TWSC.

### Intervalos críticos y tiempos continuos

El intervalo crítico es el tiempo medido en segundos, entre dos vehículos consecutivos moviéndose en la misma dirección del mismo camino. El Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) lo define como: “el tiempo, en segundos, para que la parte delantera de un segundo vehículo consecutivo pueda llegar al punto de partida de la parte delantera del primer vehículo”. Asimismo, el intervalo crítico  $t_{cx}$ , para un movimiento determinado, es definido como el intervalo mínimo promedio aceptado el cual permite entrar a la intersección para un vehículo de la calle secundaria y es calculado con la siguiente ecuación:

$$t_{cx} = t_{cb} + (t_{cHV} \times P_{HV}) + (t_{CG} \times G) - t_{cT} - t_{3LT}$$

Donde:

$t_{cx}$  = intervalo crítico para cada movimiento x (s)

$t_{cb}$  = intervalo crítico base (s) (*obtenido del anexo 1*)

$t_{cHV}$  = factor de ajuste para vehículos pesados (s)

$P_{HV}$  = proporción de vehículos pesados

$t_{CG}$  = factor de ajuste para pendiente

G = pendiente, decimal o porcentaje/100

$t_{cT}$  = factor de ajuste para intervalo aceptado en 2 etapas o fases

$t_{3LT}$  = factor de ajuste por geometría de la intersección

El tiempo continuo  $t_{fx}$  para un movimiento determinado es el tiempo mínimo promedio aceptado entre la salida de un vehículo de la calle secundaria y la salida de un segundo vehículo usando el mismo intervalo. El tiempo continuo es calculado bajo supuesto de cola continuo y para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$t_{fx} = t_{fb} + (t_{fHV} \times P_{HV})$$

Donde:

$t_{fx}$  = tiempo continuo para movimientos x (s)

$t_{fb}$  = tiempo continuo base, (s) (*obtenido del anexo 1*)

$t_{fHV}$  = factor de ajuste para vehículos pesados (s)

$P_{HV}$  = proporción de vehículos pesados

### Capacidad potencial

La capacidad potencial de un movimiento se denota como  $c_{px}$  y asume que todos los espacios disponibles son usados por los movimientos vehiculares actuantes. Asimismo, es estimada usando modelos de espacio aceptado y asumiendo que cada movimiento opera fuera de un carril exclusivo.

La capacidad potencial, según el modelo de intervalo aceptado, para un movimiento determinado es calculada con la siguiente expresión:

$$c_{px} = v_{cx} \left[ \frac{e^{-(v_{cx} * t_{cx} / 3600)}}{1 - e^{-(v_{cx} * t_{fx} / 3600)}} \right]$$

Donde:

$c_{px}$  = capacidad potencial de movimiento x, (veh/h)

$v_{cx}$  = tasa de flujo de conflicto para un movimiento x (veh/h)

$t_{cx}$  = intervalo crítico para cada movimiento x, (s)

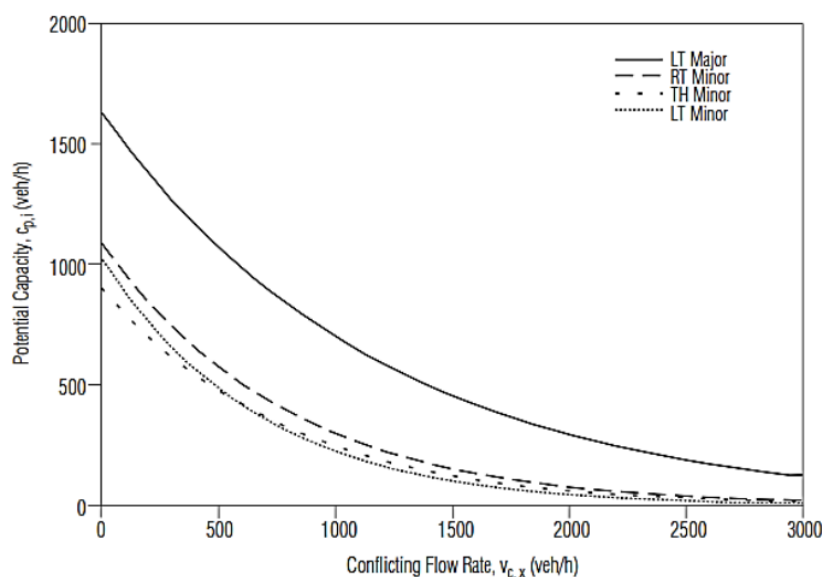
$t_{fx}$  = tiempo continuo para movimientos x, (s)

### Capacidad de movimiento

La capacidad de movimiento  $c_{px}$ , de los movimientos de la calle secundaria, se observa en la siguiente figura, en esta se muestra la aplicación de la fórmula anterior de la capacidad potencial para dos carriles en veh/h.

**Figura 10**

*Aplicación potencial para dos carriles.*



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

**Capacidad de carriles compartidos**

Si movimiento en exceso comparten el mismo carril y no pueden detenerse a un lado de la línea de parada, es necesario juntar algunos movimientos y reajustar a las nuevas condiciones; para calcular esta capacidad reajustada de carriles compartidos se ocupa la siguiente expresión:

$$C_{SH} = \frac{\sum V_y}{\sum \left( \frac{V_y}{C_{my}} \right)}$$

Donde:

$C_{SH}$  = capacidad de carril compartido, (veh/h)

$v_y$  = radio de flujo, movimiento "y" compartiendo carril con otros flujos secundarios

$C_{my}$  = capacidad de movimiento "y", compartiendo carril con otros flujos secundarios

### Aproximaciones en la calle principal

Cuando no existe un carril de giro exclusivo a la izquierda, los demás movimientos de tráfico de la calle principal podrían conllevar a demoras por los vehículos que esperan aceptar un intervalo para girar a la izquierda. Las probabilidades de los movimientos 1 y 4, (jerarquía 2) serán calculadas con las ecuaciones:

$$p_{vj}^* = 1 - \frac{1 - p_{vj}}{1 - \left( \frac{v_{i1}}{s_{i1}} + \frac{v_{i2}}{s_{i2}} \right)}$$

$$p_{vj}^* = 1 - \frac{1 - p_{vj}}{1 - (q_{i1} \times t_{Bi1}) - (q_{i2} \times t_{Bi2})}$$

Donde:

$p_{vj}$  = probabilidad de estado de cola libre para los movimientos j

j = movimientos 1 y 4 (giro a la izquierda en la calle principal)

i1 = movimientos 2 y 5 (sentido de frente en la calle principal)

i2 = movimientos 3 y 6 (giro a la derecha en la calle principal)

$s_{i1}$  = tasa de flujo de saturación para los flujos con sentido de frente en la calle principal, veh/h

$s_{i2}$  = tasa de flujo de saturación para los flujos con giro a la derecha en la calle principal, veh/h

$v_{i1}$  = flujo con sentido de frente en la calle principal, veh/h

$v_{i2}$  = flujo con giro a la derecha en la calle principal, veh/h

$q_{i1}$  = volumen de flujo i1, veh/h

$q_{i2}$  = volumen de flujo i2, veh/h

$t_{Bi1}, t_{Bi2}$  = tiempo continuo requerido por un vehículo en el flujo i1 o i2, (s)

### Demoras

La demora total se define como la diferencia entre el tiempo de viaje actual experimentado y el tiempo de viaje referencial que resultaría de las condiciones de base, fuera de accidentes, demora geométrica, control de tráfico o congestión vehicular. Una porción de la demora total se atribuye al control de medidas, señales de pare o cualquier



otra que es posible cuantificar. Esta demora es la llamada demora controlada y la ecuación que muestra la demora, pero solo en condiciones que la demanda sea menor que la capacidad para un periodo de análisis, es la siguiente:

$$d_x = \frac{360}{C_{mx}} + (900 \times t) \left[ \left( \frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right)^2 + \frac{\left( \frac{369}{C_{mx}} \right) \left( \frac{V_x}{C_{mx}} \right)}{450 \times T}} \right] + 5$$

Donde:

$d_x$  = demora controlada, seg/veh

$V_x$  = tasa de flujo para un movimiento x, s/veh

$C_{mx}$  = capacidad de movimiento x, veh

T = periodo de tiempo de análisis, h (T=0.25 para un periodo de 15 minutos)

La demora total de la intersección se calcula desarrollando el promedio de las demoras en todos los movimientos de la intersección, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$d_t = \frac{\sum(v_x \times d_x)}{v_t}$$

Donde:

$d_t$  = demora total en la intersección (s/veh)

$v_x$  = volumen de cada movimiento (veh/h)

$d_x$  = demora de cada movimiento (s/veh)

$v_t$  = volumen total de la intersección (veh/h)

## Niveles de servicio

El criterio para el nivel de servicio (Level Of Service, LOS) se determina por el retraso de control calculado y se define para cada movimiento menor ya que no está definido para la intersección como un todo. En la siguiente tabla se muestran los criterios para los niveles de servicio.

**Tabla 1**

*Criterios de niveles de servicio.*

LOS (Level of Service)	Demoras (seg/veh)	Descripción General
A	0 – 10	Velocidad de flujo libre en 90%
B	> 10 – 20	Velocidad de flujo libre en 70%
C	> 20 – 35	Velocidad de flujo libre en 50%
D	> 35 – 55	Velocidad de flujo libre en 40%
E	> 55 – 80	Velocidad de flujo libre en 33%
F	> 80	Flujo en la calle velocidades muy bajas

*Nota. Adaptado de Highway Capacity Manual HCM– 2010, 2010*

### 2.3. Marco Conceptual

- **Área Urbana:** Porción geográfica altamente poblada y construida por el hombre, caracterizada por tener gran cantidad de zonas residenciales, comercios, empresas e industrias, pero en donde también existen muchas desigualdades sociales.
- **Avenida:** Vía de una ciudad que tiene gran importancia y anchura, por lo general es de doble sentido y suele ser más amplio que el resto de calles, por tal, tiene un mayor flujo de tráfico.
- **Calle:** Vía de una zona urbana por la que transitan vehículos y peatones, generalmente tiene 1 o dos sentidos de circulación y su calzada suele ser pavimentada.
- **Calzada:** Parte de la vía que se encuentra entre dos aceras o veredas, la cual está destinada al tránsito de vehículos y que de acuerdo con su tamaño esta dividida en carriles.
- **Congestión:** Problema de tráfico en calles y avenidas de una ciudad, que ocurre cuando la demanda vehicular es mayor que la oferta vial lo que causa que los vehículos avancen de manera lenta e irregularmente.
- **Conteo Vehicular:** Se define como la acción de cuantificar la cantidad de vehículos que pasan por un determinado punto y a partir de este, determinar el volumen vehicular de una vía.
- **Demanda vehicular:** Se refiere a la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por una vía.
- **Demora:** Se define como el retraso en el cumplimiento de una obligación, en vías, este es causado por el congestionamiento u otros agentes que no pueden ser controlados por los usuarios de la vía.
- **Flujo Vehicular:** Es el número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía por unidad de tiempo.
- **Geometría Vial:** Son todas las características propias de una vía, como por ejemplo la velocidad de diseño, ancho de calzada, distancia de visibilidad, radios mínimos, pendientes, etc.

- **Geometría vehicular:** Se refiere a todas las características propias de cada vehículo como, por ejemplo, el peso, ancho, largo, alto, capacidad, etc.
- **Hora Pico:** Se refiere al periodo de tiempo en el que circulan la mayor cantidad de vehículos por una vía y que generalmente en este tiempo se originan las congestiones.
- **Intersección:** Es un área correspondiente a la infraestructura vial y de transporte, donde se cortan o encuentran dos o más caminos y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta.
- **Oferta vial:** Es la capacidad o cantidad máxima de vehículos que pueden desplazarse o circular en óptimas condiciones por una vía, la cual depende directamente del número de carriles y las velocidades de desplazamiento.
- **Señales de Tránsito:** Son dispositivos y/o marcas instaladas a lo largo de una vía, las cuales tienen como objetivo determinar los límites y prohibiciones, transmitiendo ordenes específicas a los usuarios de la vía y la violación de una de estas señales puede ser sancionable con una multa.
- **Tránsito:** Se refiere a el movimiento o flujo de vehículos que circulan por un camino o vía en un determinado sentido, con el propósito de trasladarse hacia otro lugar.
- **Tráfico:** En ingeniería vial, se refiere al gran volumen de tránsito que circula por una vía, ya sea de una manera fluida o no.
- **Velocidad:** Es una magnitud vectorial que expresa la relación del espacio recorrido por un objeto entre el tiempo empleado para ello y su dirección.
- **Volumen de tránsito:** Se refiere a la cantidad de vehículos que pasan por un determinado punto durante un intervalo de tiempo.

## **2.4. Sistema de Hipótesis, Variables e Indicadores**

### ***Hipótesis***

Si se realiza un análisis vehicular en la intersección de la avenida Huamán con la calle 28 de julio, se podrá detallar los problemas de la zona, sus principales causas y consecuencias, pudiendo dar propuestas de solución a la zona de estudio.

### ***Variables dependientes e independientes***

#### **Variable dependiente**

x1 = El análisis vehicular en la intersección de la avenida Huamán con la calle 28 de Julio.

#### **Variable Independiente**

y1 = Las propuestas de solución al congestionamiento vehicular de la intersección avenida Huamán con la calle 28 de Julio.

**Operacionalización de Variable****Tabla 2.***Operacionalización de variables.*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumento de investigación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>El análisis vehicular en la intersección de la avenida Huamán.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación debido al alto índice de vehículos en la vía que generan alteración en la circulación vehicular e interferencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación vehicular.</li> <li>Estudio de tráfico.</li> <li>Nivel de congestiónamiento vehicular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aforo vehicular.</li> <li>Conteo vehicular.</li> <li>Conteo de señales de tránsito.</li> <li>Nivel de servicio de la intersección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje.</li> <li>Unidad.</li> <li>Unidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ficha de conteo vehicular.</li> <li>Cronometro.</li> <li>Manual de capacidad de carreteras.</li> <li>Manual sobre de elementos de regulación de tráfico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las propuestas de solución al congestionamiento vehicular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se propone resolver un problema de embotellamiento automovilístico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimación del tráfico.</li> <li>Plano de geométrico vial urbano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores del software Synchro 11.0, con el modelamiento a las propuestas la solución.</li> <li>Geometría vial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/N.</li> <li>Metros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software Synchro 11.0.</li> <li>AutoCAD, Civil 3D.</li> </ul>

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y Nivel de Investigación

##### *Tipo de Investigación*

###### **De acuerdo a la orientación y finalidad:**

El tipo de investigación, de acuerdo a su orientación es aplicada, ya que se busca desarrollar nuevos conocimientos a partir de teorías existentes y normas ya establecidas, permitiendo de esta manera, brindar una propuesta de solución a la problemática del congestionamiento vehicular.

###### **De acuerdo a la técnica de contrastación:**

El tipo de investigación, de acuerdo a la técnica de contrastación es descriptiva, ya que el principal objetivo es describir la problemática real del tránsito vehicular en la intersección de la av. Huamán con la calle 28 de Julio y plantear una propuesta de solución, mas no de indagar por qué se ha originado esta problemática.

#### 3.2. Población y Muestra de estudio

##### *Población*

La población está compuesta por los vehículos que circulan por la avenida Huamán con la calle 28 de Julio, en el distrito de Víctor Larco Herrera.

##### *Muestra*

La muestra del presente estudio es el grupo de vehículos que circulan por la intersección en cada hora punta en la intersección de la avenida Huamán con la calle 28 de julio, en el distrito de Víctor Larco Herrera, región de La Libertad.

#### 3.3. Diseño de Investigación:

##### *Diseño de Contrastación*

El diseño de contrastación es cuantitativo ya que para desarrollar la investigación se realizará un conteo del aforo vehicular, así como un análisis

estadístico del mismo; pero también se considera cualitativa, ya que los resultados de esta investigación, como son los niveles de servicio, se basan en valores subjetivos dados por los usuarios de la vía.

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

#### ***Método***

El método para recolectar toda la información requerida como: la geometría vial, el aforo vehicular, conteo de señales de tránsito, será la cuantificación directa en campo, luego, con la información obtenida, se realizará el procesamiento ingresando los datos al programa Synchro 11.0, completando así el modelamiento de la intersección, para posteriormente realizar el análisis del tráfico vehicular, obtener el nivel de servicio y presentar una propuesta de solución viable para optimizar el tránsito en la intersección de la Av. Huamán con la calle 28 de Julio.

#### ***Técnicas***

- Resultados de información de datos.
- Análisis logrados de la investigación.
- Recopilación de información.

#### ***Instrumentos de Recolección de Datos***

- Google Earth.
- Google Maps.
- Ficha de clasificación y conteo vehicular.
- Conteo de señales de tránsito.
- Synchro 11.0, con su respectivo manual.
- Guías y manuales nacionales.
- Medición con wincha.

#### ***Obtención de datos en campo***

#### ***Ubicación del área de estudio***

El área de estudio se encuentra en el departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, distrito de Víctor Larco Herrera, en la intersección de la Av. Huamán con



la calle 28 de Julio, en las coordenadas 9100030.1 S; 716034.9 W. VER ANEXO 02

### ***Recolección de datos***

Esta es una de las etapas más importantes dentro de cualquier investigación, de su correcto desarrollo depende la calidad de los resultados que se puedan obtener. Así, en la presente investigación, para el aforo vehicular se utilizó equipo de videograbación, para poder visualizar detalladamente el comportamiento del flujo vehicular en la intersección, con el objetivo de contabilizar los datos del aforo vehicular con el mínimo de error en el proceso de conteo.

### ***Registro del tránsito vehicular***

Para el registro y recolección del aforo vehicular, se realizó un conteo mecánico apoyado en equipo fotográfico y de video, ya que en primera instancia se optó por realizar el conteo manual in situ, pero se observó un alto porcentaje de error ya que los vehículos circulaban rápidamente y en masa. Por lo que se optó por colocar un equipo de grabación en la esquina Suroeste, de donde el radio de visibilidad era suficiente para observar toda la intersección.

Se inicio con la instalación del equipo el día domingo 29 de enero del 2023, empezando la grabación a las 7:30 hasta las 8:30, luego se volvió a grabar a las 13:30 hasta 14:30 y finalmente desde las 18:30 hasta las 19:30. Repitiendo estos horarios durante los siguientes 7 días que se realizó las grabaciones, culminando el 04 de febrero del 2023. El motivo de los horarios escogidos para realizar las grabaciones, se debe a que son estas las horas pico y más representativas del tránsito, en donde se observa un mayor flujo vehicular, debido a que en estas horas la población sale a realizar sus actividades cotidianas y por la tarde regresan a sus hogares.

### ***Condiciones del tránsito en el área de estudio***

Como condiciones del tránsito que se pudo observar, tenemos:

- Existe un alto porcentaje de vehículos ligeros
- El transporte público urbano hace que las demoras aumenten al detenerse donde no les corresponde, ocasionando congestionamiento.

