

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Propuesta de mejora de la transitabilidad mediante sistemas inteligentes**

**de transporte en el Distrito de Chaupimarca – Pasco, 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

**Bach. Aleksander David LEON CORDOVA**

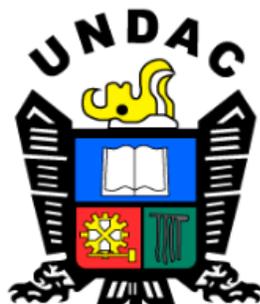
**Bach. Jean Marco CHAVEZ NAVARRO**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Propuesta de Mejora de la Transitabilidad Mediante Sistemas  
Inteligentes de Transporte en el Distrito de Chaupimarca – Pasco, 2021**

**Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:**

---

**Mag. Eleuterio Andrés ZA VALETA SANCHEZ**

**PRESIDENTE**

---

**Mag. Pedro YARASCA CORDOVA**

**MIEMBRO**

---

**Mag. José Germán RAMIREZ MEDRANO**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A las personas que nos apoyaron constantemente y  
fueron de motivación para llegar a cumplir nuestras  
metas.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y sobre todo a la facultad de Ingeniería Civil por albergarnos durante nuestra permanencia en instalaciones al cual nos brindaron conocimientos teóricos, sino que también de capacidades, habilidades y además de valores que nos ayudaran a desarrollarnos como profesionales para los días futuros.

A las personas que nos dieron su apoyo y consejo lo cual nos sirvió para poder aportar lo máximo de nosotros y no caer en este proceso.

A los docentes e ingenieros de la facultad de Ingeniería Civil que nos proporcionaron lo necesario de sus conocimientos y que pusieron bases importantes para nuestro proceso como profesionales.

## RESUMEN

Esta investigación tuvo la finalidad de implementar sistemas inteligentes de transporte para mejorar la transitabilidad de las vías, el método de investigación es de enfoque cuantitativo, el nivel de investigación es explicativa además se aplicó un diseño no experimental en la que participaron los usuarios de la avenida Circunvalación Tupac Amaru, avenida Circunvalación Arenales y Jirón San Cristóbal, lo que se realizaron conteos vehiculares y peatonales en horas pico donde se presentan mayor volumen de tránsito, luego se realizó en gabinete los cálculos correspondientes para finalmente obtener valores del software de simulación de tráfico Vissim. Se utilizó como instrumentos, formatos acordes para realizar los conteos de los usuarios de la vía y de las medidas del diseño geométrico. Los resultados evidencian una mejoría del nivel de servicio desde el “nivel E” hasta un “nivel C”, al utilizar semáforos inteligentes y tableros de señalización variable. Por lo tanto, se concluye que la utilización de los semáforos inteligentes y tableros de señalización variable mejoran la transitabilidad de la intersección de la Avenida Circunvalación Tupac Amaru, Avenida Circunvalación Arenales y Jirón San Cristóbal.

**Palabra clave:** Transitabilidad, Sistema de Transporte Inteligente.

## **ABSTRACT**

This investigation had the purpose of implementing intelligent transport systems to improve the passability of the roads, the research method is quantitative, the level of research is explanatory, in addition, a non-experimental design was applied in which the users of the avenue participated. Circunvalación Tupac Amaru, Circunvalación Arenales and Jirón San Cristóbal avenues, which carried out vehicular and pedestrian counts at peak hours where there is a greater volume of traffic, then the corresponding calculations were carried out in the office to finally obtain values from the Vissim traffic simulation software. It was used as instruments, consistent formats to carry out the counts of the road users and the measurements of the geometric design. The results show an improvement in the level of service from "level E" to "level C", by using intelligent traffic lights and variable signaling boards. Therefore, it is concluded that the use of intelligent traffic lights and variable signaling boards improve the trafficability of the intersection of Avenida Circunvalación Tupac Amaru, Avenida Circunvalación Arenales and Jirón San Cristóbal.

**Keyword:** Walkability, Intelligent Transportation System.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la poca planificación del desarrollo urbano de la ciudad de Pasco, se generaron sistemas viales ineficientes en la actualidad, vías donde podemos encontrar grandes problemas de tráfico, congestiones vehiculares, señalización inadecuada, poca educación vial para los usuarios, paraderos informales, la falta de implementación de dispositivos de control de tránsito, entre otros, que generan grandes problemas y caos vehiculares en ciertos puntos más concurridos de nuestra ciudad, siendo el propósito fundamental de esta investigación es proponer Sistemas Inteligentes de Transporte como la Semaforización Inteligente y tableros de señalización variable en las avenidas Circunvalación Arenales, Circunvalación Tupac Amaru y el Jr. San Cristóbal del distrito de Chaupimarca – Pasco, ya que en gran parte del mundo se han implementado, debido a su gran aporte y se ha vuelto indispensable para el transporte urbano. Además, es de conocimiento su nulo uso en la Región de Pasco debido al desconocimiento de las características que tienen estos sistemas.

Para esto se tomaron las características del diseño geométrico y el volumen de tránsito de las avenidas Circunvalación Arenales, Circunvalación Tupac Amaru y el Jr. San Cristóbal para poder determinar el nivel de servicio actual con y sin los Sistemas Inteligentes de Transporte.

La investigación titulada **“Propuesta de mejora de la transitabilidad mediante sistemas inteligentes de transporte en el distrito de Chaupimarca – Pasco, 2021”**, por ende, esta investigación se distribuye en cuatro capítulos en los cuales se describe lo importante para desarrollar este estudio.

**CAPÍTULO I:** Se da a expresar los fundamentos que nos llevaron a ejecutar este estudio, en donde expresamos los problemas y su correspondiente finalidad para estos, dándole el argumento necesario, además, de tomar las limitaciones que se tendrán en el proceso de la investigación.

**CAPÍTULO II:** En este capítulo se da en conocimiento las bases teóricas en relación al tema de estudio, los documentos usados de antecedentes fueron de importancia para diferenciar algunas incertidumbres que implica este estudio, además, brinda un patrón del esquema que pueda servirnos de guía en el desarrollo de la investigación lo cual es de nuestra autoría, por último, se proporciona en base a esto las variables e hipótesis.

**CAPÍTULO III:** Se detalla el proceso que se realizó durante el estudio y que se necesitan seguir de acorde a las normas que buscan para poder proporcionar confiabilidad y efectuar la investigación, basada en antecedentes teóricos estudiados en nuestra etapa como universitarios.

**CAPÍTULO IV:** En este capítulo se muestran tablas e imágenes de los análisis realizados y sus respectivos resultados para luego proporcionar una decisión en relación a la hipótesis planteada y al final dar las recomendaciones y conclusiones con respecto a este estudio.