- Se observó que el desplazamiento vehicular se da en los cuatro sentidos, de Norte a Sur, de Sur a Norte, de Este a Oeste y de Oeste a Este, obteniendo así cuatro accesos a la intersección.

### **Aforo vehicular**

El aforo vehicular se realizó en intervalos de 15 minutos, durante 7 días en los horarios establecidos y mencionados anteriormente. A su vez, se tuvo en cuenta la clasificación de los tipos de vehículos de acuerdo a su categoría, para el cual nos basamos en la clasificación del Manual de Diseño de Carreteras DG-2018.

### **Geometría vehicular**

La longitud y ancho de los vehículos que circulan por la intersección en estudio, fueron tomados de las medidas estándares que nos brinda el Manual de Diseño de carreteras 2018, ya que con esta misma metodología se habían clasificado estos vehículos. Asimismo, estas medidas fueron ingresadas en la opción Vehicle Parameters, en el programa Synchro 11.0.

**Tabla 3**

*Medidas de vehículos liviano y pesado.*

Vehículo/medidas	Longitud (m)	Ancho (m)
Vehículo Liviano	5.80	2.10
Vehículo Pesado	13.20	2.60

Nota. Adaptado de *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*, (p.27).

### **Velocidad de Operación**

Según el Manual de Diseño de Carreteras, es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito. Para la presente investigación, se eligió como vehículo representativo un auto promedio, ya que fue el que tenía mayor presencia durante el estudio. Se midió con un cronometro el tiempo necesario que le toma recorrer la distancia de entrada a la intersección, obteniendo así la velocidad de operación, la cual fue ingresada en la opción de Lane Settings, del programa Synchro 11.0

### ***Geometría vial***

La longitud y ancho de la Av. Huamán y la calle 28 de Julio fueron medidas in situ y por tramos, realizando tres medidas que luego fueron promediadas para de esta manera disminuir el error. De igual forma, estos datos fueron ingresados al software en el apartado de Lane Settings.

### ***Características viales de la intersección***

En cuanto a las características viales de la intersección, se observó si existen señales verticales y horizontales, pero se encontró que no hay ninguna señal vertical como pare o ceda el paso y solo se logró distinguir unas marcas deterioradas de paso de cebra en el sentido de la Av. Huamán.

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

- Reconocimiento del área de estudio
- Recolección de datos de la intersección (características geométricas, conteo de señales de tránsito, aforo vehicular) según el Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras y Manual de Dispositivos de Control del Tránsito.
- Contabilización y clasificación del aforo vehicular
- Modelamiento del tránsito actual de la intersección en el software Synchro 11.0
- Determinación del nivel de servicio de la intersección según la metodología contemplada en el Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010.
- Planteamiento y evaluación de propuestas de solución para optimizar el tránsito y mejorar el nivel de servicio de la intersección.
- Elección de la propuesta de solución más factible, viable y que se acomode a las condiciones de la intersección.
- Modelamiento de la propuesta de solución en el software Synchro 11.0 para simular y observar el comportamiento del tráfico aplicando esta propuesta de solución.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Propuesta de mejora para la intersección en estudio

Se pudo observar en los resultados, la intersección presenta un pésimo nivel de servicio (F), debido a que presenta una demora promedio de 149.4 seg/veh y una relación de volumen/capacidad de 1.5, el cual nos indica que la oferta vial de la intersección está completamente saturada, y no puede cubrir la demanda vehicular que se presenta todos los días.

Para solucionar este problema y tratar de optimizar el flujo vehicular de la intersección, se planteó las siguientes propuestas de solución:

**Tabla 4**

*Propuestas de solución.*

<b>Propuestas de solución para optimizar el flujo vehicular</b>	
Propuesta 1	Implementar una rotonda
Propuesta 2	Realizar una intersección a desnivel
Propuesta 3	Modificación de la geometría de la intersección
Propuesta 4	Implementar semáforos
Propuesta 5	Realizar mejoramiento de señalización vertical y horizontal
Propuesta 6	Restringir el ingreso de vehículos pesados y movimientos en la intersección

#### ***Propuesta 1: Implementar una rotonda***

Según el Manual de Carreteras el Diseño Geométrico (2018) los criterios mínimos para implementar una rotonda.

**Tabla 5**

*Criterios mínimos para una rotonda.*

Descripción	Magnitud (m)
Diámetro mínimo de la isla central	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito	50

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, (p. 246)

Con las condiciones y medidas que se cuenta en la intersección, esta propuesta no es factible, debido a que no se cumple con las medidas mínimas para la rotonda.

### ***Propuesta 2: Realizar una intersección a desnivel***

De acuerdo con el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico (2018) especifica que *“La longitud mínima de entrecruzamiento deber ser mayor o igual a 75 metros” (p.257).*

Esta propuesta tampoco es factible, debido a que las medidas que se tiene en la intersección no son lo suficientemente para cumplir con lo especificado en el Manual de Carreteras DG-2018.

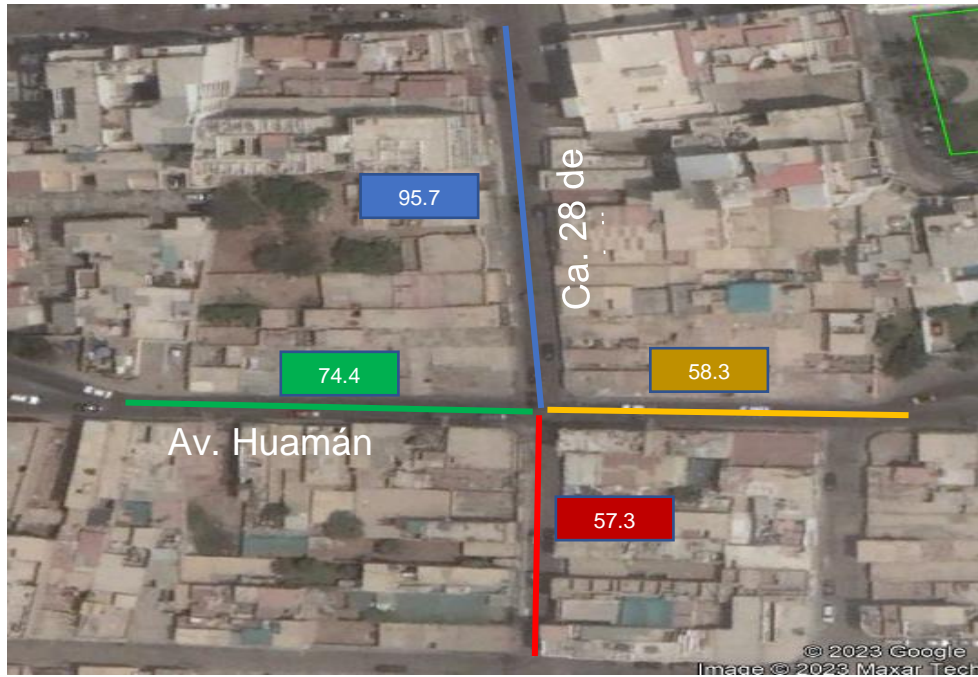
### ***Propuesta 3: Modificación de la geometría de la intersección***

Se podría plantear la modificación de la geometría vial que tiene la intersección, como el ensanche de carriles y veredas, implementación de más carriles; pero tampoco se puede realizar ya que la calzada a lo largo de dos cuadras tiene una reducción en más de un 50% debido a la invasión de algunos lotes que colindan con la Av. Huamán y retirarlos sería un proceso judicial relativamente costoso y con pérdida de tiempo bastantes prolongados.

### ***Propuesta 4: Implementación de semáforos***

Para poder implementar semáforos que controlen el tránsito en todos los sentidos, según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito (2016) señala que: *“Sus indicaciones deben distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 metros en condiciones atmosféricas normales; tratándose de flechas direccionales, estas deben distinguirse desde una distancia mínima de 60 metros”(p.371).* Pero, en la intersección que estamos estudiando, las distancias de visibilidad no superan los 100 metros, debido a esto implementar semáforos de control no sería una opción recomendable, Además, como se mencionó anteriormente, por la invasión de lotes adyacentes a la calzada, en algunos tramos de la intersección no existen veredas o estas son demasiado pequeñas, impidiendo la colocación de semáforos.

**Figura 11**  
*Distancia de intersección.*



**Figura 12**  
*Medida de Vereda.*



***Propuesta 5: Realizar mejoramiento e implementación de señalización vertical y horizontal***

Señales verticales:

En la intersección no existe ninguna señal vertical, de modo que se puede implementar señales reguladoras de prohibición, como el prohibido estacionar (R-27), la no circulación de vehículos de carga y buses (R-19 y R-25C) y no girar a la izquierda o derecha según corresponda (R-6 y R-8).

Señales horizontales:

Las marcas en toda la calzada de la intersección se encuentran deterioradas, debido a esto se requiere repintar las líneas de separación de carriles, central y de cruce peatonal, de igual manera implementar flechas de giro a la izquierda o derecha según corresponda, como también las líneas de pare.

***Propuesta 6: Restringir el ingreso de vehículos pesados y movimientos en la intersección***

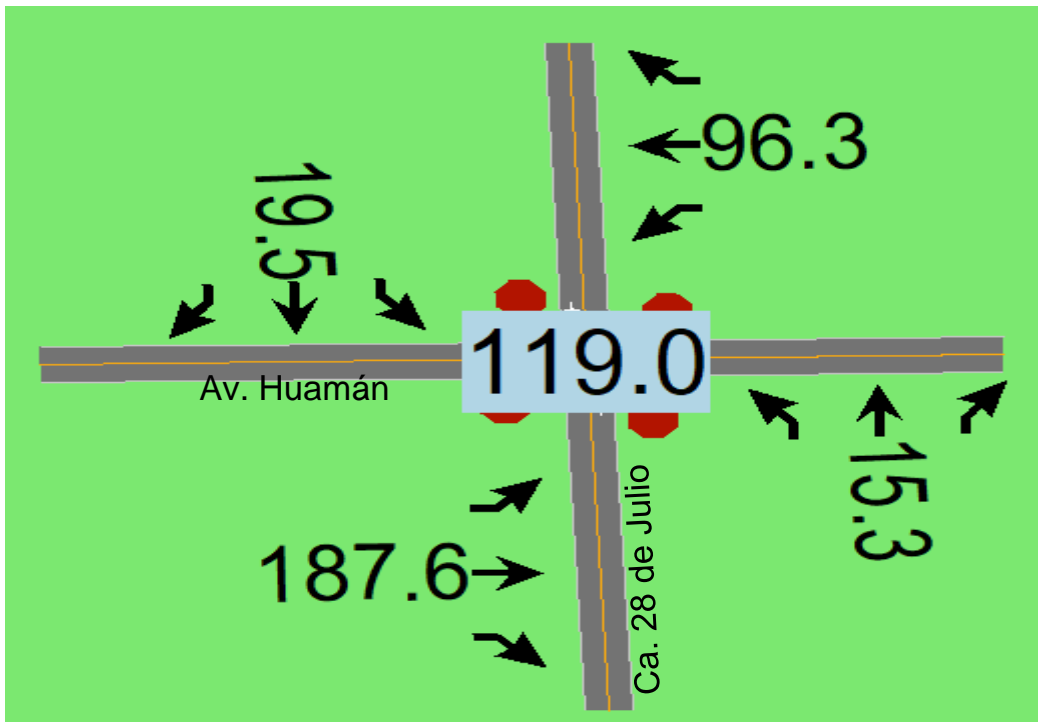
Según el conteo vehicular realizado, en la intersección se tiene un 8% de vehículos pesados del total del vehículos por hora que circulan de este a oeste por la av. Huamán y un 5% que pasan en sentido contrario, siendo estos los causantes de parte de la demora en el flujo de la intersección, por lo que se propone restringir el ingreso de estos vehículos en la intersección, desviándolos por otras rutas alternas que aparentan ser más largas pero que no cuentan con tránsito fluido, de tal modo que no habría problemas de demoras.

**Figura 13**  
*Ruta alternativa para vehículos pesados.*



Pero, aplicando esta medida solo se disminuye en un 20% las demoras y el nivel de servicio de la intersección no mejora.

**Figura 14**  
*Demoras de la intersección sin vehículos pesados.*





Se evaluó también, restringir algunos movimientos en la intersección, debido a que se observó que, al momento de realizar giros a la derecha e izquierda, se originan la gran mayoría de conflictos y con esto las demoras en los movimientos. Por lo que se propuso lo siguiente:

En la Av. Huamán de este a oeste, restringir el giro a la derecha. Y para realizar este movimiento, los vehículos tendrían que tomar otras rutas alternas, por la av. Cesar Vallejo o la ruta que evite el giro a la derecha, ya que es este el movimiento que más demoras origina.

**Figura 15**

*Ruta alterna – 1.*



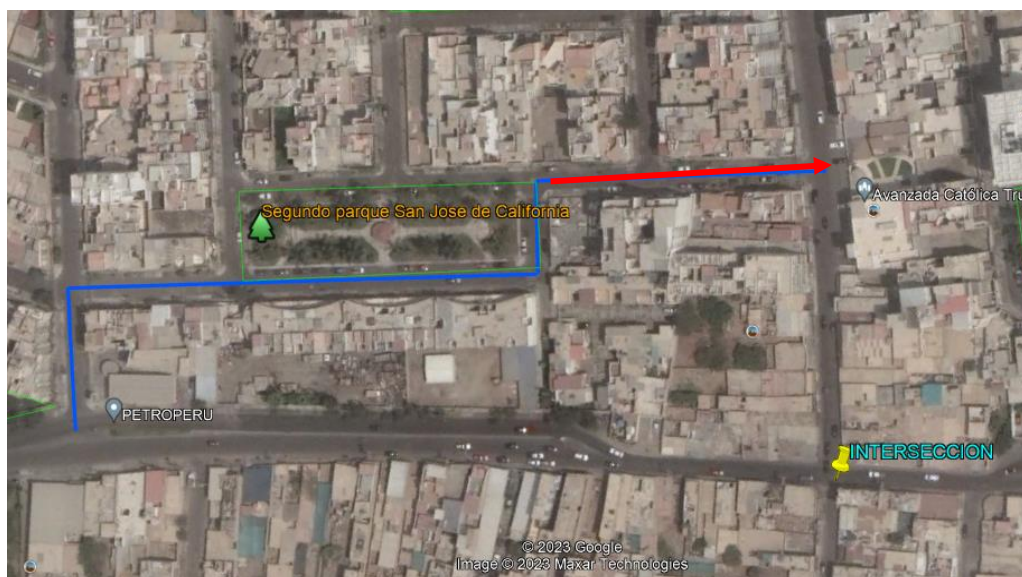
**Figura 16**

*Ruta alterna – 1.*



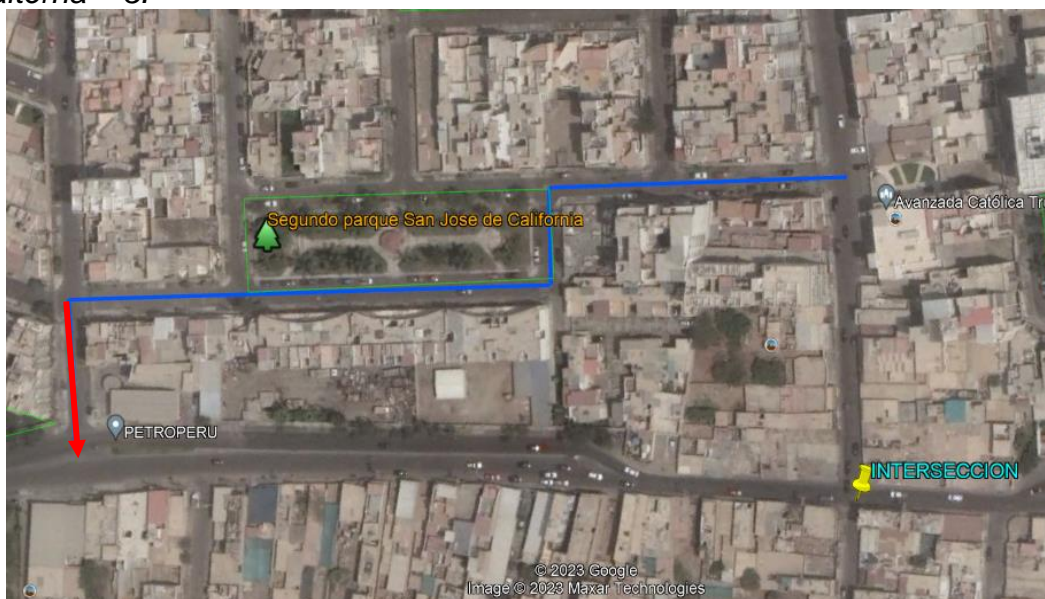
En la Av. Huamán de oeste a este, se restringirá el giro a la izquierda. Para realizar este movimiento, los vehículos tienen que anticiparse y tomar la ruta alterna ubicada por el parque San José de California, llegando a la calle 28 de Julio, asimismo, es preciso aclarar que este acceso en la actualidad se encuentra restringido, pero se puede habilitar con una ordenanza municipal.

**Figura 17**  
*Ruta alterna – 2.*



En la calle 28 de Julio de norte a sur, se restringirá el giro a la derecha. Para realizar este movimiento, los vehículos tienen que anticiparse y tomar la ruta alterna ubicada en el parque San José de California, llegando a la Av. Huamán.

**Figura 18**  
*Ruta alterna – 3.*



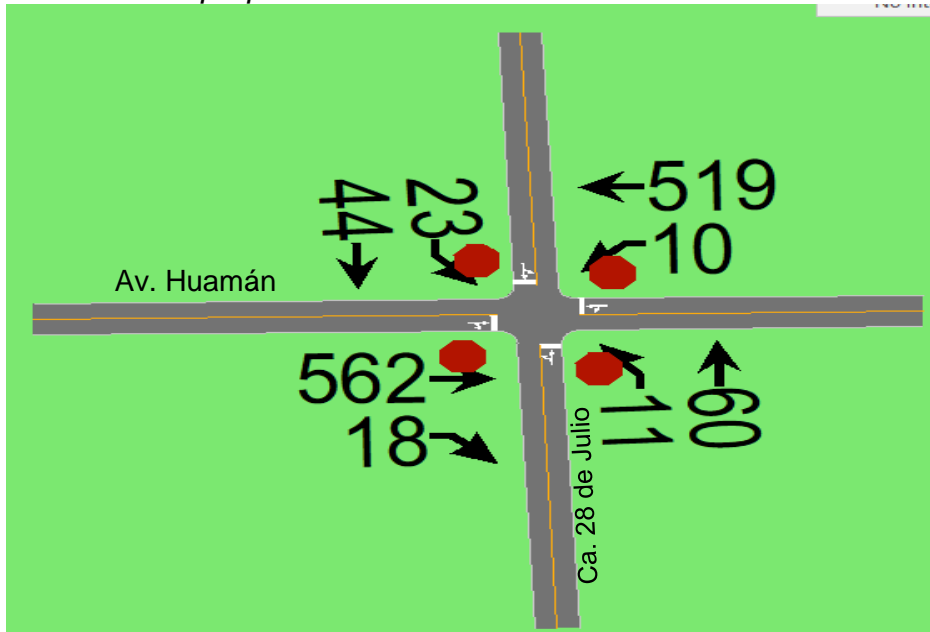
En la calle 28 de Julio de sur a norte, se restringirá el giro a la derecha. Y para realizar este movimiento, los vehículos tienen que anticiparse y tomar la ruta alterna que pasa por la plaza de Armas de Huamán, llegando a la Av. del mismo nombre.

**Figura 19**  
*Ruta alterna – 4.*



Se modeló esta propuesta en el software Synchro 11.0, tomando en cuenta los mismos datos del aforo vehicular, respecto al día de máxima demanda que fueron utilizados para la obtención del nivel de servicio de la intersección, de esta manera, se obtuvo un resultado favorable, disminuyendo las demoras y un mejor nivel de servicio de la intersección, siendo esta la propuesta más factible para la intersección.

**Figura 20**  
Modelamiento de la propuesta de solución.

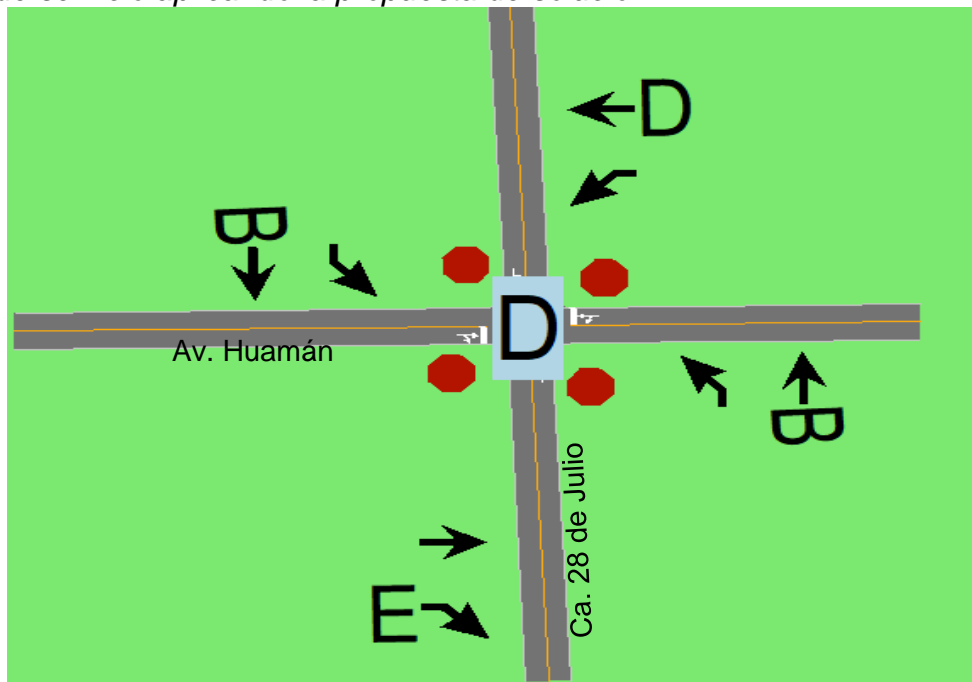


**Figura 21**  
Tiempo de demora con la propuesta de solución.

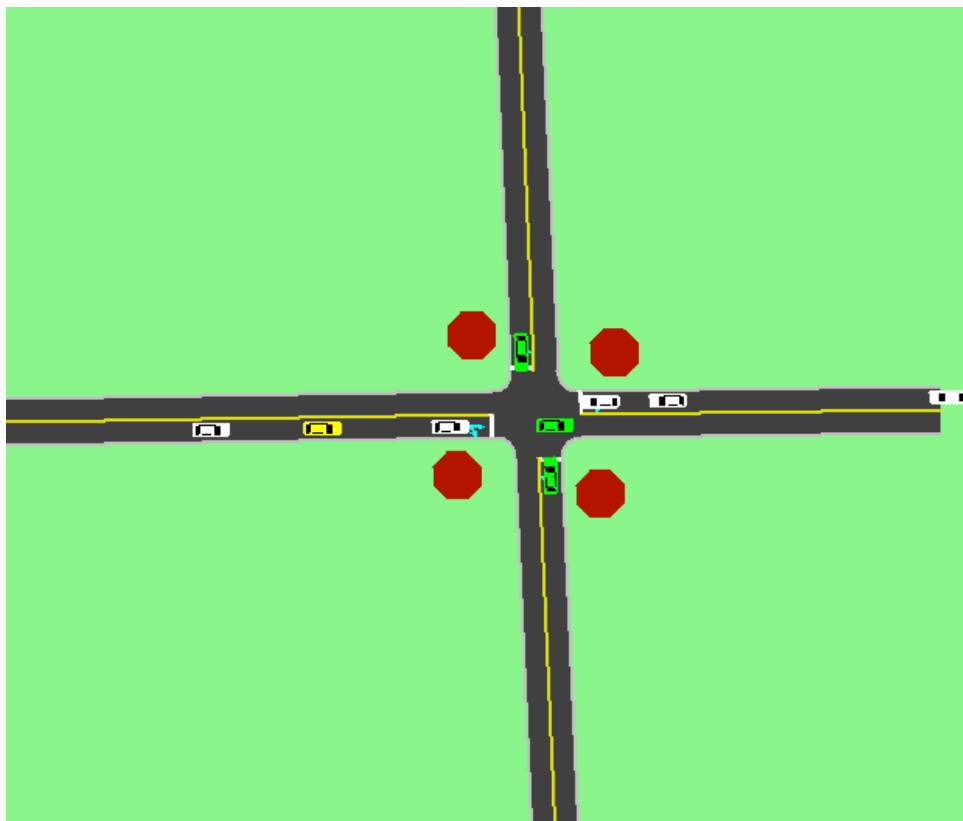


**Figura 22**

*Nivel de servicio aplicando la propuesta de solución.*

**Figura 23**

*Simulación de la propuesta de solución.*



## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

### ***Modelamiento de la intersección en Synchro 11.0***

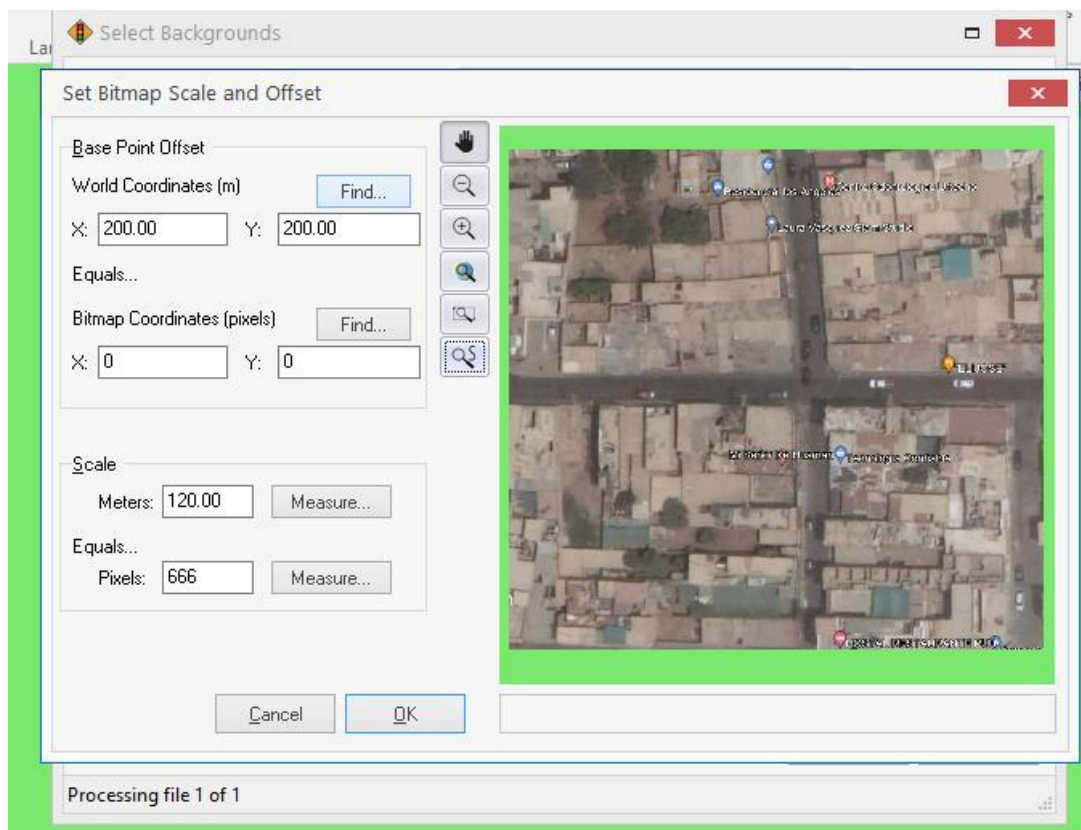
Se modeló la intersección en estudio, ingresando los datos medidos y obtenidos en campo, como longitud y ancho de calles, direccionamiento de las rutas, cantidad de carriles, velocidad y aforo vehicular. A continuación, se detallan los pasos que se siguieron para realizar el modelamiento y obtener los resultados:

#### a) Ingreso de la imagen de fondo (backgrounds)

Para iniciar el modelamiento, se puede dibujar las calles en la pantalla que trae por defecto el programa, sin embargo, para realizar un trazado más preciso en cuanto a dirección y longitud, se descargó una imagen satelital de la intersección de Google Earth, luego en la opción select background, cargamos la imagen y ajustamos la escala con las medidas de las calles.

### **Figura 24**

*Ingreso de imagen de fondo.*



### b) Trazado de las vías

Después de insertar el fondo, con la opción Add Link, se procedió a trazar las rutas verificando que cuenten con las medidas y orientación correspondientes. Luego, podemos retirar la imagen de fondo, ya que ya no la necesitaremos.

#### Figura 25

Trazado de vías.



### c) Configuración de carriles

Después de haber trazado las rutas, seleccionamos la vía y en la opción Lane Settings configuramos:

Lanes and sharing, es la cantidad de carriles y movimientos, para nuestro caso en todos los carriles de acceso se pueden realizar tres movimientos: de frente, derecha o izquierda y en cada vía solo tenemos dos carriles.

Traffic Volume: ingresamos el aforo vehicular total (ligeros y pesados) en vehículos por hora, de la máxima demanda horaria.

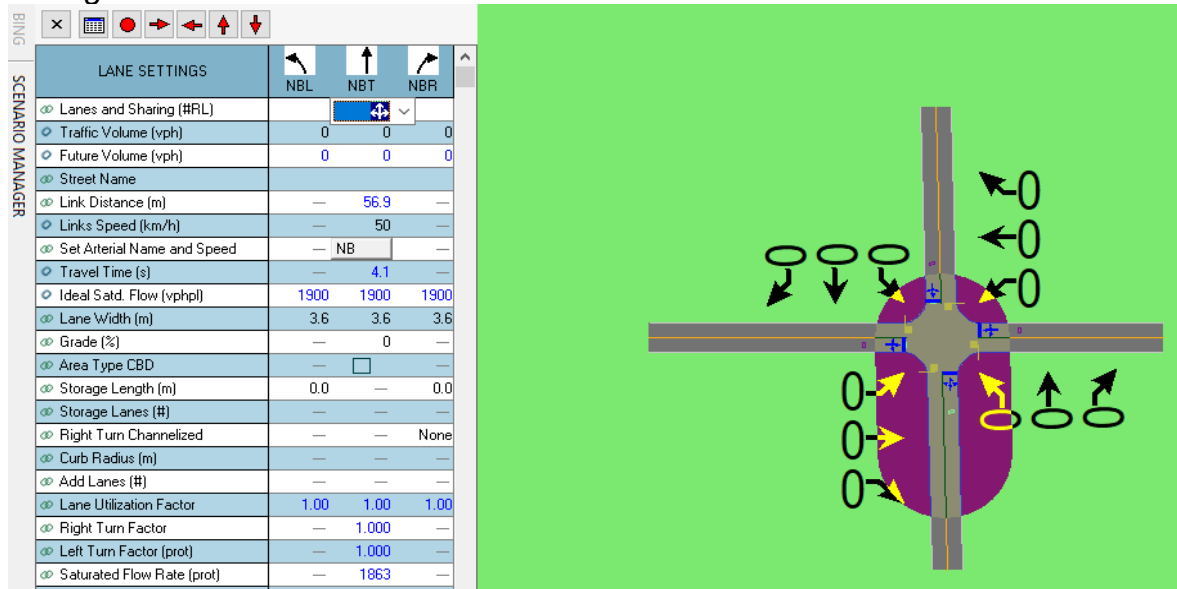
Street name: Ingresamos el nombre de la calle o avenida

Links Speed: se digita la velocidad de operación en km/h

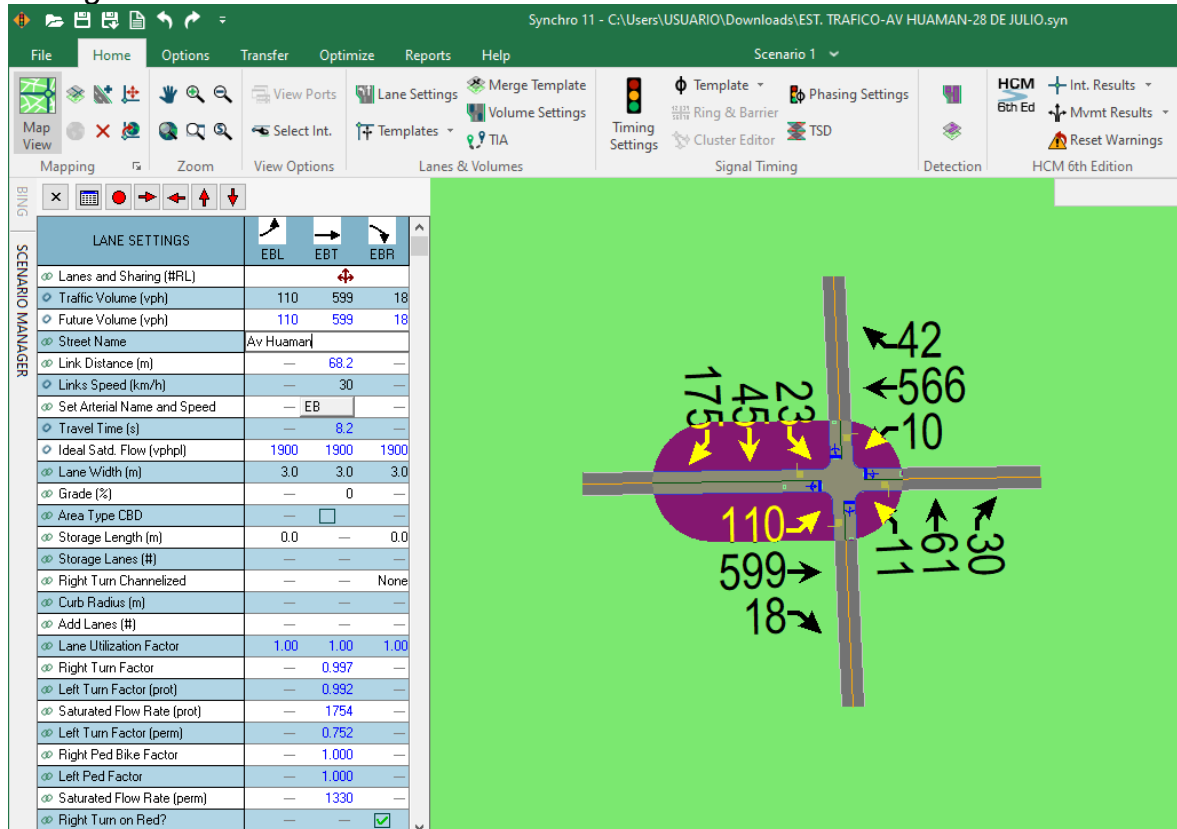
Lane Width: aquí colocamos el ancho de los carriles en metros.

Y como no se tiene rotondas ni mucho menos carriles o rutas canalizadas, las demás configuraciones las dejamos por defecto. Realizamos estas configuraciones para los cuatro accesos de la intersección.

**Figura 26**  
Configuración de carriles.



**Figura 27**  
Configuración de carriles -2.





#### d) Configuración del volumen vehicular (Volume Settings)

En la opción de Volume Settings, configuramos lo siguiente:

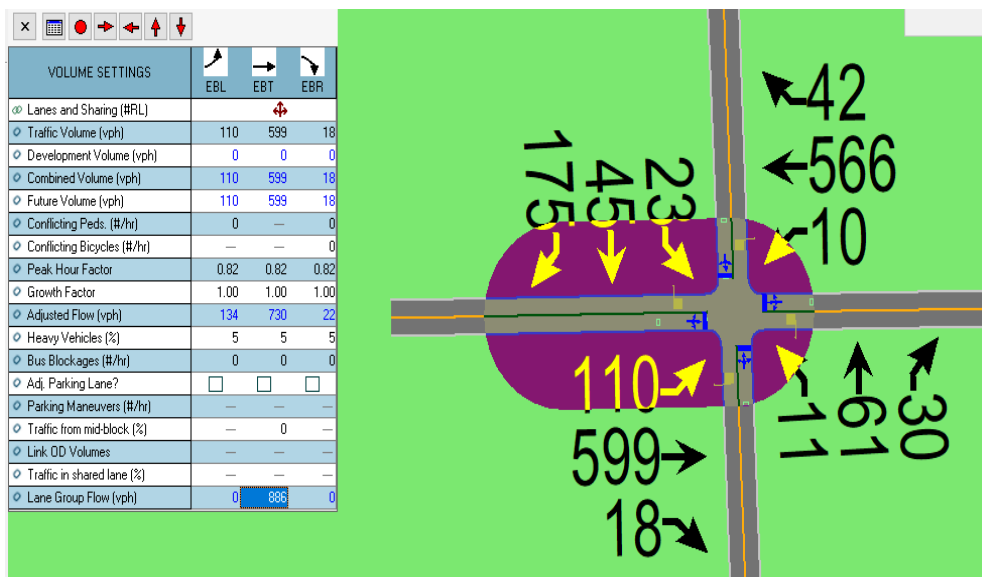
**Peak Hour Factor:** Ingresamos el valor del factor de la hora pico, el cual se calcula como el volumen total de la hora de máxima demanda horaria entre 4 veces el volumen de tránsito máximo en 15 minutos de la misma hora, en los anexos se detalla este cálculo.

**Heavy Vehicles:** aquí se ingresa el porcentaje de vehículos pesados en la hora de máxima demanda.

Realizamos estos pasos para cada uno de los carriles que ingresan a la intersección.