Además de presentar los ANEXOS donde se encuentra evidencias como tablas y fotografías elaboradas para su confiabilidad y la veracidad del trabajo de investigación realizada.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

### CAPITULO I

#### PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema. ....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
	1.3.1. Problema principal. ....	2
	1.3.2. Problemas específicos .....	2
1.4.	Formulación de Objetivos.....	3
	1.4.1. Objetivo General. ....	3
	1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación. ....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	3

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	4
------	------------------------------	---

2.1.1. Antecedentes internacionales .....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.2. Bases teóricas - científicas.....	10
2.2.1. Dispositivos de control de tránsito:.....	10
2.2.2. Sistema de Transporte Inteligente .....	13
2.2.3. Transitabilidad.....	17
2.2.4. Simulación de tráfico vehicular.....	18
2.3. Definición de términos básicos.....	25
2.4. Formulación de Hipótesis .....	26
2.4.1. Hipótesis General .....	26
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	27
2.5. Identificación de Variables. ....	27
2.5.1. Variable independiente.....	27
2.5.2. Variable dependiente.....	27
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores. ....	27
2.6.1. Transitabilidad:.....	27
2.6.2. Sistemas inteligentes de Transporte .....	28

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de investigación.....	29
---------------------------------	----

3.2.	Nivel de investigación .....	29
3.3.	Métodos de investigación .....	30
3.4.	Diseño de investigación.....	31
3.5.	Población y muestra.....	31
	3.5.1. Población:.....	31
	3.5.2. Muestra:.....	32
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	33
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	35
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	39
	3.8.1. Ubicación de la zona de estudio .....	39
	3.8.2. Análisis vial de la zona de estudio .....	39
	3.8.3. Análisis de la intersección.....	40
	3.8.4. Características de la intersección .....	41
	3.8.5. Determinación del tráfico vehicular .....	45
	3.8.6. Determinación del tráfico peatonal .....	45
	3.8.7. Diagnóstico de la vía .....	45
	3.8.8. Velocidad de viaje.....	46
	3.8.9. Simulación del tráfico .....	46
	3.8.10. Desempeño de la vía.....	47
3.9.	Tratamiento Estadístico .....	48

3.10.	Orientación ética filosófico y epistémica.....	49
-------	--	----

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción de trabajo en campo.....	50
4.1.1.	Características viales de la zona de estudio .....	50
4.1.2.	Recolección de datos.....	62
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	64
4.2.1.	Volumen vehicular actual.....	65
4.2.2.	Tránsito futuro.....	76
4.2.3.	Simulación.....	77
4.2.4.	Análisis e interpretación de resultados .....	82
4.3.	Prueba de hipótesis .....	85
4.3.1.	Correlación de Pearson.....	88
4.3.2.	Resultados .....	97
4.4.	Discusión de resultados .....	104

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Factores que intervienen en la transitabilidad .....	18
<b>TABLA 2:</b> Comparación de los componentes operativos de los softwares de simulación de tráfico.....	22
<b>TABLA 3:</b> Cuadro comparativo de simuladores de tráfico.....	24
<b>TABLA 4:</b> Tabla de validación por juicio de expertos.....	35
<b>TABLA 5:</b> Análisis de las dimensiones de cunetas .....	57
<b>TABLA 6:</b> Análisis de las dimensiones de las rampas .....	59
<b>TABLA 7:</b> Resumen de Aforo Vehicular .....	65
<b>TABLA 8:</b> Resumen de Aforo Vehicular (Mañana) .....	66
<b>TABLA 9:</b> Resumen de Aforo Vehicular (Tarde) .....	66
<b>TABLA 10:</b> Resumen de Aforo Vehicular (Noche).....	67
<b>TABLA 11:</b> Aforo vehicular lunes 05 de julio 2021 .....	69
<b>TABLA 12:</b> Aforo vehicular miércoles 30 de junio 2021 .....	69
<b>TABLA 13:</b> Aforo vehicular viernes 02 de julio 2021 .....	70
<b>TABLA 14:</b> VHMD (lunes-mañana).....	71
<b>TABLA 15:</b> VHMD (lunes-tarde) .....	71
<b>TABLA 16:</b> VHMD (lunes-noche).....	71
<b>TABLA 17:</b> VHMD (miércoles-mañana).....	72
<b>TABLA 18:</b> VHMD (miércoles-tarde) .....	72
<b>TABLA 19:</b> VHMD (miércoles-noche).....	72
<b>TABLA 20:</b> VHMD (viernes-mañana).....	73
<b>TABLA 21:</b> VHMD (viernes-tarde) .....	73

<b>TABLA 22:</b> VHMD (viernes-noche).....	73
<b>TABLA 23:</b> Flujo horario de máxima demanda.....	74
<b>TABLA 24:</b> Vehículo predominante por acceso .....	76
<b>TABLA 25:</b> Volúmenes semanales-Estación 01 .....	76
<b>TABLA 26:</b> Volúmenes semanales-Estación 02 .....	76
<b>TABLA 27:</b> Resumen de volúmenes vehiculares.....	76
<b>TABLA 28:</b> Transito medio diario anual (TMDA). .....	77
<b>TABLA 29:</b> Resultados del nivel de servicio actual y al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) - Programa PTV Vissim 2023.....	81
<b>TABLA 30:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 7 a 9 am. ....	82
<b>TABLA 31:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 12 a 2 pm. ....	83
<b>TABLA 32:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 5 a 7 pm. ....	83
<b>TABLA 33:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 7 a 9 am. ....	84
<b>TABLA 34:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 12 a 2 pm. ....	84
<b>TABLA 35:</b> Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 5 a 7 pm. ....	85

<b>TABLA 36:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 7 a 9 am,.....	86
<b>TABLA 37:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 12 a 2 pm, .....	86
<b>TABLA 38:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 5 a 7 pm, .....	87
<b>TABLA 39:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 7 a 9 am,.....	87
<b>TABLA 40:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 12 a 2 pm, .....	87
<b>TABLA 41:</b> Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 5 a 7 pm, .....	88
<b>TABLA 42:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente) – Estación 1 .....	90

<b>TABLA 43:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Tablero de Señalización Variable) – Estación 1 .....	91
<b>TABLA 44:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) – Estación 1 .....	92
<b>TABLA 45:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente) – Estación 2 .....	94
<b>TABLA 46:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Tablero de Señalización Variable) – Estación 2 .....	95
<b>TABLA 47:</b> Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) – Estación 2 .....	96
<b>TABLA 48:</b> Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am. ....	98
<b>TABLA 49:</b> Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm. ....	99
<b>TABLA 50:</b> Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm. ....	100
<b>TABLA 51:</b> Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am. ....	101
<b>TABLA 52:</b> Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm. ....	102
<b>TABLA 53:</b> Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm. ....	103
<b>TABLA 54:</b> Análisis del Nivel de Servicio de la Estación 1 .....	104
<b>TABLA 55:</b> Análisis del Nivel de Servicio de la Estación 2 .....	106

<b>TABLA 56:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 1.....	110
<b>TABLA 57:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable) - Estación 1 .....	111
<b>TABLA 58:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 1 .....	112
<b>TABLA 59:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 2.....	113
<b>TABLA 60:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (tablero de Señalización variable) - Estación 2.....	114
<b>TABLA 61:</b> Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 2 .....	115
<b>TABLA 62:</b> Matriz de operacionalización de variables .....	144
<b>TABLA 63:</b> Matriz de consistencia .....	145

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen de los Sistemas Inteligentes de Transporte .....	13
Figura 2: Imagen de SemafORIZACIÓN Inteligente.....	14
Figura 3: Imagen de sensores viales .....	15
Figura 4: Imagen de paga electrónica.....	16
Figura 5: Imagen de Transitabilidad (Infraestructura, Actividad y Prioridad).....	17
Figura 6: Imagen de la determinación de la muestra.....	33
Figura 7: Flujograma de las actividades del proyecto de investigación .....	34
Figura 8: Ubicación de la zona de estudio.....	39
Figura 9: Plano de la intersección del Jr. San Cristóbal, con la Av. Circunvalación Arenales y la Av. Circunvalación Tupac Amaru.....	41
Figura 10: Características geométricas de las vías de la intersección .....	42
Figura 11: Localización de los semáforos en la intersección .....	42
Figura 12: Localización de las señales de tránsito .....	43
Figura 13: Estado de las señales horizontales del Jr. San Cristóbal.....	44
Figura 14: Estado de las señales horizontales de la Avenida Circunvalación Tupac Amaru .....	44
Figura 15: Características de los niveles de servicio.....	47
Figura 16: Clasificación de los niveles de servicio de acuerdo al tiempo de demora .....	48
Figura 17: Características viales de la intersección.....	50
Figura 18: Dimensiones de las vías .....	51
Figura 19: Dimensiones del Jr. San Cristóbal .....	51
Figura 20: Dimensiones de la Av. Circunvalación Tupac Amaru.....	52

Figura 21: Dimensiones de la Av. Circunvalación Arenales .....	52
Figura 22: Pendiente del Jr. San Cristóbal .....	53
Figura 23: Pendiente de la Av. Circunvalación Tupac Amaru.....	53
Figura 24: Pendiente de la Av. Circunvalación Arenales.....	54
Figura 25: Tipos de vías urbanas.....	54
Figura 26: Características de las vías urbanas.....	55
Figura 27: Dimensiones de veredas del Jr. San Cristóbal .....	55
Figura 28: Dimensiones de veredas de la Av. Circ. Arenales .....	56
Figura 29: Dimensiones de veredas de la Av. Circ. Tupac Amaru .....	56
Figura 30: Dimensiones de cunetas.....	56
Figura 31: Dimensiones de rampas del Jr. San Cristóbal .....	58
Figura 32: Dimensiones de rampas de la Av. Circ. Tupac Amaru.....	58
Figura 33: Dimensiones de rampas de la Av. Circ. Arenales.....	59
Figura 34: Localización de semáforos.....	59
Figura 35: Localización de las señales verticales.....	60
Figura 36: Localización de las señales horizontales.....	61
Figura 37: Radio de curva en una intersección .....	62
Figura 38: Ubicación de la Intersección Av. Circunvalación Arenales-Jr. San Cristóbal ..	63
Figura 39: Tipos de vehículos según formato del MTC.....	64
Figura 40: Localización de estaciones de conteo .....	68
Figura 41: Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim.....	78

Figura 42: Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021 .....	78
Figura 43: Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim.....	79
Figura 44: Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021 .....	79
Figura 45: Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021 .....	80
Figura 46: Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021 .....	80
Figura 47: Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021 .....	80
Figura 48: Instrumentos de validación (Características de la vía) .....	127
Figura 49: Instrumentos de validación (Registro de conflictos) .....	128
Figura 50: Instrumentos de validación (Conflictos vehiculares).....	129
Figura 51: Instrumentos de validación (Registro de señales verticales) .....	130
Figura 52: Instrumentos de validación (Registro de señales horizontales) .....	131
Figura 53: Instrumentos de validación (Registro de dispositivos de control).....	132
Figura 54: Instrumentos de validación (Registro de semáforos).....	133
Figura 55: Formato de conteo vehicular.....	134
Figura 56: Ficha de Validación por expertos N°01 (Datos) .....	135
Figura 57: Ficha de Validación por expertos N°01 (Calificación).....	136
Figura 58: Ficha de Validación por expertos N°01 (Observaciones).....	137

Figura 59: Ficha de Validación por expertos N°02 (Datos) .....	138
Figura 60: Ficha de Validación por expertos N°02 (Calificación).....	139
Figura 61: Ficha de Validación por expertos N°02 (Observaciones).....	140
Figura 62: Ficha de Validación por expertos N°03 (Datos) .....	141
Figura 63: Ficha de Validación por expertos N°03 (Calificación).....	142
Figura 64: Ficha de Validación por expertos N°03 (Observaciones).....	143
Figura 65: Vehículos utilizados para la simulación de tráfico en PTV Vissim.....	146
Figura 66: Estaciones de control vehicular .....	147
Figura 67: Mediciones de las características geométricas de las vías .....	148
Figura 68: Estado actual de las vías .....	149
Figura 69: Ubicación de los ITS propuestos a implementar .....	150

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resumen de Aforo Vehicular por día.....	65
Gráfico 2: Resumen de Aforo Vehicular – Turno mañana.....	66
Gráfico 3: Resumen de Aforo Vehicular – Turno tarde .....	66
Gráfico 4: Resumen de Aforo Vehicular – Turno noche .....	67
Gráfico 5: VHMD(lunes-mañana).....	71
Gráfico 6: VHMD(lunes-tarde) .....	71
Gráfico 7: VHMD(lunes-noche).....	71
Gráfico 8: VHMD(miércoles-mañana).....	72
Gráfico 9: VHMD (miércoles-tarde) .....	72
Gráfico 10: VHMD (miércoles-noche) .....	72
Gráfico 11: VHMD (viernes-mañana).....	73
Gráfico 12: VHMD (viernes-tarde).....	73
Gráfico 13: VHMD (viernes-noche) .....	73
Gráfico 14: Volumen horario de máxima demanda .....	74
Gráfico 15: Distribución de vehículos Jr. San Cristóbal .....	75
Gráfico 16: Distribución de vehículos Av. Tupac Amaru.....	75
Gráfico 17: Tránsito diario .....	77
Gráfico 18: Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am. ....	98
Gráfico 19: Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.....	99
Gráfico 20: Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.....	100
Gráfico 21: Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am. ....	101
Gráfico 22: Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.....	102