#### Figura 28

*Configuración de volumen vehicular.*



#### e) Configuración de la intersección: Node Settings

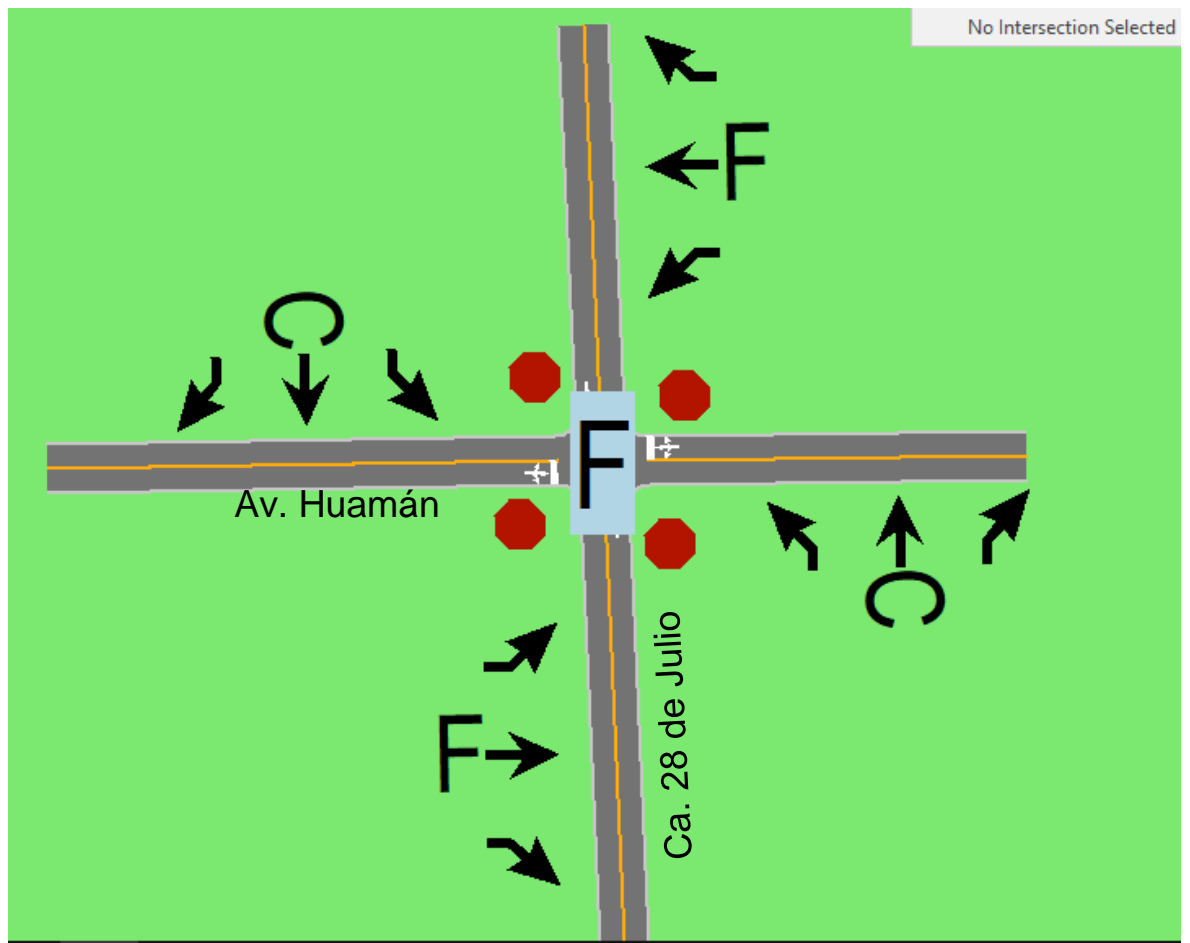
Se colocó el tipo de señalización que tiene la intersección, teniendo para nuestro caso no semaforizada. Para poder realizar el modelo y de acuerdo con la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010, se colocó que la intersección está controlada por señales de pare, ya que si no colocamos ningún tipo de señalización el programa no puede realizar el cálculo del nivel de servicio. En Control Type colocamos Unsig y en Sign Control escogemos la opción Stop

para todas las vías, de esta manera, tendríamos listo nuestro modelo. Finalmente, pedimos al programa que nos muestre los resultados.

**Figura 29**  
Configuración de la intersección.

NODE SETTINGS		HCM 2000 SIGNING SETTINGS											
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Node #	3	Lanes and Sharing (#FL)											
Zone		Traffic Volume (vph)											
X East (m)	267.6	110	599	18	10	566	42	11	61	30	23	45	175
Y North (m)	145.9	110	599	18	10	566	42	11	61	30	23	45	175
Z Elevation (m)	0.0	Sign Control											
Description		Median Width (m)											
Control Type	Unsig	TWLTL Median											
Max v/c Ratio	1.63	Right Turn Channelized											
Intersection Delay (s)	192.3	Critical Gap, IC (s)											
Intersection LOS	F	Follow Up Time, fF (s)											
ICU	1.00	Volume to Capacity Ratio											
ICU LOS	G	1.63	1.63	1.63	1.21	1.21	1.21	0.25	0.25	0.25	0.53	0.53	0.53
		310.8	310.8	310.8	133.9	133.9	133.9	14.0	14.0	14.0	18.1	18.1	18.1
		F	F	F	F	F	F	B	B	B	C	C	C
		Queue Length 95th (m)											
		Approach Delay (s)											
		310.8			133.9			14.0			18.1		

**Figura 30**  
Nivel de Servicio de la Intersección



### ***Volumen horario por día y volumen horario de máxima demanda***

Los cálculos y registro de volúmenes horarios por día como también por movimiento se encuentran en el Anexo 2.

#### **Resumen del volumen horario total.**

**Tabla 6**

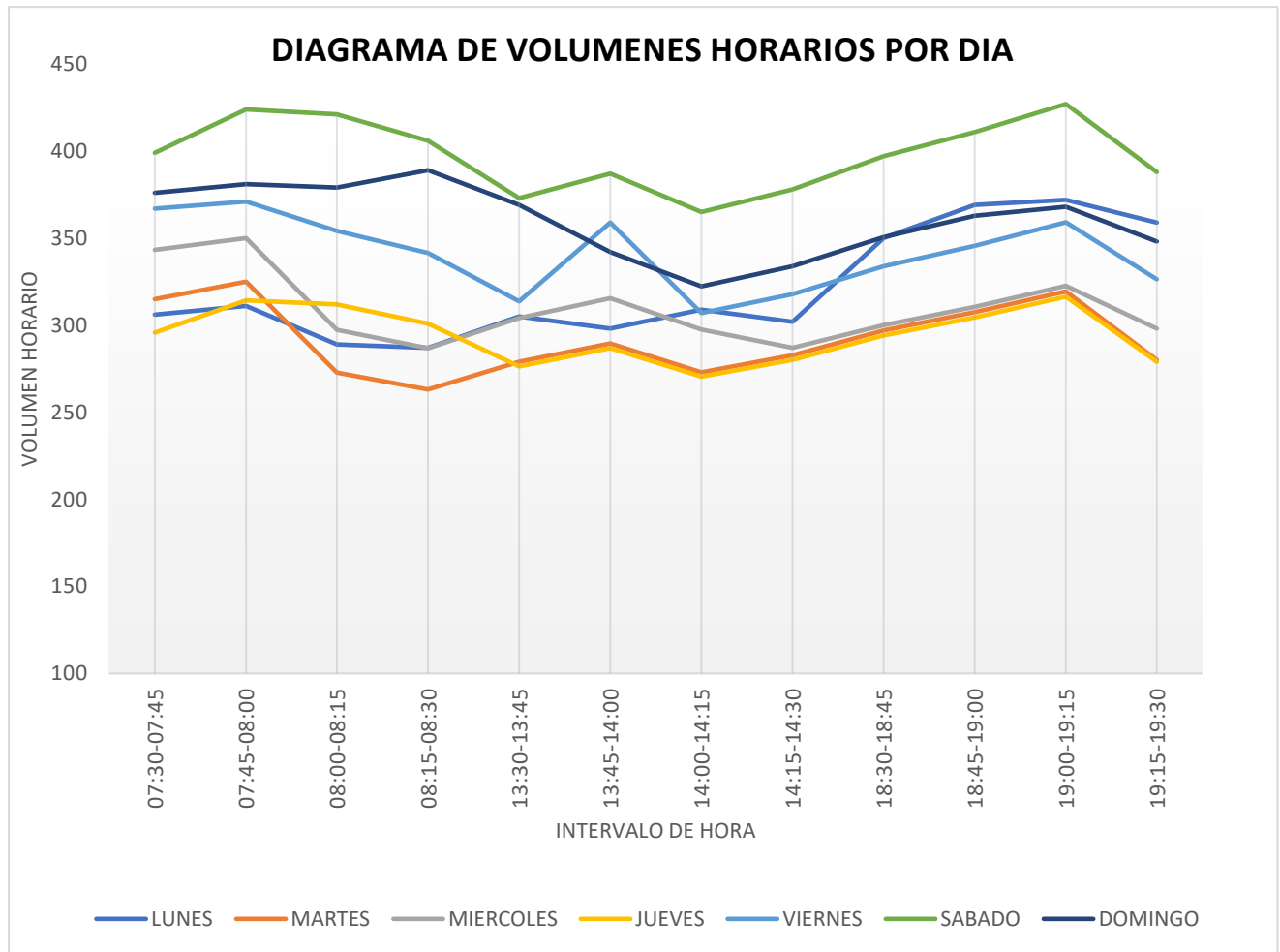
*Resumen horario total.*

Resumen volumen horario total (todos los accesos) por día									
TIEMPO			L	Ma	Mi	J	V	S	D
			Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
TURNO	INTERVALO		V.H.M	V.H.M	V.H.M	V.H.M	V.H.M	V.H.M	V.H.M
	min		(veh/h)	(veh/h)	(veh/h)	(veh/h)	(veh/h)	(veh/h)	(veh/h)
	00:15:00		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
Mañana	07:30	07:45	306	315	343	296	367	399	376
	07:45	08:00	311	325	350	314	371	424	381
	08:00	08:15	289	273	297	312	354	421	379
	08:15	08:30	287	263	287	301	341	406	389
Tarde	13:30	13:45	305	279	304	276	314	373	369
	13:45	14:00	298	289	316	287	359	387	342
	14:00	14:15	309	273	298	270	307	365	322
	14:15	14:30	302	283	287	280	318	378	334
Noche	18:30	18:45	350	297	300	294	334	397	351
	18:45	19:00	369	307	311	305	346	411	363
	19:00	19:15	372	319	323	316	359	427	368
	19:15	19:30	359	280	298	279	326	388	348

Después de comparar los resultados, se observó que el día que tiene un mayor aforo vehicular es el día sábado en el turno de la noche con 427 veh. /h. Es por ello que los datos de este día servirán para todos los análisis, incluido el modelamiento del tránsito de la intersección en el software Synchro 11.0.

**Figura 31**

*Diagrama de volúmenes Horarios por día.*



### ***Volumen vehicular de entrada y salida del día más crítico***

El día más crítico según el conteo realizado fue el sábado. A continuación, se presenta el volumen vehicular de las horas pico del día más crítico

**Tabla 7**

#### *Volumen vehicular que ingresa y sale en el día más crítico*

Intervalo	Acceso Norte		Acceso Sur		Acceso Este		Acceso Oeste		Total, de vehículos en la intersección
	Entran	Salen	Entran	Salen	Entran	Salen	Entran	Salen	
07:30-07:45	69	47	11	34	153	143	39	175	671
07:45-08:00	62	53	14	30	136	182	44	159	680
08:00-08:15	69	58	14	18	140	162	51	183	695
08:15-08:30	56	71	19	16	155	131	52	188	688
13:30-13:45	56	64	27	29	121	130	52	150	629
13:45-14:00	47	65	23	20	164	119	46	183	667
14:00-14:15	47	58	26	21	125	136	45	150	608
14:15-14:30	57	56	25	22	127	139	45	161	632
18:30-18:45	48	57	25	30	157	138	48	172	675
18:45-19:00	58	62	25	27	135	162	51	160	680
19:00-19:15	54	67	20	23	201	114	48	223	750
19:15-19:30	49	48	27	22	149	146	32	172	645

### ***Volumen Horario de Máxima Demanda en Horas Pico del Día más Crítico***

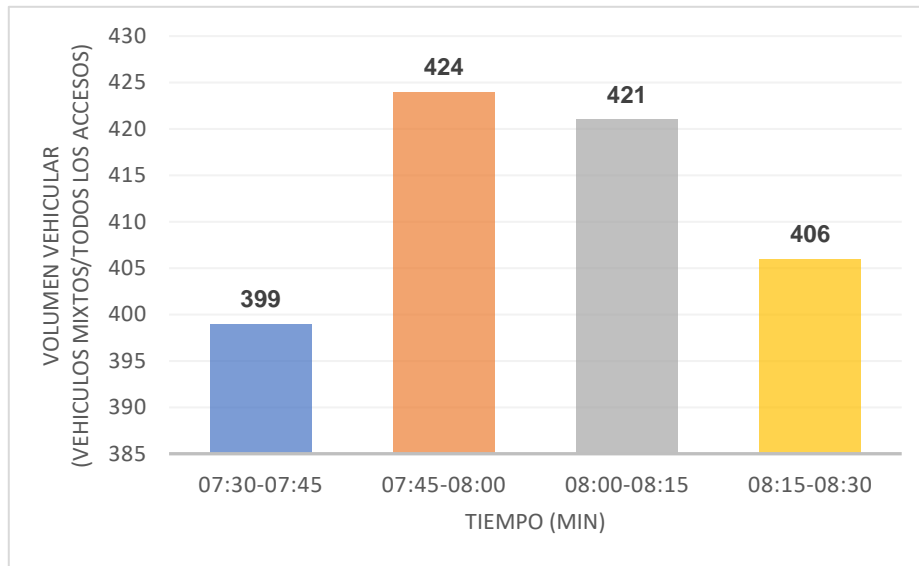
- Día Sábado, Turno Mañana

**Tabla 8**

#### *Volumen del día más crítico-turno mañana*

TURNO	INTERVALO	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	TOTAL
MAÑANA	07:30-07:45	47	34	143	175	399
	07:45-08:00	53	30	182	159	424
	08:00-08:15	58	18	162	183	421
	08:15-08:30	71	16	131	188	406

**Figura 32**  
*VHMD del día más crítico-turno mañana*



- Día Sábado, Turno Tarde

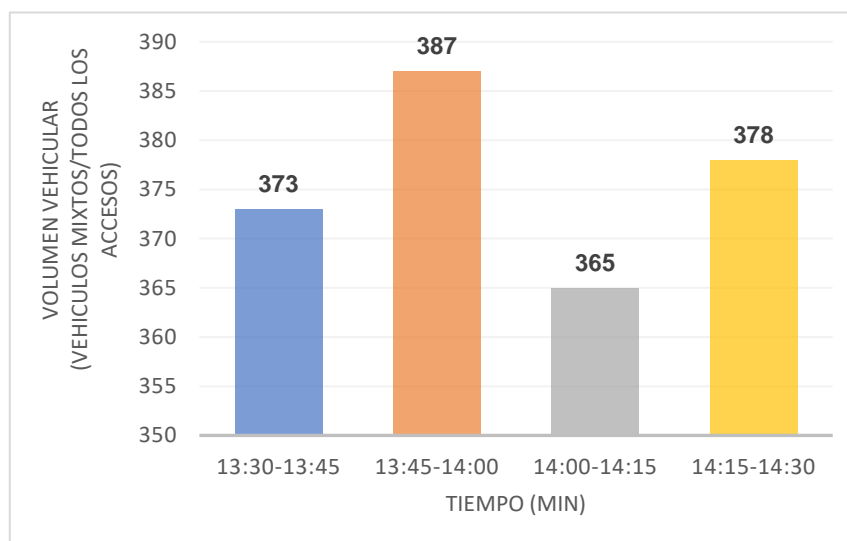
**Tabla 9**

*Volumen del día más crítico-turno tarde*

TURNO	INTERVALO	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	TOTAL
TARDE	13:30-13:45	64	29	130	150	373
	13:45-14:00	65	20	119	183	387
	14:00-14:15	58	21	136	150	365
	14:15-14:30	56	22	139	161	378

**Figura 33**

*VHMD del día más crítico-turno tarde*



- Día Sábado, Turno Noche

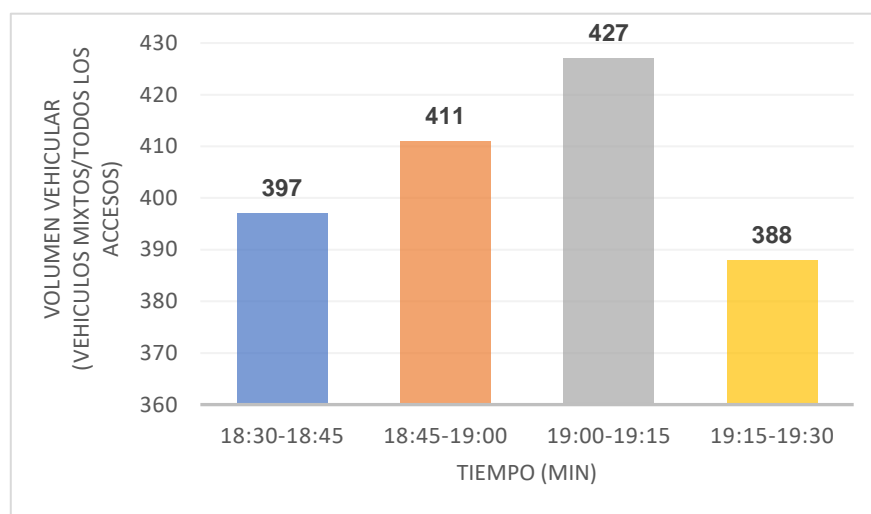
**Tabla 10**

*Volumen del día más crítico-turno noche*

TURNO	INTERVALO	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	TOTAL
NOCHE	18:30-18:45	57	30	138	172	397
	18:45-19:00	62	27	162	160	411
	19:00-19:15	67	23	114	223	427
	19:15-19:30	48	22	146	172	388