Gráfico 23: Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.....	103
Gráfico 24: Mejora del Nivel de Servicio al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 .....	109
Gráfico 25: Mejora del Nivel de Servicio al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 .....	109
Gráfico 26: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 1 .....	110
Gráfico 27: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable) - Estación 1 .....	111
Gráfico 28: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 1 .....	112
Gráfico 29: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 2.....	113
Gráfico 30: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (tablero de Señalización variable) - Estación 2.....	114
Gráfico 31: Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 2 .....	115

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema.**

La poca planificación del desarrollo urbano de la ciudad de Pasco, generaron sistemas viales ineficientes en la actualidad, vías donde podemos encontrar grandes problemas de tráfico, congestiones vehiculares, señalización inadecuada, poca educación vial para los usuarios, paraderos informales, la falta de implementación de dispositivos de control de tránsito, entre otros, generan grandes problemas y caos vehiculares en ciertos puntos más concurridos de nuestra ciudad, tal es el caso que existen zonas de gran congestión vehicular como el presente lugar de estudio, ya que por esta vía concurren lugares muy importantes como la plaza Carrión, la terminal terrestre, el municipio provincial, entre otros, por lo cual es una zona de alto congestionamiento vehicular, donde además de ello, podemos encontrar paraderos improvisados en esta vías congestionada, y un deficiente sistema de tránsito, el cual

pueda dar seguridad a los usuarios y mejorar las calidad de transitabilidad por estas vías, ya que por estas concurren vías secundarias que también se verían afectadas.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El presente estudio se realizará en el Distrito de Chaupimarca para proponer un modelo basado en la implementación de los sistemas inteligentes de transporte, por lo cual se eligió un cruce representativo en la cual convergen tres vías importantes que tienen un gran volumen de flujo vehicular.

El área de cobertura abarca las siguientes vías:

- a. Jr. San Cristóbal
- b. Av. Circunvalación Tupac Amaru
- c. AV. Circunvalación Arenales

## **1.3. Formulación del problema.**

### **1.3.1. Problema principal.**

- ¿Como se podría mejorar la transitabilidad del distrito de Chaupimarca implementando sistemas inteligentes de transporte?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo podemos disminuir la congestión vehicular en el distrito de Chaupimarca?
- ¿De qué manera se podría determinar el tránsito del sistema vial del distrito de Chaupimarca?
- ¿Cuáles son los efectos de la implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el sistema vial del distrito de Chaupimarca?

## **1.4. Formulación de Objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo General.**

- Determinar los sistemas inteligentes de transporte para mejorar la transitabilidad del distrito de Chaupimarca, Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar el flujo vehicular para determinar los ITS necesarios en el distrito de Chaupimarca.
- Realizar la simulación de tránsito actual y futuro con la implementación de los ITS del distrito de Chaupimarca, Pasco.
- Evaluar los efectos de la implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el sistema vial del distrito de Chaupimarca.

## **1.5. Justificación de la investigación.**

Esta investigación se basa en la implementación de sistemas de transporte inteligente que permitan una mejora en la transitabilidad en el distrito de Chaupimarca - Pasco para disminuir la congestión vehicular. Es necesario la implementación de los ITS porque permitirá mejorar los niveles de servicio, optimizar los tiempos de transporte, disminuir la contaminación ambiental y mejorar la seguridad vial en la zona de estudio.

## **1.6. Limitaciones de la investigación.**

Las limitaciones que tuvo la investigación, son la poca información del tema en nuestro país, y las circunstancias actuales debido a la pandemia que hacen poco accesibles a la obtención de la información para poder determinar los flujos vehiculares.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Según Aguirre (2018) en la trabajo de investigación en su maestría *“Diagnóstico del aporte de nuevos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) en georreferenciación dinámica para la planificación del tránsito y transporte para la ciudad de Bogotá D.C.”*, Colombia, tiene como objetivo determinar las ventajas técnicas y de inversión que se obtendrán al implementar sistemas tecnológicos para el sistema de transporte de Bogotá para recolectar información del tráfico para la planificación de las redes viales de la ciudad de Bogotá. La justificación de la investigación se basa en determinar los beneficios para la inversión pública en los sistemas de transporte de Bogotá mediante las herramientas tecnológicas como los ITS. El método de investigación empleado es mixto, cualitativo y cuantitativo utilizando la recolección de información para su estudio. La muestra de la

investigación está conformada por los usuarios de los sistemas de transporte en Bogotá. Los resultados indican que mediante el uso de los ITS se incrementa en un 60% para la recopilación de información del tráfico en tiempo real. La investigación concluye que el uso de la información recopilada por los Sistemas Inteligentes de Transporte tiene un gran potencial en la actualidad para la ingeniería de transporte en Bogotá.

Según Manzo y Arzate (2019) en la tesis de grado “*Sistema de Semáforos Inteligentes para el Control de Tráfico Vehicular*”, México, tiene como objetivo determinar un sistema de semáforos inteligentes que identifique las zonas más críticas de la ciudad de Nezahualcóyotl, México. La justificación del estudio busca la solución para regular el tráfico mediante la implementación de un tipo de Sistema Inteligente de Transporte como lo es el semáforo inteligente que serán empleados en los cruces de las avenidas más concurridas. La metodología que se usó para desarrollar el sistema de semaforización inteligente fue el SCRUM el cual permite obtener resultados de mejoras continuas en el control del tránsito. La muestra de investigación estuvo delimitada en la ciudad de Nezahualcóyotl, México. Los resultados que se obtuvieron del conteo vehicular indican que la intersección de la Av. Vicente Villada y la 4ª Avenida presentan mayor nivel de congestión. La investigación concluye que el uso de semáforos inteligentes disminuye el tránsito vehicular recomendando que estos deben operar de manera constante y permanente.

Según Quintero J. y Prieto L (2015), en su investigación “*Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte*”, Colombia, describe el control de la congestión vehicular, accidentes y contaminación del sistema de transporte mediante sistemas inteligentes de transporte, teniendo

mediante el uso de este sistema un control para la operación del transporte público. El método de investigación utilizado es descriptivo, determinando las características principales de los ITS en Latinoamérica, con el objetivo de disminuir el congestionamiento vial, los accidentes y mejorar la productividad. Los autores llegaron a la conclusión que los ITS optimizan el tránsito tanto en zonas urbanas como en rurales, lo cual es muy útil para el control del transporte de una forma eficiente, segura y económica.

Según Evstatiev B., Balbuzanov T., Beloev I. y Pencheva V. (2019), en su investigación “*Sistema Inteligente Para Mejorar La Seguridad De Los Peatones Semáforos*” se analizó los accidentes de tráfico por alta concentración de vehículos y o peatones, la cual se estudia un tipo de semáforo especial para ubicarlos en puntos estratégicos para mejorar la seguridad en Bulgaria. El procedimiento para investigación fue de tipo descriptivo y de diseño de investigación explicativo. Como muestra de estudio usaron los puntos más críticos en Bulgaria. Los instrumentos de recolección fueron las características de los puntos críticos (intersecciones y tramos de vía). Como principales resultados, al usar el ITS que son los “Semáforos de Detección” los hace más aplicables en diferentes condiciones climáticas como lluvia, nieve, polvo, etc., y ofrece una mejora sobre la corriente de la situación. El artículo llegó a la conclusión que se puede detectar a los peatones en zonas de espera para optimizar los problemas de tráfico y evitar retrasos para personas discapacitadas o de protección contra usuarios problemáticos.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Escobedo y Estela (2019) en la tesis de grado “Propuesta de mejoramiento de los niveles de servicio en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete mediante la aplicación de tecnologías basadas en el uso de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)” tiene como objetivo principal plantear una solución de mejora para la transitabilidad de las vías elegidas por los autores con Sistemas Inteligentes de Transporte y demostrarlos mediante el software de simulación de tráfico llamado Vissim. La prueba de este estudio muestra que existe problemas en la transitabilidad en las horas punta de la zona, tanto de mañana como en el atardecer, por lo que según el mapa de procesos de la zona efectuada por la Municipalidad de Surco, el flujo vehicular logra conseguir en aproximación a siete mil vehículos por hora (7000 veh/hora). Este gran cumulo de vehículos generaba largas colas de grandes distancias; tal sentido de oeste a este involucra a la intersección de distintas calles. El método para esta investigación fue de tipo descriptiva, ya que el autor plantea una propuesta de implementación de SIT para mejorar la transitabilidad de la intersección de las distintas calles. La avenida Velasco Astete y Primavera del distrito de Surco, Lima fue usado como muestra de investigación. ar los niveles de servicio en la intersección de la investigación. Se tuvo como resultado en la investigación una mejora en la transitabilidad en lo que se puede apreciar en la simulación de un nivel de servicio F a un nivel de servicio C al implementar Sistemas Inteligentes De Transporte, además, presento una reducción en el tiempo de demora de 150 segundos. Por ende, se concluye que la cola media se redujo de 276 vehículos a 95 vehículos lo que representa un 70 por ciento aproximadamente, mediante semáforos inteligentes, detectores y las

cámaras CCTV y además de los paneles de señalización variable, con la finalidad de obtener una adecuada gestión de tráfico.

Del Aguila (2017) en la tesis de grado “Propuesta de implementación de un sistema inteligente de transporte para la mejora de las condiciones viales en el tramo de la Panamericana Norte entre av. Los Alisos y Av. Abancay” tiene como objetivo la propuesta de utilizar tecnologías inteligentes en el transporte para mejorar las incertidumbres encontradas en la Avenida los Alisos, Avenida Abancay y la Carretera Panamericana Norte y además de validar los resultados al usar el software de simulación de tráfico Vissim. La prueba del estudio busca mejorar la transitabilidad y el efecto provocado por este, lo cual causa efecto en la calidad de los usuarios y las horas en el proceso de trabajo. El método usado en esta investigación es cuantitativo de tipo descriptivo. La Avenida los Alisos, Avenida Abancay y la carretera Panamericana Norte fueron usados como muestra para el estudio. Se obtuvieron como resultado en el estudio una mejora en la transitabilidad lo cual es una mejora de un nivel de servicio de E a C. Este estudio concluye que es muy necesario implementar tecnologías innovadoras en el tránsito, lo cual aportan una mejora para gestionar el tráfico. Los Sistemas Inteligentes de Transporte que se usan en la investigación son los: paneles de mensajería variables, Esperas electromagnéticas, postes SOS y las cámaras CCTV.

Astochao (2015). en la tesis de maestría “Evaluación para la implementación de sistemas inteligentes de transporte en los puntos críticos de accidentes de tránsito en vías nacionales” tiene como finalidad principal evaluar y analizar la implementación de ITS en la Vía Los Libertadores, Lima. La justificación de la

investigación es reducir 18 tramos donde se identificaron accidentes mediante el procedimiento del control de calidad. Se analizó los TCA (Tramos de Concentración de Accidentes) planteando Sistemas Inteligentes de Transporte "Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)". El método de investigación utilizado es descriptivo, analizando las zonas de mayor accidentabilidad de la vía. La muestra de estudio es la vía Los Libertadores, Lima. Como resultado de esta investigación indicada como propuesta los autores en el ITS "SCADA" disminuirá los accidentes en los tramos de mayor densidad de accidentes en un 60.92% por el periodo de 10 años. El autor concluye que es necesario implementar Sistemas Inteligentes de Transporte para disminuir las zonas de mayor concentración de accidentes por su funcionalidad, eficiencia y control de los mismos, además nos recomienda emplear el SISTEMA SCADA.

Espinoza (2008) en la tesis de maestría "Sistemas Inteligentes De Transporte Para Optimizar La Movilidad Urbana", tiene como objetivo principal disminuir la congestión producida por los vehículos, además de reducir el tiempo de tráfico y mediante el uso de los ITS para mejorar el nivel de servicio de la zona de estudio, incrementando la seguridad vial para los usuarios de la avenida Arequipa ubicado en Lima, Perú. La justificación de la investigación indica que existen niveles elevados de congestión vehicular (movilidad) lo que provoca demoras en determinadas intersecciones viales al implementar los Sistemas Inteligentes de Transporte para gestionar la transitabilidad, es importante porque nos ayudara a mejorar el nivel de servicio, la velocidad vehicular y reducir la demora en las intersecciones viales, por ende, mejora en la seguridad y contaminación ambiental de la Av, Arequipa. Su

diseño es descriptivo. La muestra de estudio es la Avenida Arequipa, Lima. *“Los resultados de la investigación indica que el nivel de servicio en las principales avenidas de Lima metropolitana está entre los niveles E y F”*. El autor concluye en su investigación que con el uso de las tecnologías modernas SIT podrán reducir en tiempo en los ciclos semafóricos de 108 minutos a 70 minutos, además una reducción en el tiempo de demora de un 44%, y en la mejora de la transitabilidad de un nivel de servicio F a C en las intersecciones.

## **2.2. Bases teóricas - científicas.**

### **2.2.1. Dispositivos de control de tránsito:**

#### **2.2.1.1. Definición:**

Los dispositivos de control de tránsito son un conjunto de elementos visuales y auditivos que son empleados para regular la transitabilidad de la vía, esto incluye a los peatones y vehículos. Los dispositivos de control de tráfico forman parte de una comunicación general para la comprensión de los usuarios sobre las vías y su funcionamiento (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016).