**Figura 34**

*VHMD del día más crítico-turno noche*

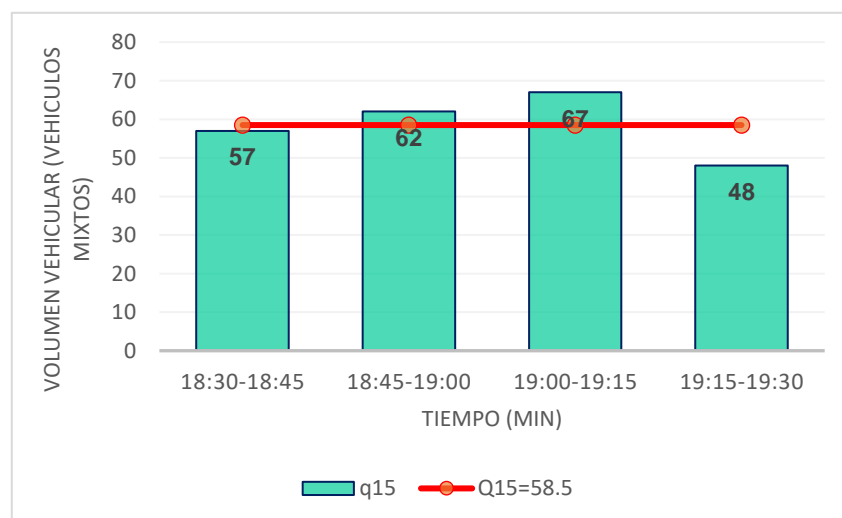


### **Análisis de Flujo Vehicular por Acceso**

- Flujo vehicular para el acceso norte

**Figura 35**

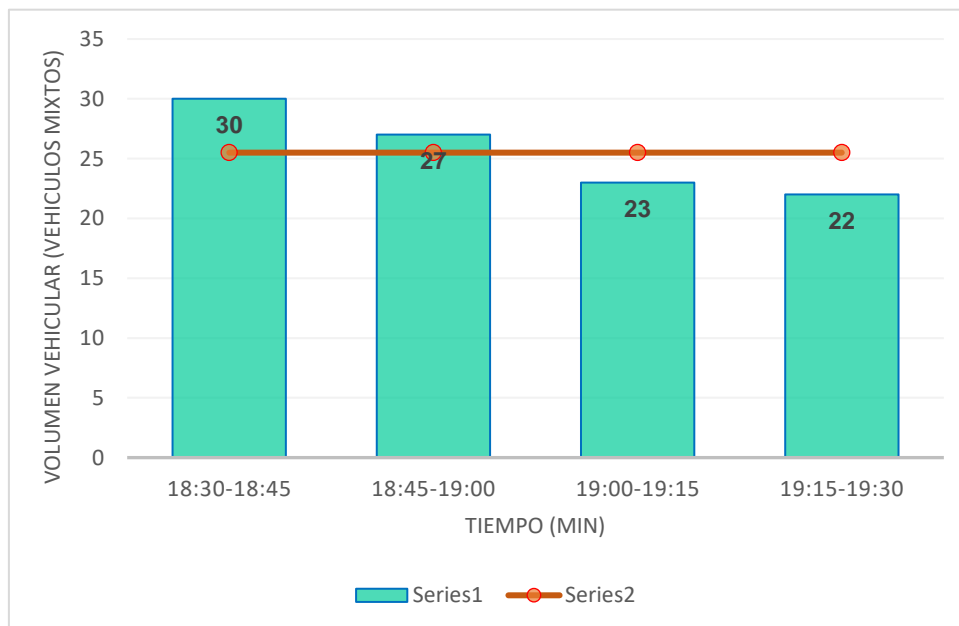
*Flujo vehicular acceso norte*



**Tabla 11***Flujo vehicular acceso norte*

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Q15 (veh/15min)	Situación
		18:30- 18:45	57			Flujo Normal
		18:45- 19:00	62			Problemas de
SÁBADO	NOCHE	19:00- 19:15	67	67	59	Congestión Problemas de
		19:15- 19:30	48			Flujo Normal
NOTA	Q > q15			Flujo Normal		
	Q ≤ q15			Problemas de Congestión vehicular		

- Flujo vehicular para el acceso sur

**Figura 36***Flujo vehicular acceso sur*



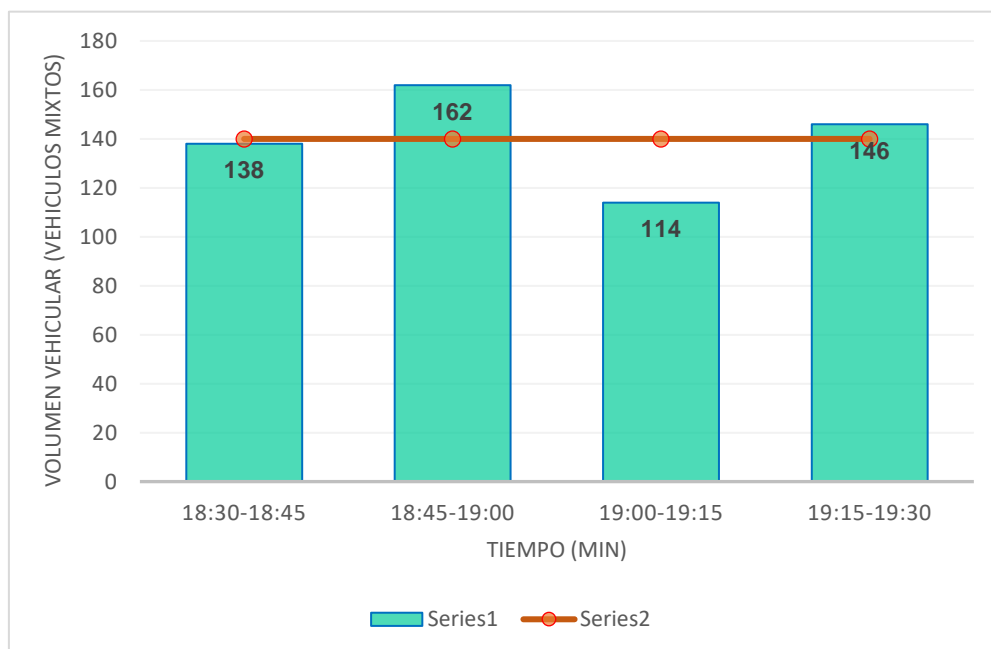
**Tabla 12**  
*Flujo vehicular acceso sur*

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Q15 (veh/15min)	Situación
SÁBADO	NOCHE	18:30- 18:45	30			Problemas de Congestión
		18:45- 19:00	27	30	26	Problemas de Congestión
		19:00- 19:15	23			Flujo Normal
		19:15- 19:30	22			Flujo Normal
NOTA	Q > q15		Flujo Normal			
	Q ≤ q15		Problemas de Congestión vehicular			

- Flujo vehicular para el acceso este

**Figura 37**

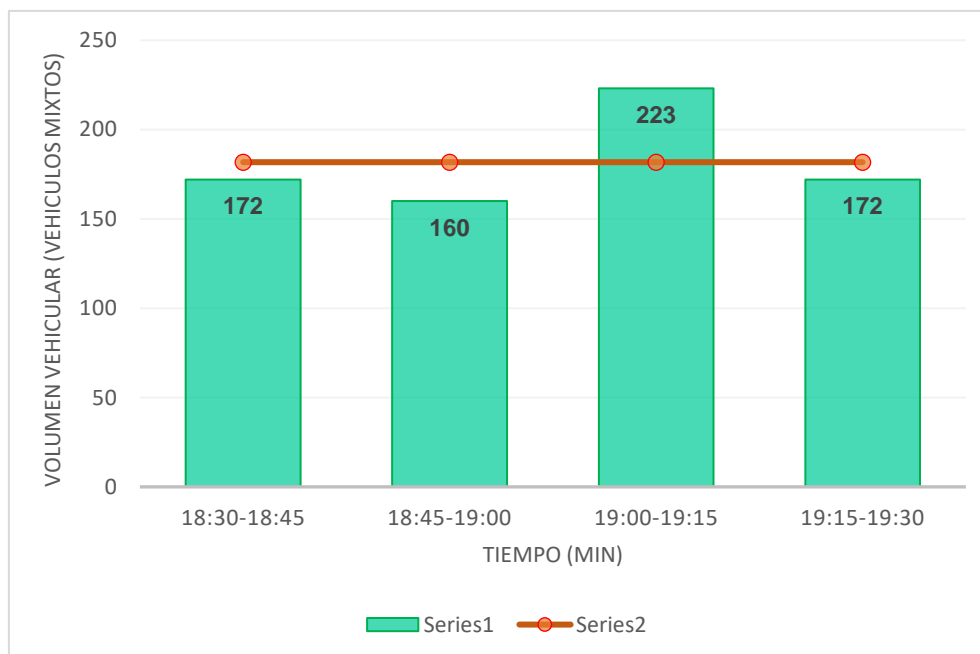
*Flujo vehicular acceso este*



**Tabla 13***Flujo vehicular acceso este*

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Q15 (veh/15min)	Situación
SÁBADO	NOCHE	18:30- 18:45	138			Flujo Normal
		18:45- 19:00	162			Problemas de Congestión
		19:00- 19:15	114	162	140	Flujo Normal
		19:15- 19:30	146			Problemas de Congestión
NOTA		Q > q15	Flujo Normal			
		Q ≤ q15	Problemas de Congestión vehicular			

- Flujo vehicular acceso oeste

**Figura 38***Flujo vehicular acceso oeste*

**Tabla 14**  
*Flujo vehicular acceso oeste*

DIA	TURNO	HORA	q15	q15 max	Q15 (veh/15min)	Situación
		18:30- 18:45	172			Flujo Normal
		18:45- 19:00	160			Flujo Normal
SÁBADO	NOCHE	19:00- 19:15	223	223	182	Problemas de Congestión
		19:15- 19:30	172			Flujo Normal
NOTA	Q > q15			Flujo Normal		
	Q ≤ q15			Problemas de Congestión vehicular		

**Composición vehicular de la intersección**

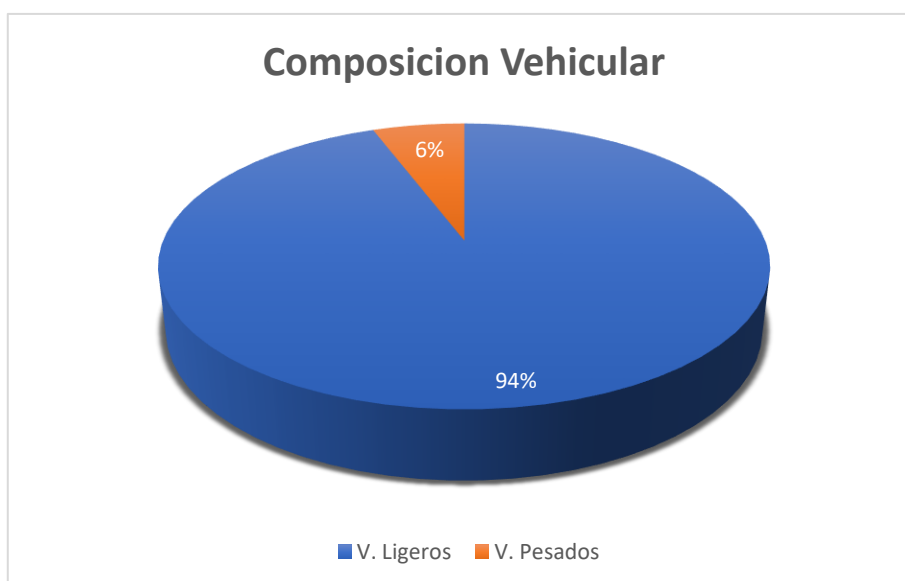
**Tabla 15**

*Composición vehicular de la intersección*

N° vehículos de todos los accesos		
V. Ligeros	4501	94%
V. Pesados	275	6%
Total	4776	100%

**Figura 39**

*Composición vehicular de la intersección*



### **Situación Actual de la intersección**

Teniendo la intersección modelada con todos sus parámetros, se procedió a realizar la visualización de los resultados, los cuales nos darán a conocer el comportamiento del flujo vehicular de la intersección, a través de:

- Demoras: Indica el tiempo en segundos de demora, para dar pase a los movimientos, este parámetro depende directamente del nivel de servicio de la intersección.

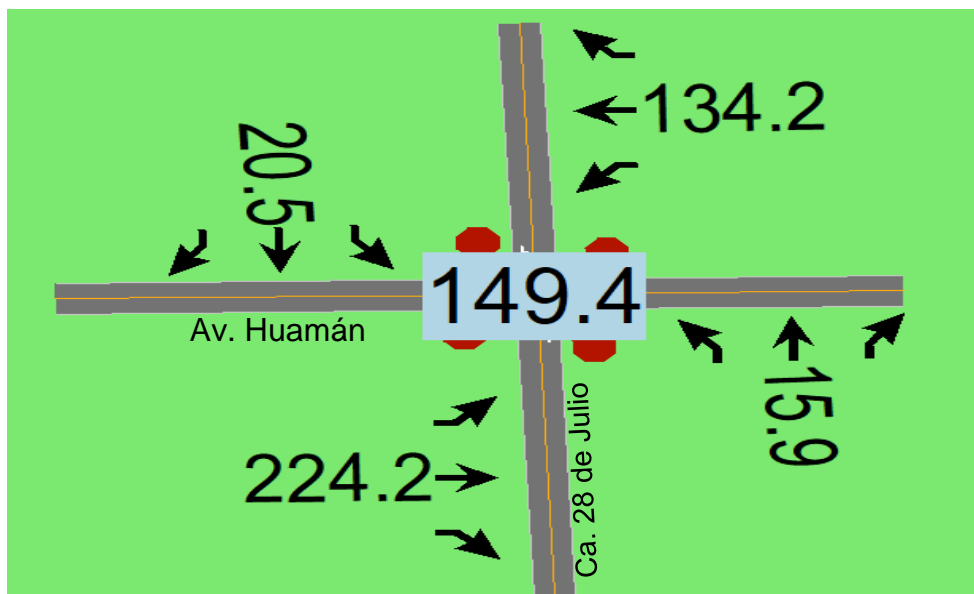
- Relación volumen / capacidad: cuando este es menor a 1, se interpreta que el flujo vehicular en relación a la capacidad de la vía no se encuentra saturado; si es igual a 1, la capacidad de la vía está al límite y posiblemente ocasione congestiones; por último, si es mayor que 1, el flujo vehicular sobrepasa la capacidad con la que fue diseñada la vía, provocando congestión y conflictos viales.

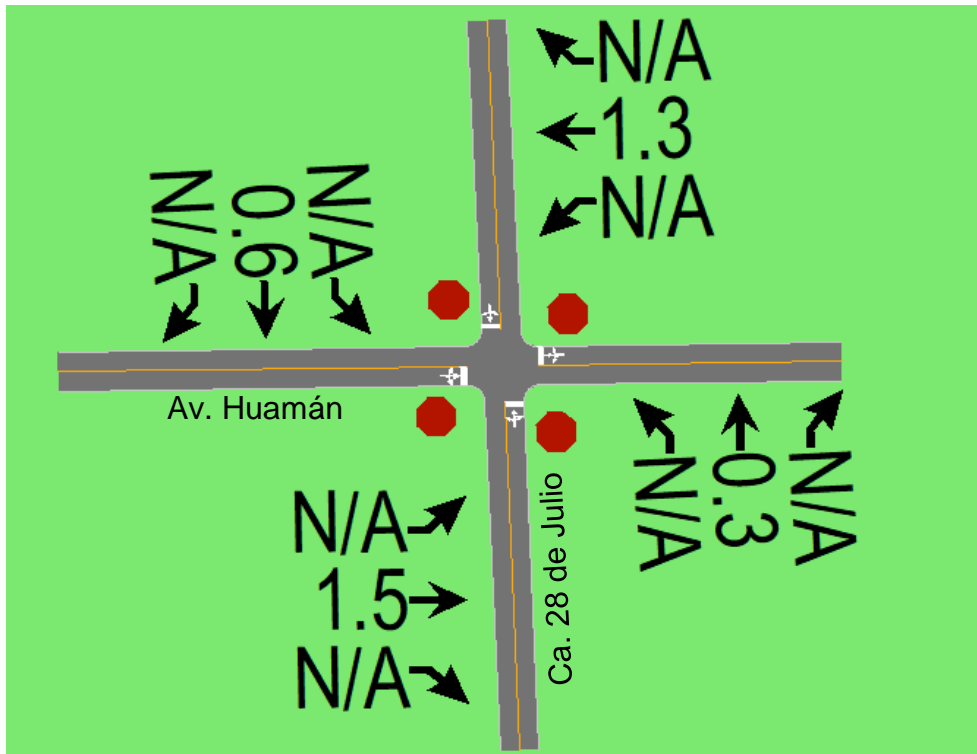
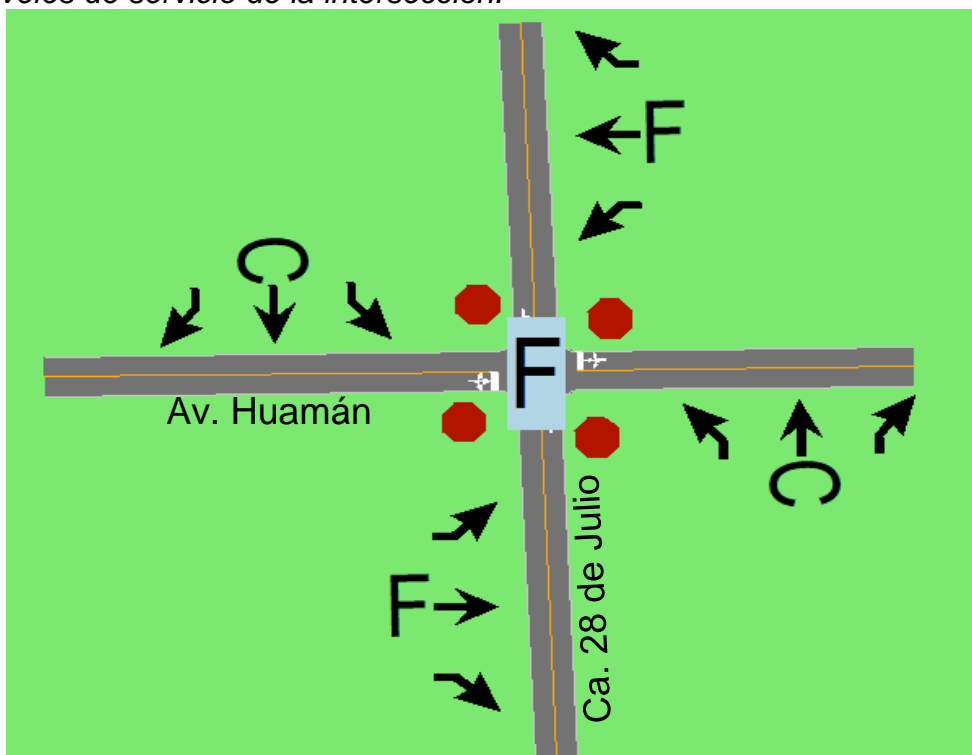
- Nivel de Servicio: está en función a la demora y la relación volumen/capacidad de la intersección. Establece niveles desde la A hasta la F, donde un nivel de servicio A se interpreta como un comportamiento vehicular excelente y fluido; y un nivel de servicio F, significa que la intersección presenta congestionamiento y conflictos para realizar los movimientos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la intersección.

**Figura 40**

*Demoras de la Intersección*



**Figura 41***Relación volumen/capacidad de la intersección.***Figura 42***Niveles de servicio de la intersección.*

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La intersección analizada en la presente investigación fue la que se encuentra en el cruce de la Av. Huamán con la calle 28 de Julio, el cual es un punto crítico para el tránsito, debido a que la avenida es una de las vías de acceso principal entre la urbanización El Golf y San José de California en el distrito Víctor Larco Herrera. Asimismo, en dicha intersección se encontró que a lo largo de dos cuadras de la av. Huamán, la calzada ha sido reducida en más del 50% de su ancho debido a la invasión de los lotes colindantes, siendo este la principal causa del problema de congestión vehicular que se origina diariamente.