Se denominan dispositivos de control de tránsito a las señales, semáforos, marcas o demarcaciones en el pavimento y cualquier otro dispositivo, que son colocados o empleados sobre o de forma adyacente a la calzada de la vía, con la finalidad de regular y la transitabilidad para los peatones y conductores.

#### **2.2.1.2. Función:**

El Manual On Uniform Traffic Control Devices, 2009 nos menciona que “los dispositivos de control de tránsito advierten a los usuarios de la vía sobre las regulaciones y advertencias, para obtener un funcionamiento uniforme y eficiente de todos los elementos del flujo de tráfico” y mediante estos dispositivos se van a disminuir posibles accidentes.

Los dispositivos de control de tránsito tienen diferentes funciones, como:

1. Regular el flujo vehicular en la zonas rurales y urbanas.
2. Permitir la transitabilidad de las vías de manera correcta, evitando riesgos y disminuyendo la congestión vehicular.
3. Transmitir mensajes de información, advertencia y prevención para los usuarios.
4. Prevenir accidentes de tránsito, mediante una regulación de las vías.

#### **2.2.1.3. Clasificación:**

Según el “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú – MTC”. Los dispositivos de seguridad y control en el tránsito vehicular de acuerdo al MTC, se catalogan de la siguiente forma:

1. Señales verticales
2. Señales horizontales
3. Dispositivos en casos especiales
4. Dispositivos en zonas de trabajo

## 5. Semáforos

### 2.2.1.4. Señales verticales

#### 2.2.1.4.1. Definición

Son dispositivos que se ubican de forma adyacente o sobre la calzada, los cuales tienen por finalidad prevenir, regular e informar el tránsito a los usuarios de la vía (MTC,2018).

#### 2.2.1.4.2. Clasificación de las señales verticales

Las clasificaciones de las señales verticales de acuerdo al “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú”, se presenta en tres grupos:

##### ***1. Señales Regulatoras o de Reglamentación:***

Este tipo de señales tienen por finalidad prohibir, restringir y autorizar sobre el uso de la vía (MTC,2018). El incumplimiento de estas señales puede acarrear un delito.

##### ***2. Señales de Prevención o Preventivas:***

“El propósito de estas señales es advertir a los usuarios situaciones imprevistas sobre la vía o adyacente a ella, pueden ser temporales o permanentes” (MTC,2018).

##### ***3. Señales de Información o Informativas:***

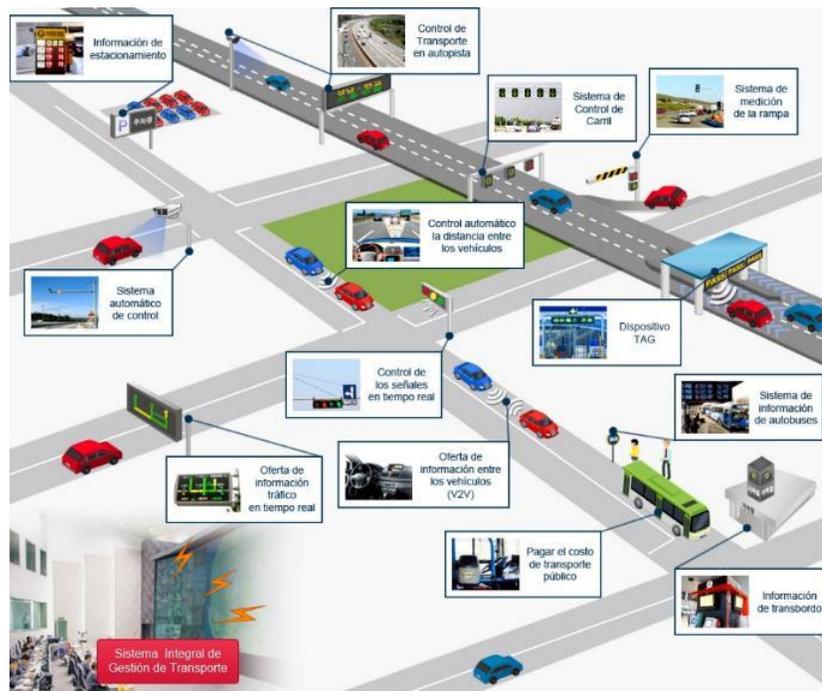
Estas señales tienen como propósito informar a los usuarios sobre las ubicaciones, servicios, rutas, nombre de las vías, lugares turísticos y otros destinos más próximos a la vía (MTC,2018).

## 2.2.2. Sistema de Transporte Inteligente

### 2.2.2.1. Definición

El concepto ITS apareció en una exposición en Furama en 1940 en la feria de General Motors. Así que desde entonces a los Sistemas Inteligentes se les puede conocer como un grupo de sistemas tecnológicos o tecnologías de gran aporte para mejorar la seguridad vial, así como el incremento en su eficiencia como vía (Suarez, 2001). Asimismo, según (Gómez, 2018), los ITS en gran parte del mundo se han implementado, debido a su gran aporte y se ha vuelto indispensable para el transporte urbano.

**Figura 1** Imagen de los Sistemas Inteligentes de Transporte



Nota. Eficiencia del Sistema Nacional de Transporte, por Centro de Soporte de Negocios Internacionales ITS, 2016. MOLIT ([https://intl.its.go.kr/sp/02\\_02](https://intl.its.go.kr/sp/02_02))

## 2.2.2.2. Tipos de Sistemas Inteligentes de Transporte

### 2.2.2.2.1. Sistema de Semaforización Inteligente

La semaforización inteligente se caracteriza por su mejora en la seguridad vial con una asistencia temprana de accidentes, debido a su monitorio por foto detección o CCTV (Gómez, 2019), por ende, también nos permitirá reconocer y transmitir información de algún objeto por medio de un sensor de sonido, asimismo también nos permite tener un conteo del flujo vehicular de cada tipo de vehículos que transiten por esa vía, debido al sensor U-Flow inalámbrico que presenta.

**Figura 2** Imagen de Semaforización Inteligente



Nota. Tecnología de la modernización semafórica [Fotografía], por Estudio del Arte Trafico, 2015, Nuevo Diario (<https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/338631-trabajaran-semaforos-inteligentes/>)

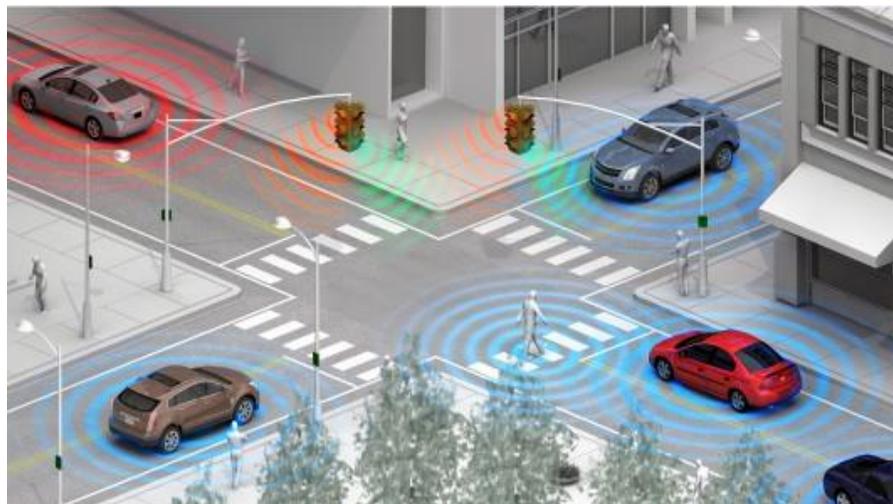
1. Cámara de sensor óptico que envía información a un control
2. Sensor maestro para sincronizar los semáforos
3. Luces con lámparas LED

4. Pantallas para mostrar al peatón el momento apropiado para cruzar la vía
5. Imágenes enviadas al centro de control de tráfico
6. Pantallas luminosas para mostrar en cuenta regresiva el tiempo para el cambio de luz.

#### 2.2.2.2.2. Sensor Vial

Los sensores inteligentes se basan en el control de tráfico que está relacionado con el movimiento de las personas como de los vehículos (Ochoa, 2019), así como también lo menciona (Moveris,2020), que esto es un sistema de tecnología muy avanzada para poder obtener un diagnóstico al instante de los vehículos, para proporcionar una mayor satisfacción a las personas para un viaje seguro en cualquier tipo de movilidad.

**Figura 3** *Imagen de sensores viales*



Nota. Vehicle to Vehicle / V2V [Fotografía], Sistema Para Mejorar La Seguridad Vial En Las Ciudades, 2014, Martínez, C., Plataforma Urbana.

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/06/30/4-sistemas-para-mejorar-la-seguridad-vial-en-las-ciudades/>

### 2.2.2.2.3. Paga electrónico

El pago electrónico está relacionado al uso de un acceso vehicular por una vía (MTC, 2019), este cobro electrónico nos permitirá una mejora en la transitabilidad para mejorar el flujo vehicular en la vía, además con los sensores del cálculo del peso vehicular estático, así como en movimiento del vehículo cobrará lo más adecuado por el uso de la vía.

**Figura 4** *Imagen de paga electrónica*



Nota. Recaudo Electrónico En El Transporte Público [Fotografía], Hollnagel, J. y Rodríguez M. Mejorando vidas, 2019, <https://blogs.iadb.org/transporte/es/que-representa-el-recaudo-electronico-en-el-transporte-publico-para-el-usuario/>.

### 2.2.2.2.4. Postes De Sistema De Comunicaciones

La finalidad de estos postes de sistemas de comunicación nos permite una pronta ayuda con médicos, mecánicos y demás en cualquier parte donde se encuentre estos postes (Escobedo y Estela, 2019), asimismo como menciona (MIOS, 2018), que estos sistemas nos permitirán identificar y localizar estos postes de manera inmediata

por medio de códigos, además también emitirá y permitirá tener varias llamadas al instante

### 2.2.3. Transitabilidad

Según el Glosario De Términos y de uso Frecuente En Proyectos De Infraestructura Vial (MTC, 2018) la transitabilidad es la satisfacción de los usuarios en todo el periodo de vida del pavimento. Por ende, la transitabilidad depende de factores como flujo vehicular y peatonal, los conflictos vehiculares, dispositivos de tránsito, la velocidad de viaje y el diseño geométrico.

La transitabilidad presenta insatisfacción a los usuarios cuando uno de sus factores presenta problemas de diseño la cual provoca congestión vehicular entorpeciendo el paso y el flujo vehicular y peatonal. En un sentido más técnico y objetivo sería que “la transitabilidad es mejora en la sostenibilidad del transporte, mediante la comprensión de múltiples dimensiones evitando los conflictos”. (Forsyth, 2015).

**Figura 5** Imagen de Transitabilidad (Infraestructura, Actividad y Prioridad)



Nota. Pedestrians First A Mix Of Infrastructure, Activity, And Priority [Fotografía], por C40 Knowledge Implementation Guides, 2018, Flickr ([https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en_US))

**TABLA 1** Factores que intervienen en la transitabilidad

INFRAESTRUCTURA	ACTIVIDAD	PRIORIDAD
ASEGURAR UN ESPACIO FÍSICO Y UN DISEÑO QUE FAVOREZCA LA MARCHA	ACERQUE A LAS PERSONAS Y LAS ACTIVIDADES LO SUFICIENTE COMO PARA CAMINAR EN ENTORNOS SEGUROS Y ANIMADOS	DAR PREFERENCIA A CAMINAR EN BICICLETA, Y TRANSITAR GORRAS PRIVADAS
1. Las aceras son lo suficientemente anchas, están en buenas condiciones, limpias, sin obstrucciones y protegidas.	4. Una combinación de actividades y servicios activan la calle de la mañana a la noche, lo que la hace más segura e interesante para caminar.	7. Se puede llegar a pie a los medios de transporte público, como bicicletas compartidas, autobuses, BRT y trenes.
2. Los cruces peatonales son accesibles para todos los peatones, seguros para cruzar y suficientemente anchos.	5. Los vendedores ambulantes y los servicios en las aceras, como asientos, sombra, iluminación y cubos de basura, atraen a más usuarios y animan las aceras.	8. Los anchos de calles pequeñas son más fáciles de cruzar.
3. Las señales dan prioridad a los peatones para que crucen primero y limitan el tiempo de espera, al tiempo que garantizan suficiente tiempo para que todos crucen.	6. El estacionamiento en la vía bien administrado y con un buen precio puede calmar el tráfico mientras crea una barrera entre los vehículos en movimiento y el ámbito de los peatones.	9. Las velocidades más lentas para el tráfico, tanto por el diseño como por los límites de velocidad exigidos, hacen que los entornos para caminar sean más seguros y agradables.

Nota. Pedestrians First A Mix of Infrastructure, Activity, And Priority [Fotografía], por C40 Knowledge Implementation Guides, 2018, Flickr ([https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en_US))

#### 2.2.4. Simulación de tráfico vehicular

El tráfico de las vías urbanas cada vez se convierte en una preocupación debido al incremento vehicular que sobrepasan la demanda vial provocando congestión vehicular y bajos niveles de transitabilidad.

Para entender mejor los problemas de tráfico como menciona Saidallah (2016) necesitamos emplear softwares de simulación de tráfico, ya que mediante estos se pueden representar de forma dinámica el tránsito vehicular.