Se realizó el trabajo de campo y recojo de información de la intersección, como cantidad y medida de carriles, conteo de señales de tránsito, velocidad de operación en los accesos, conteo vehicular manual y apoyado en equipo de video grabación, para evitar errores al momento de contabilizar los vehículos por tipo y su respectivo movimiento. Asimismo, el conteo se realizó por 7 días continuos, durante las horas pico del día, siendo estas en la mañana de 7:30 a 8.30 am, por la tarde 1:30 a 2:30 pm y por la noche 6:30 a 7:30 pm.

Según la variación del flujo vehicular total por día en la intersección, se determinó que el día con mayor volumen de tránsito es el sábado, a continuación, se presenta un cuadro resumen con el volumen horario de máxima demanda durante toda la semana.

**Tabla 16**

*Volumen horario máximo diario.*

DIA	VHMD DURANTE TODA LA SEMANA		
	MAÑANA VHMD (veh/h)	TURNO	
		TARDE VHMD (veh/h)	NOCHE VHMD (veh/h)
LUNES	1193	1214	1450
MARTES	1176	1124	1204
MIÉRCOLES	1277	1204	1231
JUEVES	1223	1114	1194
VIERNES	1434	1298	1365
SÁBADO	1650	1503	1623
DOMINGO	1525	1367	1430

Con los datos del día de máxima demanda vehicular, se obtuvo el máximo volumen de tráfico vehicular en veh/h, el cual fue utilizado en el modelamiento del tránsito de la intersección en el software Synchro 11.0; asimismo, con estos datos se calculó el factor de hora pico para cada acceso de la intersección. Todos estos cálculos se obtuvieron mediante la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras HCM-2010.

**Tabla 17**  
*Volumen de tráfico vehicular.*

Dirección	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
Volumen de tráfico vehicular	243	102	618	727
Factor de Hora Pico	0.93	0.85	0.85	0.82

Del modelado en el software Synchro 11.0, bajo la metodología del Highway Capacity Manual – 2010, se obtuvo la saturación demoras y nivel de servicio de la situación actual de la intersección, siendo la saturación mayor a 1 en el sentido de la av. Huamán, posteriormente menor a 1 en la calle 28 de Julio, dándonos a conocer que el tráfico es mucho mayor en la avenida, de modo que su demanda es mucho mayor que su oferta vial.

**Tabla 18**  
*Resultados de la situación actual de la intersección.*

Vía - dirección	Av. Huamán - Este	Av. Huamán - Oeste	Ca. 28 de Julio - Norte	Ca. 28 de Julio - Sur
Saturación	1.30	1.50	0.60	0.30
Demora (s)	134.2	224.2	20.5	15.9
Nivel de servicio	F	F	C	C

Como se puede ver en la tabla, la demora y el nivel de servicio en la av. Huamán son muy deficientes, lo que nos indica que el tránsito en estos sentidos es demasiado lento ocasionando congestión y dificultades para transitar.

Para mejorar el nivel de servicio y optimizar el tránsito en la intersección, se propuso las siguientes alternativas de solución:

**Tabla 19**

*Propuestas de solución.*

<b>Propuestas de solución para optimizar el flujo vehicular</b>	
Propuesta 1	Implementar una rotonda
Propuesta 2	Realizar una intersección a desnivel
Propuesta 3	Modificación de la geometría de la intersección
Propuesta 4	Implementar semáforos
Propuesta 5	Realizar mejoramiento de señalización vertical y horizontal
Propuesta 6	Restringir el ingreso de vehículos pesados y movimientos en la intersección.

### **Análisis de las propuestas de mejora.**

Propuesta 1: se planteó realizar una rotonda para agilizar los movimientos en la intersección, pero solo se cuenta con 7 metros de diámetro y en el manual de Diseño Geométrico DG-2018, nos dice que se requiere de un mínimo de 25 m; por lo que no es factible esta propuesta y por lo tanto se descarta.

Propuesta 2: se planteó realizar una intersección a desnivel, pero solo se cuenta con 9 metros de espacio y en el manual de Diseño Geométrico DG-2018, se especifica que se requiere de un mínimo de 75 m; por lo que no es factible esta propuesta y por lo tanto se descarta.

Propuesta 3: Se planteo modificar las características geométricas de la intersección, como aumentar el número y ancho de carriles, canalizar movimientos, etc. pero se tiene un espacio limitado y reducido a causa de las invasiones de los lotes colindantes a la calzada en la Av. Huamán, por lo que se tendría que retirar estos lotes para poder hacer la ampliación de la vía, lo cual sería un proceso judicial costoso y tomaría bastante tiempo; por lo que no es tan factible esta propuesta y también se descarta.

Propuesta 4: Se planteo la implementación de semáforos, pero por el reducido espacio con el que se cuenta, se hace difícil colocar los semáforos y



además no se logra cumplir con la distancia mínima de visibilidad que nos indica el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito, el cual indica una distancia mínima de 300 metros y en la intersección tenemos menos de 100 m; por lo que se descarta esta alternativa de solución.

Propuesta 5: Se plantea mejorar e implementar señalización vertical y horizontal, ya que en la actualidad solo hay unas marcas borrosas en la calzada y no se cuenta con ninguna señal vertical. Pero esta acción no mejora el nivel de servicio, solo hace que el tránsito sea más ordenado, por lo que esta solución podría ser parte de otra propuesta.

Propuesta 6: como última propuesta se planteó restringir el ingreso de vehículos pesados y algunos movimientos en la intersección, ya que al igual que los vehículos pesados, los movimientos a la derecha e izquierda son los que más originan demoras.

Se restringió el ingreso de los vehículos pesados a la intersección, desviándolos por otras rutas alternas, como son por la calle Los Cedros pasando por la plaza de Armas de Huamán o por la Av. Cesar Vallejo y av. El Golf. Pero el porcentaje de vehículos pesados es relativamente pequeño, por lo que solo disminuye el 20% de las demoras y no mejora el nivel de servicio de la intersección, por lo que se propuso, además, restringir algunos movimientos en la intersección.

- En la Av. Huamán de este a oeste, se eliminará el giro a la derecha, desviando los vehículos que realicen este movimiento por vías alternas como la av. cesar vallejo, la cual es una vía bastante amplia.

- En la Av. Huamán de oeste a este, se eliminará el giro a la izquierda. Desviando los vehículos que realicen este movimiento por vías alternas como la ruta que pasa por el segundo parque San José de California, llegando a la calle 28 de Julio, asimismo, es preciso aclarar que este acceso en la actualidad está cerrado, pero se puede habilitar con una ordenanza municipal.

- En la calle 28 de Julio de norte a sur, se restringirá el giro a la derecha. Desviando los vehículos por la ruta alterna que pasa por el segundo parque San José de California, llegando a la Av. Huamán.

- En la calle 28 de Julio de sur a norte, se restringirá el giro a la derecha. Desviando los vehículos por la ruta alterna que pasa por la plaza de Armas de Huamán, llegando a la Av. del mismo nombre.

Se procedió a modelar esta propuesta en el programa Synchro 11.0, eliminando el porcentaje de vehículos pesados y los movimientos antes mencionados, obteniendo así los siguientes resultados:

**Tabla 20**

*Resultados de modelamiento de propuesta.*

Vía - dirección	Av. Huamán - Este	Av. Huamán - Oeste	Ca. 28 de Julio - Norte	Ca. 28 de Julio - Sur
Saturación	0.80	0.90	0.10	0.20
Demora (s)	31.0	39.7	11.5	11.5
Nivel de servicio	D	E	B	B

Observando lo obtenido, se aprecia que la mejora en la intersección es notable, se disminuyó la demora en un 78%, llegando a 32.9 seg/veh y con un nivel de servicio global D; pero se tiene que aperturar algunas calles cercanas a la intersección, para así desviar el flujo vehicular por estas y optimizar el tráfico, disminuyendo así la congestión en la intersección; por lo que esta propuesta es factible, pero tomaría algo de tiempo.

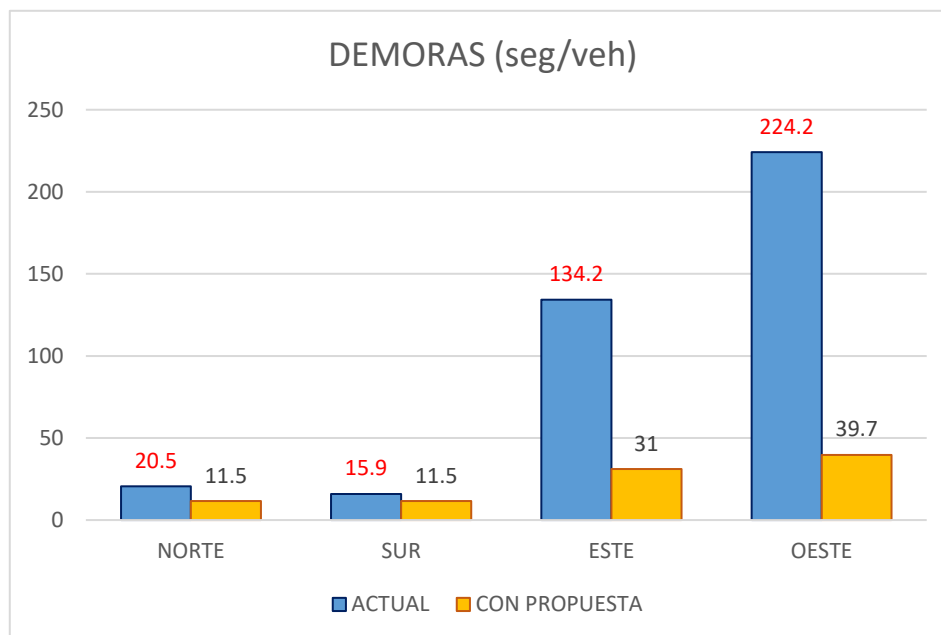
### Resumen de los resultados obtenidos

**Tabla 21**

Resumen de Demoras y Niveles de Servicio

ACCESOS	DEMORAS (seg/veh)		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO GLOBAL	
	ACTUAL	CON PROPUESTA	ACTUAL	CON PROPUESTA	ACTUAL	CON PROPUESTA
NORTE	20.5	11.5	C	B		
SUR	15.9	11.5	C	B		
ESTE	134.2	31	F	D	F	D
OESTE	224.2	39.7	F	E		

**Figura 43**  
Demoras por acceso, actual y con la propuesta de solución



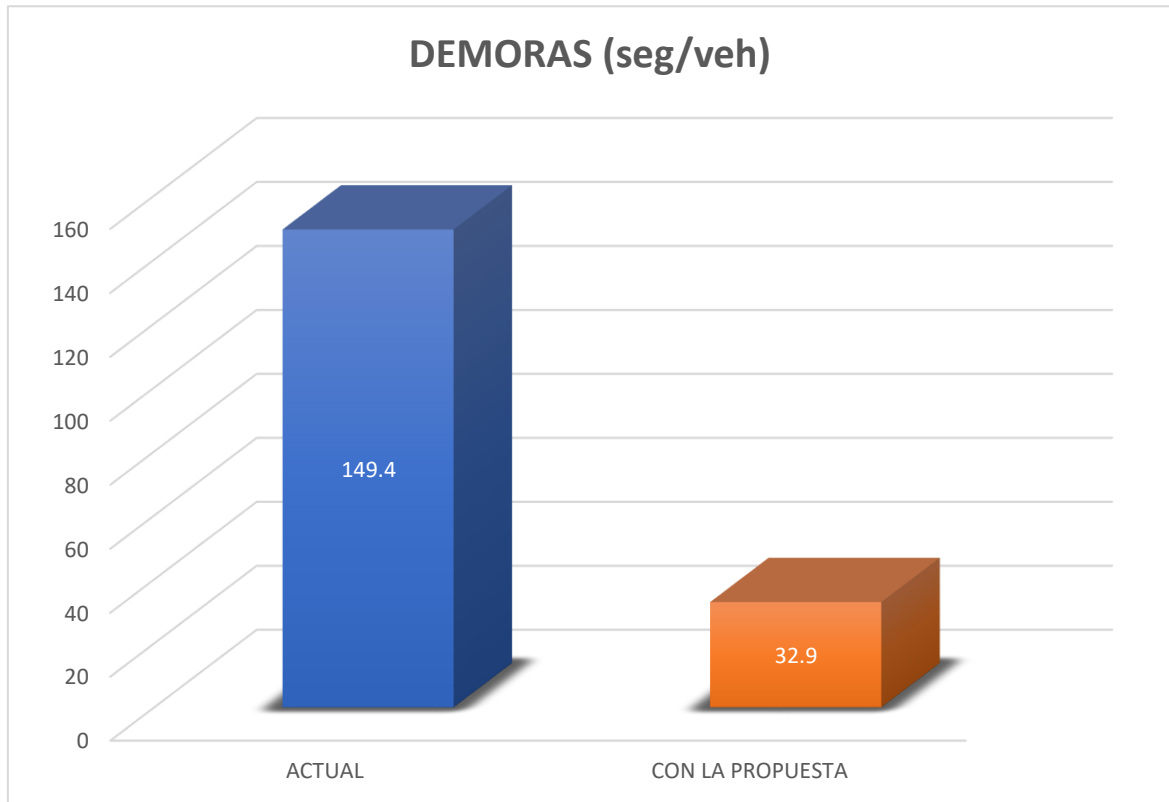
**Tabla 22**

Resumen de las propuestas de solución

PROPUESTA	DESCRIPCIÓN	FACTIBILIDAD	OBSERVACIÓN
P1	Implementar una rotonda	NO	La intersección no cumple con las medidas mínimas para una rotonda (25 m)
P2	Realizar una intersección a desnivel	NO	La intersección no cumple con las medidas mínimas para una realizar esta propuesta (75 m)
P3	Modificación de la geometría de la intersección	NO	No se puede realizar ya que la calzada tiene una reducción en más de un 50% debido a la invasión de algunos lotes que colindan con la Av. Huamán
P4	Implementación de semáforos	NO	No se cumple con la distancia mínima de visibilidad que se requiere para colocar semáforos
P5	Realizar mejoramiento e implementación de señalización vertical y horizontal	SI	La intersección presenta señalización deficiente, por lo que se puede mejorar y con esto ordenar el tránsito.
P6	Restringir el ingreso de vehículos pesados y movimientos en la intersección	SI	Para esto, se debe desviar los vehículos por vías alternas por donde el aforo vehicular es bajo.

**Figura 44**

Demora actual vs demora con propuesta



## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que, la intersección analizada conformada por la Avenida Huamán y la calle 28 de Julio, presenta un alto índice de congestionamiento vehicular por ser una de las principales vías de acceso entre la urbanización El Golf y San José de California, siendo la principal causa de este problema, la reducción de la calzada por lotes adyacentes a esta, a lo largo de dos cuadras de la Avenida Huamán.

Se concluye que, el día con mayor congestionamiento en la intersección es el día sábado ya que el volumen horario de máxima demanda para este día fue de 1650 veh/hora, en el turno de la mañana. Asimismo, el acceso oeste (avenida Huamán), presenta el flujo más elevado de la intersección, siendo de 727 veh/hora, en el turno de la noche.

Se concluye que, el porcentaje de vehículos pesados es relativamente bajo, siendo el máximo 8%, los cuales transitan por la avenida Huamán de este a oeste, pero que, si afectan al nivel de servicio de la intersección, haciendo que la saturación llegue a 1.5 lo que significa que la demanda vehicular es mayor que la oferta vial.

A partir del análisis y modelamiento del tránsito en el software Synchro 11.0, se concluye que, en la situación actual, el nivel de servicio en la intersección es "F" ya que la demora alcanza los 149.4 segundos/vehículo. De igual manera, las demoras más altas se producen en dirección de la Avenida Huamán, siendo de 224.2 segundos de oeste a este y de 134.2 segundos de este a oeste.

Se concluye que, de las seis alternativas de solución propuestas, la más viable y factible es la de restringir el ingreso de vehículos pesados a la intersección, así como algunos movimientos a la derecha e izquierda, desviando los vehículos por rutas alternas donde el tráfico no es fluido, aliviando de esta manera la saturación que presenta la intersección. Se modeló en el software Synchro 11.0 esta propuesta y se obtuvo que el nivel de la intersección pasaba a ser "D", con una demora de 32.9 segundos, comprobándose que esta alternativa si optimiza el tránsito.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el recojo de información para el aforo vehicular en un periodo superior a un día, incluso por más de una semana para poder ver detalladamente el comportamiento del tránsito ya que de lo contrario los resultados finales no reflejarían la realidad y tendrían poca fiabilidad.
- Se recomienda tener en cuenta la variable de la movilidad escolar ya que la presente investigación se realizó en el tiempo que los colegios están cerrados y esta variable puede aumentar el tráfico hasta en un 15% en las horas de ingreso y salida a las instituciones educativas.
- Se recomienda también realizar estudios viales en mayor medida y en más intersecciones de la ciudad de Trujillo, ya que, al percibir el aumento del flujo vehicular en la ciudad, la oferta vehicular como el estado de la vía dejará de satisfacer la demanda vehicular, causando más congestión y demoras en la vía, y afectando a otros elementos, como calles o avenidas aledañas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, M. (2019). *Macrosimulación del Tránsito en la intersección de las Avenidas Bolívar, Córdova y Calle Andalucía empleando el software Vissim*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6685>
- Comunicaciones, M. d. (2016). *Manual de Dispositivos de control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_6%20DCT-2016.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf)
- Comunicaciones, M. d. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018*. Lima, Perú: DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Obtenido de [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)
- Córdova, D. (2021). *Propuesta para reducir el congestionamiento vehicular del núcleo central de Chiclayo utilizando un programa de simulación del tráfico*. Lambayeque, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/4167>
- Gómez, J. &. (2022). *El congestionamiento vehicular, análisis y propuesta de solución: intersección semaforizada entre Avenidas América y Reales Tamarindos, Portoviejo, Ecuador*. Portoviejo, Ecuador: Investigación Y Desarrollo. Obtenido de <https://doi.org/10.31243/id.v16.2022.1732>
- Gutiérrez, D. (2019). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras 2010 y el software Synchro 8.5 para la optimización de los semáforos en el centro de la ciudad de Juliaca*. Puno, Perú: Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11614>
- Loor, J. H. (2021). *Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador*. Portoviejo, Ecuador: Revista de

Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/4287#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20presente,de%20la%20zona%20de%20estudio.>

Martinez, J. &. (2015). *Planteamiento de alternativas para solucionar el problema del congestionamiento vehicular de las intersecciones Av. República Francisco Pizarro y Av. 2 de Mayo en la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/20199>

Morales, O. &. (2018). *Análisis del Nivel de Servicio y Capacidad Vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues*. Azogues, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7704>

Oficial, T. P. (2017). *Manual de software Synchro 11.0*. Bellisco, España. Obtenido de <http://www.trafficware.com/Valdes>

Ogoño, J. y. (2020). *Análisis del tránsito vehicular en las intersecciones viales en el centro histórico de la ciudad de Loja, determinando el nivel de servicio*. Loja, Ecuador: Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19381#:~:text=Resumen%20%3A,traslado%20mejorando%20el%20tr%C3%A1nsito%20vehicular.>

Romana, M. &. (2017). *Manual de capacidad de carreteras - HCM 2010* (1 ed.). Mexico: FC Editorial.

Silva, W. &. (2019). *Análisis del congestionamiento vial y formulación de propuestas de mejora en la intersección semaforizada de las av. América oeste, av. Pablo Casals y av. Mansiche en Trujillo, La Libertad*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4625>



## VII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### Ajustes para el intervalo crítico y el tiempo continuo base

Intervalos Críticos Bases y Tiempos Continuos Bases			
Movimiento Vehicular	Intervalo Critico base $t_{cb}$ (s)		Tiempo Continuo $t_{fb}$ (s)
	2 carriles en calle principal	4 carriles en calle secundaria	
Giro a la izquierda - calle principal	4.1	4.1	2.2
Giro a la derecha - calle secundaria	6.2	6.9	3.3
Paso directo – calle secundaria	6.5	6.5	4.0
Giro a la izquierda – calle secundaria	7.1	7.5	3.5

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

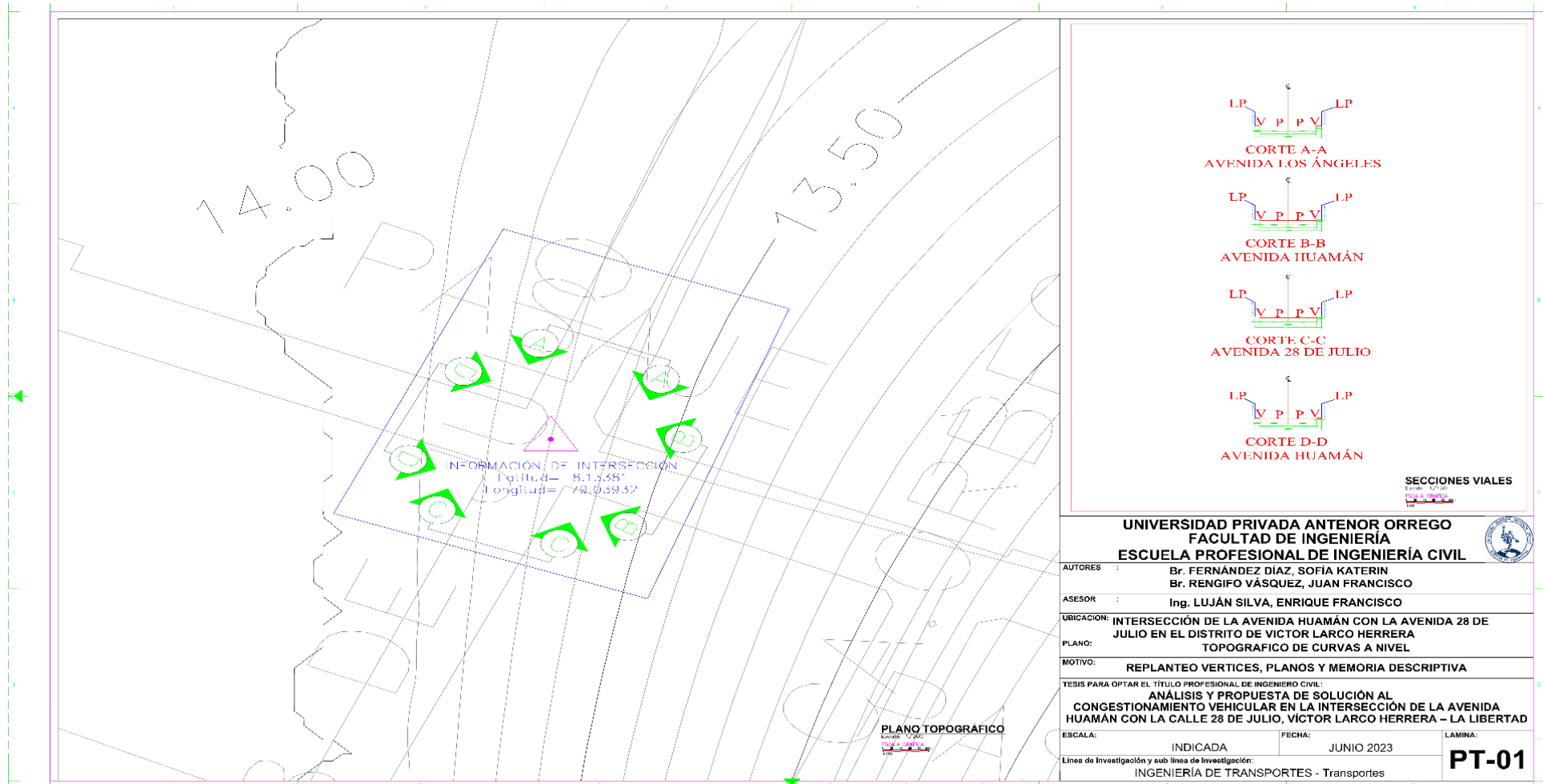
#### Ajustes para el Intervalo Crítico y Tiempos Continuos

Factor de Ajuste	Valores	
$t_{cHV}$	1.0	Calle principal de 2 carriles
	2.0	Calle principal de 4 carriles
$t_{cG}$	0.1	Movimientos 9 y 12
	0.2	Movimientos 7, 8, 10 y 11
	1.0	Otros movimientos
$t_{cT}$	1.0	1era o 2da fase del proceso de 2 fases
	0.0	Para el proceso de una sola fase
$T_{3LT}$	0.7	Giro a la izquierda en una intersección T
	0.0	Otros movimientos
$t_{fHV}$	0.9	Calle principal de 2 carriles
	1.0	Calle principal de 4 carriles

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

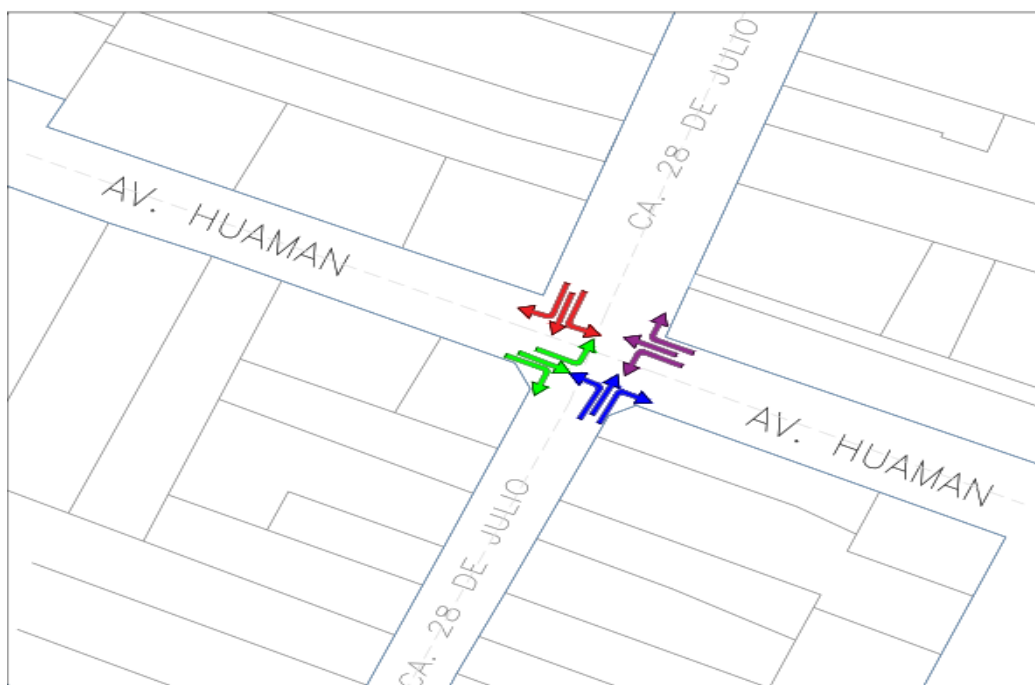
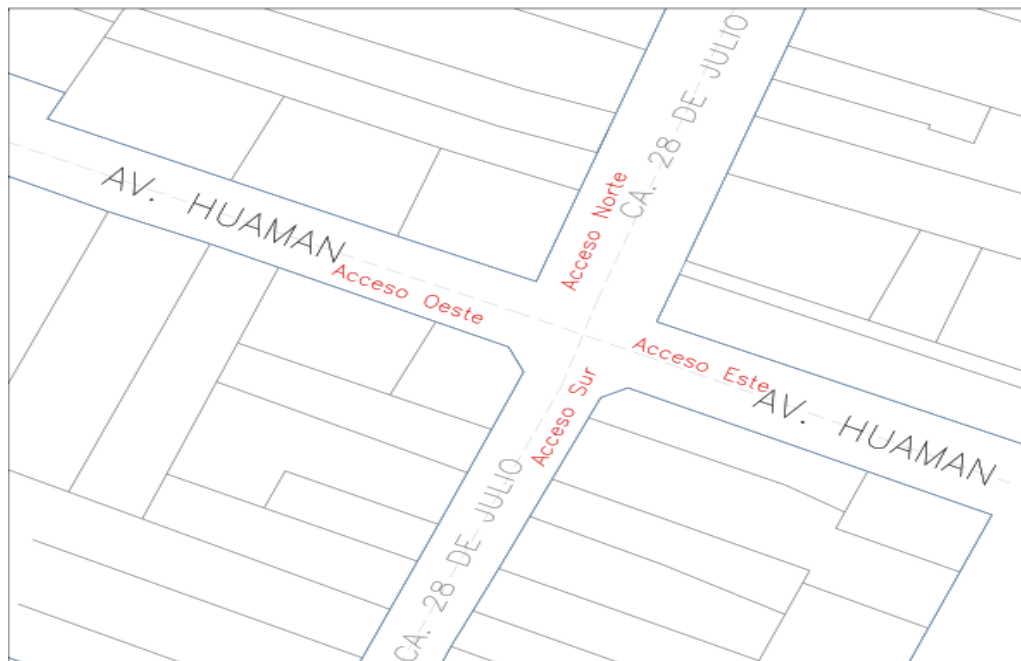
## ANEXO 2

Plano de levantamiento topográfico de secciones de vías.



### Anexo 3.

#### Accesos y movimientos en la intersección



## Anexo 4

Tabla de factor de hora pico

VIA	Av Huaman-Este			
	FACTOR DE HORA PICO (PHF) para D-Dr-Izq		Aforo Vehicular (veh/h)	
D + Dr +Izq	143	162	Movimiento	Veh mixtos/hora
	182	131	Directo	566
Max n15	182		Derecha	42
Max n60	618		Izquierda	10
PHF	n60/4*n15		TOTAL	618
PHF	0.85			
# vehiculos ligeros	571			
# vehiculos pesados	47			
% vehiculos ligeros	92%			
% vehiculos pesados	8%			

VIA	Av Huaman-Oeste			
	FACTOR DE HORA PICO (PHF) para D-Dr-Izq		Aforo Vehicular (veh/h)	
D + Dr +Izq	172	223	Movimiento	Veh mixtos/hora
	160	172	Directo	599
Max n15	223		Derecha	18
Max n60	727		Izquierda	110
PHF	n60/4*n15		TOTAL	727
PHF	0.815022422			
# vehiculos ligeros	690			
# vehiculos pesados	37			
% vehiculos ligeros	95%			
% vehiculos pesados	5%			

Nota. Tabla elaborada en base al conteo vehicular

Tabla de factor de hora pico

VIA	Ca 28 de Julio-Sur			
FACTOR DE HORA PICO (PHF) para D-Dr-Izq			Aforo Vehicular (veh/h)	
D + Dr +Izq	30	27	Movimiento	Veh mixtos/hora
	22	23	Directo	61
Max n15	30		Derecha	30
Max n60	102		Izquierda	11
PHF	n60/4*n15		TOTAL	102
PHF	0.85			
# vehiculos ligeros	101			
# vehiculos pesados	1			
% vehiculos ligeros	99%			
% vehiculos pesados	0.98%			

VIA	Ca 28 de Julio-Norte			
FACTOR DE HORA PICO (PHF) para D-Dr-Izq			Aforo Vehicular (veh/h)	
D + Dr +Izq	56	64	Movimiento	Veh mixtos/hora
	58	65	Directo	45
Max n15	65		Derecha	175
Max n60	243		Izquierda	23
PHF	n60/4*n15		TOTAL	243
PHF	0.93			
# vehiculos ligeros	240			
# vehiculos pesados	3			
% vehiculos ligeros	99%			
% vehiculos pesados	1%			

Nota. Tabla elaborada en base al conteo vehicular

## Anexo 5.

Tabla de velocidad de operación - Acceso Sur

VELOCIDAD DE OPERACIÓN			
VÍA	Calle 28 de julio-Sur		
DISTANCIA	0.05972	FECHA	
Tiempo medido en cronometro			
HORARIO	Tiempo (seg)	Tiempo (h)	Velocidad (km/h)
Primera Hora de Análisis			
07:30-08:00	6	0.0016667	35.83
08:00-08:30	6.5	0.0018056	33.08
Segunda Hora de Análisis			
13:30-14:00	7.4	0.0020556	29.05
14:00-14:30	7	0.0019444	30.71
Tercera Hora de Análisis			
18:30-19:00	8	0.0022222	26.87
19:00-19:30	9.3	0.0025833	23.12
Promedio de Velocidad en intervalo de mayor demanda			
25.00			

Nota. Tabla elaborada en base al tiempo cronometrado

## Anexo 6.

Tabla de velocidad de operación - Acceso Norte

VELOCIDAD DE OPERACIÓN			
VÍA	Calle 28 de julio-Norte		
DISTANCIA	0.09662	FECHA	
Tiempo medido en cronometro			
HORARIO	Tiempo (seg)	Tiempo (h)	Velocidad (km/h)
Primera Hora de Análisis			
07:30-08:00	9.8	0.0027222	35.49
08:00-08:30	10.1	0.0028056	34.44
Segunda Hora de Análisis			
13:30-14:00	10.2	0.0028333	34.10
14:00-14:30	10.6	0.0029444	32.81
Tercera Hora de Análisis			
18:30-19:00	11.5	0.0031944	30.25
19:00-19:30	12.5	0.0034722	27.83
Promedio de Velocidad en intervalo de mayor demanda			
29.036			

Nota. Tabla elaborada en base al tiempo cronometrado

## Anexo 7.

Tabla de velocidad de operación - Acceso Este

VELOCIDAD DE OPERACIÓN			
VÍA	Av. Huamán-Este		
DISTANCIA	0.0499	FECHA	
Tiempo medido en cronometro			
HORARIO	Tiempo (seg)	Tiempo (h)	Velocidad (km/h)
Primera Hora de Análisis			
07:30-08:00	5	0.0013889	35.93
08:00-08:30	4.5	0.0012500	39.92
Segunda Hora de Análisis			
13:30-14:00	6	0.0016667	29.94
14:00-14:30	6.3	0.0017500	28.51
Tercera Hora de Análisis			
18:30-19:00	7.8	0.0021667	23.03
19:00-19:30	7.4	0.0020556	24.28
Promedio de Velocidad en intervalo de mayor demanda			
23.653			

Nota. Tabla elaborada en base al tiempo cronometrado



## Anexo 8.

Tabla de velocidad de operación - Acceso Oeste

VELOCIDAD DE OPERACIÓN			
VÍA	Av. Huamán-Oeste		
DISTANCIA	0.0679	FECHA	
Tiempo medido en cronometro			
HORARIO	Tiempo (seg)	Tiempo (h)	Velocidad (km/h)
Primera Hora de Análisis			
07:30-08:00	7.2	0.0020000	33.95
08:00-08:30	7.9	0.0021944	30.94
Segunda Hora de Análisis			
13:30-14:00	8.3	0.0023056	29.45
14:00-14:30	8.7	0.0024167	28.10
Tercera Hora de Análisis			
18:30-19:00	9.5	0.0026389	25.73
19:00-19:30	9.7	0.0026944	25.20
Promedio de Velocidad en intervalo de mayor demanda			
25.47			

Nota. Tabla elaborada en base al tiempo cronometrado

**Anexo 9.**

*Realización de conteo vehicular de 7:30 am a 7:45 am.*



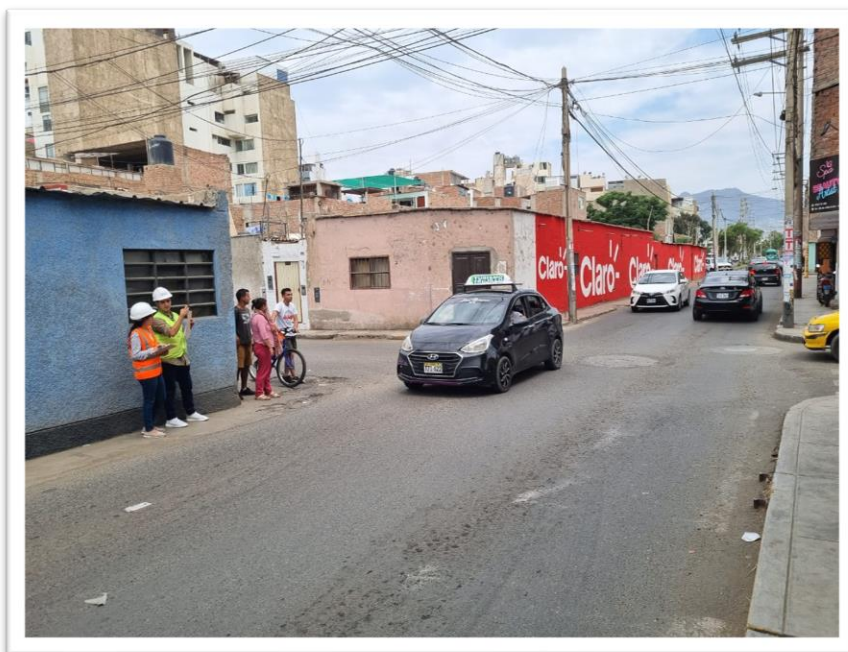
**Anexo 10.**

*Realización de conteo vehicular de 7:45 am a 8:00 am.*



**Anexo 11.**

*Realización de conteo vehicular de 8:00 am a 8:15 am.*



**Anexo 12.**

*Realización de conteo vehicular de 8:15 am a 8:30 am.*



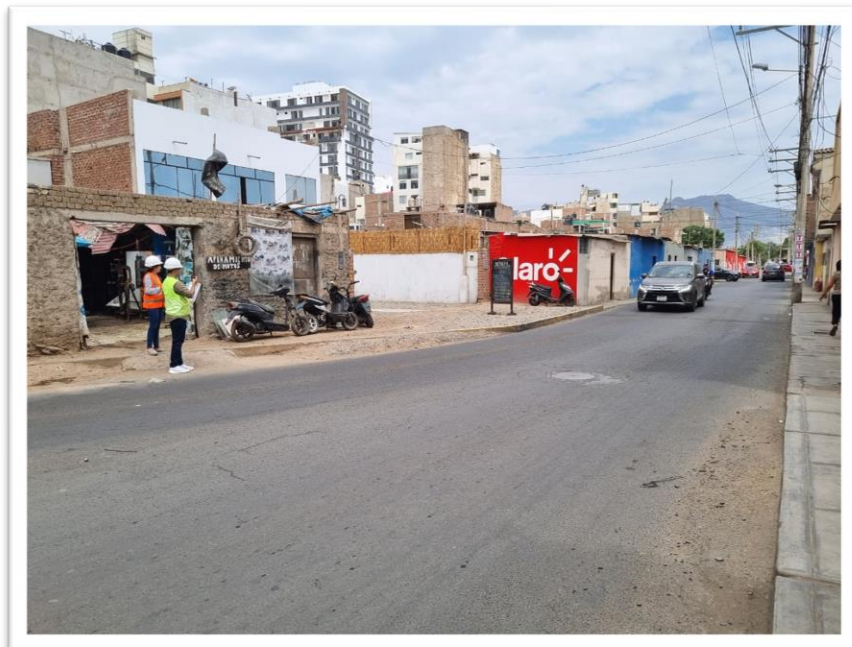
**Anexo 13.**

*Realización de conteo vehicular de 13:30 pm a 13:45 pm.*



**Anexo 14.**

*Realización de conteo vehicular de 13:45 pm a 14:00 pm.*



**Anexo 15.**

*Realización de conteo vehicular de 14:00 pm a 14:15 pm.*



**Anexo 16.**

*Realización de conteo vehicular de 14:15 pm a 14:30 pm.*



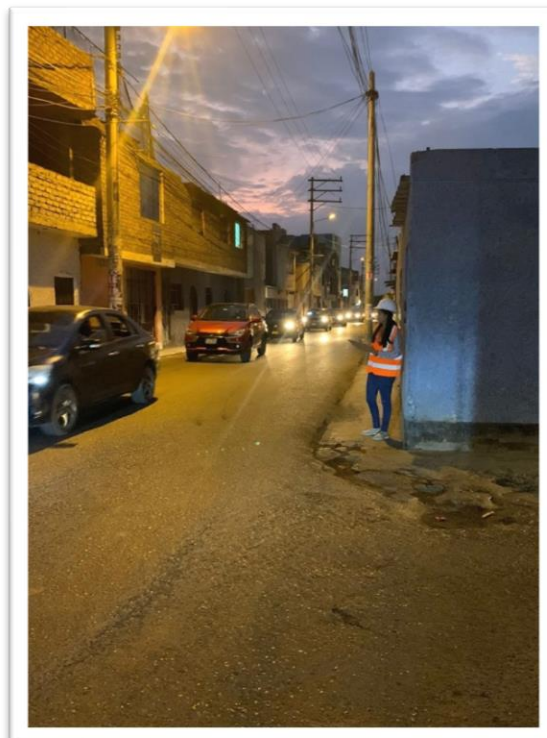
**Anexo 17.**

*Realización de conteo vehicular de 18:30 pm a 18:45 pm.*



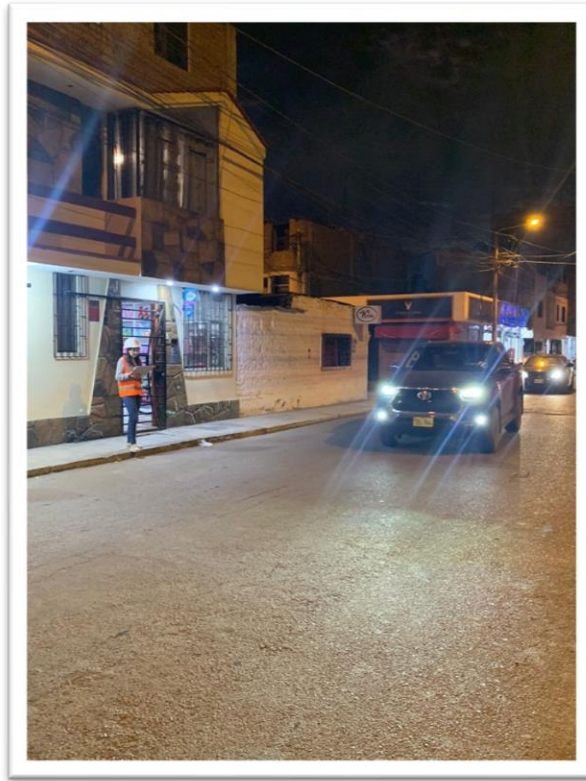
**Anexo 18.**

*Realización de conteo vehicular de 16: 45 pm a 17: 00 pm.*



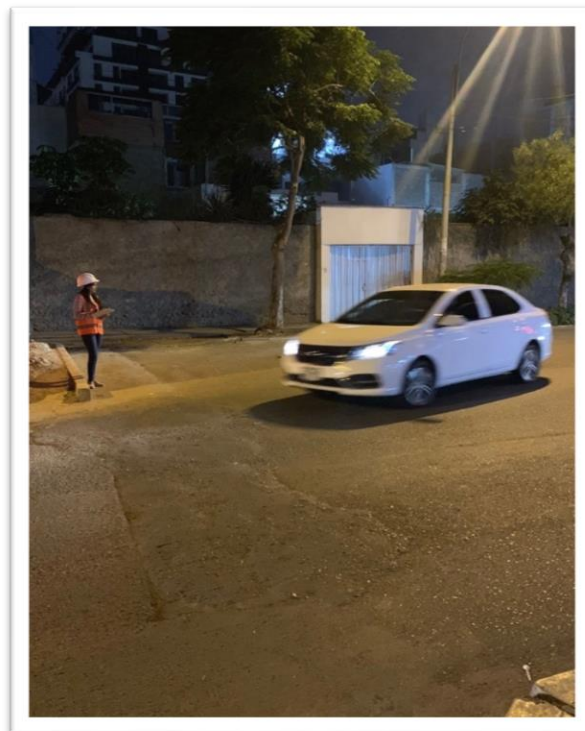
**Anexo 19.**

*Realización de conteo vehicular de 17:00 pm a 17: 15 pm.*

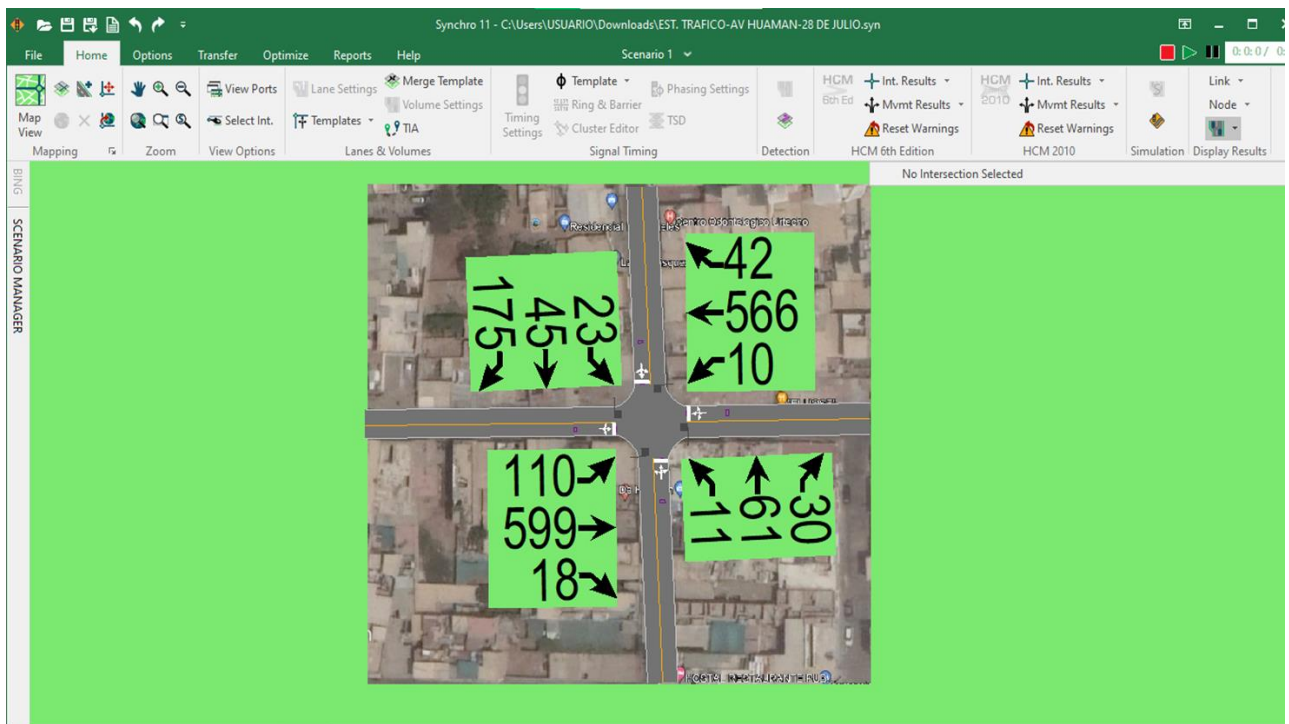


**Anexo 20.**

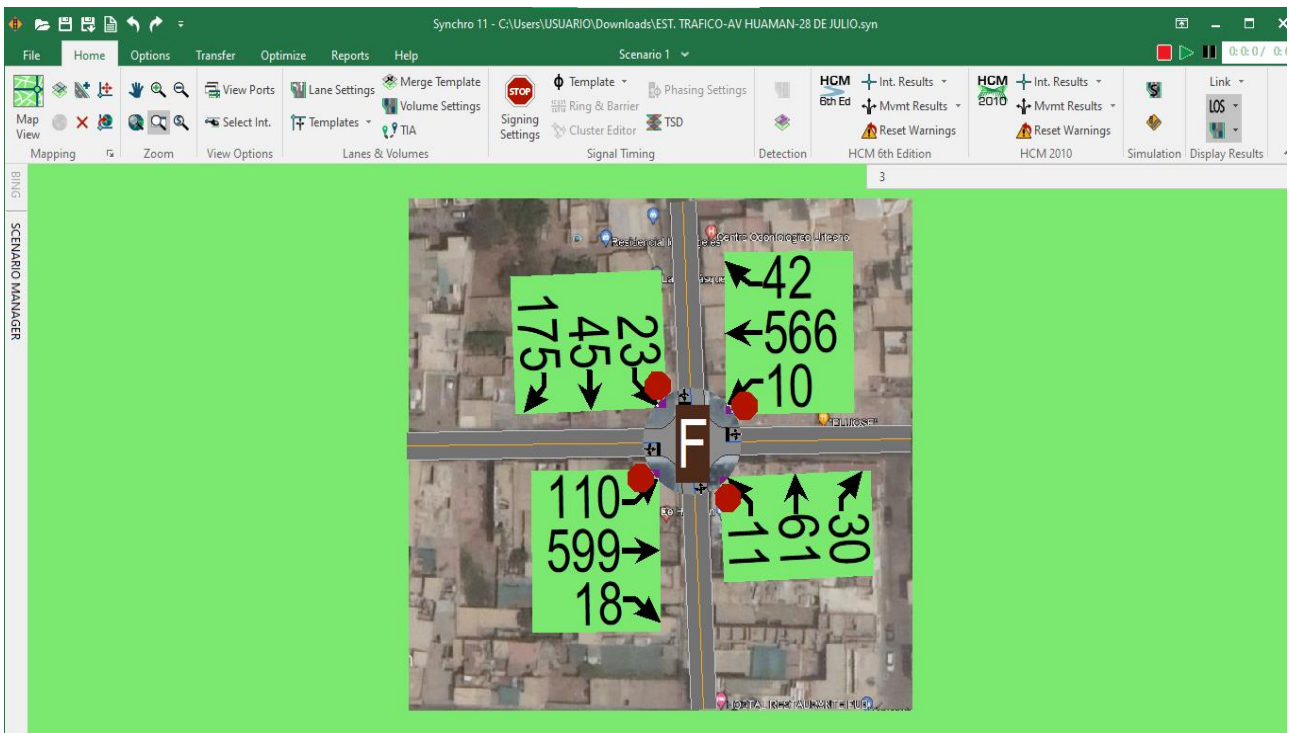
*Realización de conteo vehicular de 17:15 pm a 17: 30 pm.*



**Anexo 21.**  
*Modelamiento del tránsito actual en Synchro 11.0.*



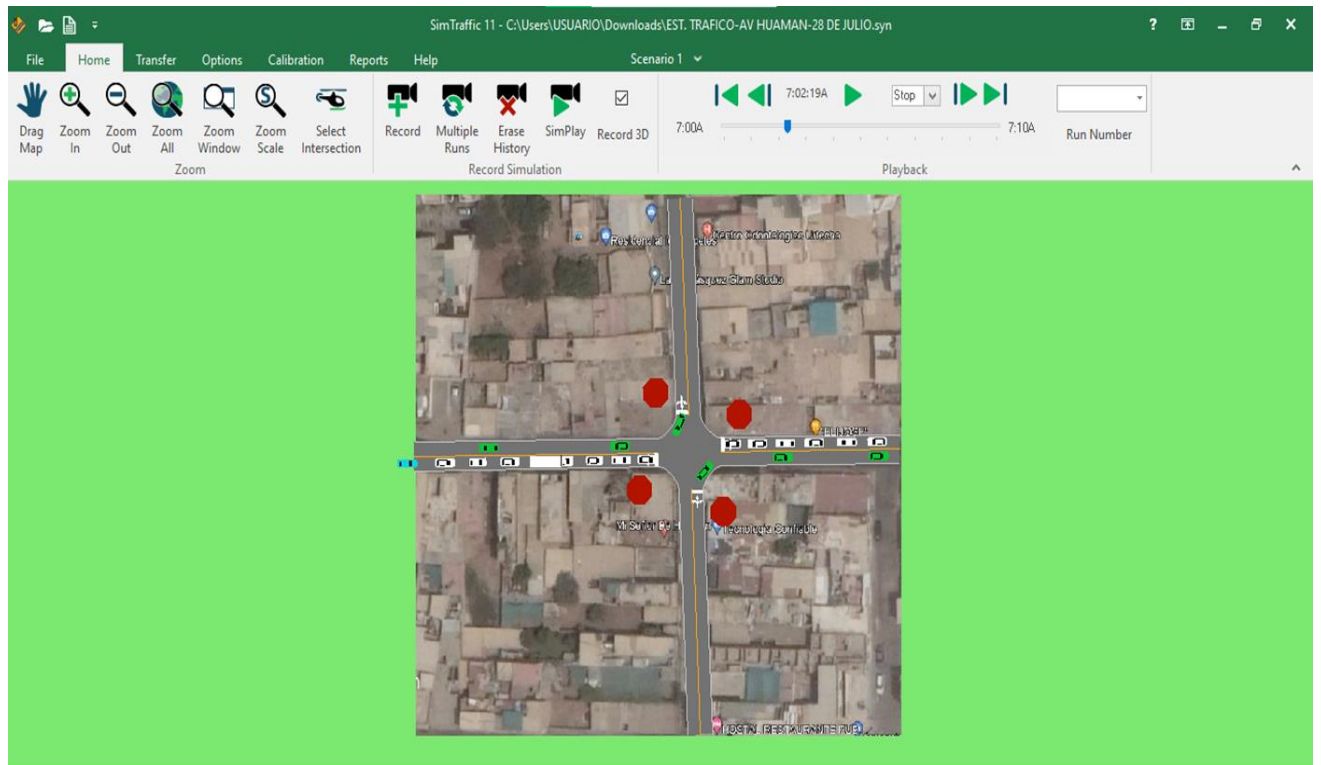
**Anexo 22.**  
*Resultados del modelamiento del tránsito actual en Synchro 11.0.*





## Anexo 23.

*Simulación del comportamiento actual del tránsito en la intersección.*















# Anexo 30.

## Conteo vehicular 01 de febrero 2023 – Sur a Norte

INTERSECCIO	Av. Huaman - Calle 28 de Julio (DE SUR A																												Veh. Mixtos / 15				
FECHA	1-Feb-23										Intervalo	15 Minutos																					
Nro Ejes	VEHICULOS									VEHICULOS																							
										Bus						Camión						Semitráiler											
Tiempo	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd
07:30-07:45	9	3	3	2	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	8	5	0	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	9	2	0	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	8	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 1</b>	<b>34</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
13:30-13:45	9	1	3	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	6	5	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	6	7	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	6	2	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 2</b>	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
18:30-18:45	5	4	2	3	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	8	3	1	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00-19:15	8	3	1	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:15-19:30	7	3	2	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 3</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

INTERSECCIO	Av. Huaman - Calle 28 de Julio (DE NORTE A																												Veh. Mixtos / 15				
FECHA	1-Feb-23										Intervalo	15 Minutos																					
Nro Ejes	VEHICULOS									VEHICULOS																							
										Bus						Camión						Semitráiler											
Tiempo	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd
07:30-07:45	4	26	4	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	4	27	2	2	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	3	26	2	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	12	21	6	3	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 1</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
13:30-13:45	5	26	3	2	8	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	7	21	7	2	10	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	7	26	5	2	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	10	23	4	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 2</b>	<b>29</b>	<b>96</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
18:30-18:45	9	24	4	0	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	8	26	3	3	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00-19:15	11	25	3	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:15-19:30	13	24	2	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 3</b>	<b>41</b>	<b>99</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>









### Anexo 34.

### Conteo vehicular 03 de febrero 2023 – Sur a Norte

INTERSECCIO	Av. Huaman - Calle 28 de Julio (DE SUR A																														Veh. Mixtos / 15		
FECHA	3-Feb-23									Intervalo	15 Minutos																						
Nro Ejes	VEHICULOS									VEHICULOS																							
										Bus						Camión						Semitráiler											
Tiempo	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd
07:30-07:45	8	6	3	2	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	10	9	0	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	9	2	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	8	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 1</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
13:30-13:45	11	1	3	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	12	5	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	6	7	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	10	2	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 2</b>	<b>39</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
18:30-18:45	10	4	2	3	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	9	3	1	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00-19:15	8	3	1	5	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:15-19:30	7	3	2	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 3</b>	<b>34</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

INTERSECCIO	Av. Huaman - Calle 28 de Julio (DE NORTE A																														Veh. Mixtos / 15		
FECHA	3-Feb-23									Intervalo	15 Minutos																						
Nro Ejes	VEHICULOS									VEHICULOS																							
										Bus						Camión						Semitráiler											
Tiempo	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd	Directo	Derech	Izquierd
07:30-07:45	6	12	4	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	5	15	2	2	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	3	14	2	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	12	13	6	3	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 1</b>	<b>26</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
13:30-13:45	10	16	3	2	8	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45-14:00	12	11	7	2	10	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00-14:15	7	14	5	2	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15-14:30	8	15	4	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 2</b>	<b>37</b>	<b>56</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
18:30-18:45	9	19	4	0	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	8	17	3	3	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00-19:15	11	14	3	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:15-19:30	19	16	2	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL 3</b>	<b>47</b>	<b>66</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>