Pell (2016) los softwares de simulación son unas herramientas que se usan ampliamente para modelar y analizar el tráfico, con la finalidad de buscar soluciones ante problemas de congestión, mediante la planificación, diseño y gestión de la infraestructura vial.

#### **2.2.4.1. Categorías de simulación de tráfico**

Las simulaciones de tráfico son una imitación aproximada del comportamiento del flujo de tráfico en determinadas vías. Las simulaciones del flujo de tráfico son complejas debido a las interacciones del tránsito, sin embargo, con el avance de la tecnología estas simulaciones son confiables.

Para que sea posible la simulación de tráfico mediante los softwares, es necesario tener en cuenta las siguientes categorías:

##### **2.2.4.1.1. Comportamiento del flujo de tráfico**

- 1. Tráfico homogéneo (HOM):** El comportamiento del tráfico es estricta en relación a los carriles y no existe demasiada variación entre los vehículos. Este comportamiento de tráfico se da mayormente en países desarrollados como EE. UU., y en Europa.
- 2. Tráfico heterogéneo (HET):** El comportamiento del tráfico de este tipo, representa el flujo de tráfico sin control de carril y tienen una gran variación de vehículos. Estos vehículos pueden variar desde bicicletas, motocicletas, vehículos de tres ruedas, vehículos

ligeros, camiones ligeros, autobuses, vehículos pesados, etc. Este comportamiento del tráfico es muy común en países en desarrollo.

#### **2.2.4.1.2. Modelos de flujo de tráfico**

**Los modelos de flujo de tráfico se clasifican en tres modelos distintos.**

- 1. Los modelos mesoscópicos (Mes):** Este modelo se desarrolla para analizar los vacíos entre los modelos macroscópicos y microscópicos. Los modelos mesoscópicos simulan el flujo de vehículos con reglas de comportamiento definidas para cada vehículo individual.
- 2. Los modelos macroscópicos (Mac):** Este modelo simula el flujo de tráfico de los vehículos de forma general en una vía, en lugar de vehículos individuales.

Las tres variables importantes para los modelos macroscópicos son:

- El flujo vehicular (número de vehículos que pasan por un punto por unidad de tiempo)
- La velocidad (distancia recorrida por unidad de tiempo)
- La densidad (número de vehículos en un espacio determinado).
- **Los modelos microscópicos (Mic):** Estos modelos simulan el flujo de tráfico considerando las características y el comportamiento de los agentes de tránsito (conductor y vehículo).

- Modelos discretos, que no son continuos en tiempo y espacio, también conocidos como autómatas, son variables cambiando a intervalos regulares de tiempo.
- Modelos continuos, que son continuos en el tiempo y son requeridos para estudios detallados de tráfico.

#### **2.2.4.2. Software de simulación de tráfico**

Rehmat (2021) Los softwares de simulación de tráfico son una gran herramienta para evaluar el funcionamiento de las vías, determinar el flujo vehicular y analizar los puntos de congestión, planteando diferentes soluciones que van a depender de las características de las vías y otros parámetros ya mencionados.

En la actualidad podemos encontrar diversos simuladores de tráfico, debido al avance de la tecnología y la importancia de los problemas de congestión y transitabilidad en las vías.

Algunos softwares de simulación de tráfico fueron desarrollados para la planificación urbana teniendo capacidades de pronóstico, teniendo en cuenta la demanda de usuarios, la red vial y el uso del suelo, otros softwares tienen la capacidad de optimizar el tráfico en las intersecciones de las vías.

Al tener diferentes softwares de simulación de tráfico, se tienen diferentes opciones para analizar el tráfico de la vía, la elección de estos va a depender del tipo de proyecto, el comportamiento del tráfico, la red vial que se analiza y la configuración necesaria, para obtener los resultados que requerimos.

### 2.2.4.2.1. Vissim

VISSIM fue desarrollado en Karlsruhe, Alemania., es uno de los softwares de simulación más utilizados en el mundo empleado para modelar, evaluar y validar el tráfico de las vías y los sistemas de control. (Saidallah, 2016)

VISSIM es un software de modelación de tráfico de tipo multimodal, en el cual se pueden usar varios tipos de vehículos ya sean ligeros o pesados, además de poder realizar la simulación de bicicletas y peatones.

**TABLA 2** Comparación de los componentes operativos de los softwares de simulación de tráfico.

	VISSIM 7	Cube Voyager/ Avenue	DRACULA	DynaMIT	FLEX YT-II	FreeSim	Integration	MITSIMLab	PELOPS	Quadstone Paramics	S-Paramics	SITRA - B+	SUMO	TransModeler	TSIS-CORSIM
<b>Categoría de modelo de flujo</b>															
Modelo macroscópico	X	O	O			X		O	O	O	O		O	X	O
Modelo mesoscópico	X	X	O	X		O		O	O	O	O		X	X	O
Modelo microscópico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Restricciones de tamaño del modelo</b>															
Límite de cruces		X	O			O			X!	X	O	X	O	O	X
Límite de enlaces		X	O			O			O	X	O	X	O	O	O
Límite de bordes			O			O					O		O	O	
Límite de categorías de calles	X!		O			O			X!	X	O		O	O	
Límite de carriles	X!		O			O			X	X	O		O	O	X
Límite de tipos de vehículos		X	X			O			X	X	O		O	O	
Límite de perfiles de conductor			O			O			O	X	O		O	O	
Límite de rutas de transporte público			O			O				X	O		O	O	X
<b>Sus funcionalidades</b>															

**Clave:**

O ..... No

X ..... SI

! ..... Adicional

(vacío) ..... No tiene

Señales de tráfico coordinadas	x		x		x	o	x	x	x!	o!	x	x	x!	x!	x
Señales de tráfico adaptativas	x	x	x		x	o	x	x	x!	x!	x	x	x!	x!	x
Prioridad al transporte público	x	x	x		x	o	x	x	o	x	x	x	o!	x	x
Medición de rampa					x	o	x	x	x	x	x		o!	x	x
Control de flujo de autopista	x			x	x	x	x	x	x	x	x		o	x	x
Control de cruce adaptativo						o			x!		o		o		
Sistema de autopistas automatizado						x			x!		o		o		
Vehículos autónomos						o			x!		o		o		
comunicación v2v / v2i						x			x!	x!	o		x!	x!	
Plazas de peaje y débito automático					x	o	x		o	x	x		o	x	x
Control de acceso a zonas					x	o			o	x	x		x!	x!	
Administración de incidentes	x		x	x	x	o	x		o	x	x	x	o	x	x
El mensaje variable canta	x		x	x		o	x	x	x!	x	x		x!	x!	
Guía de ruta estática						x	x	x	x!	x	x	x	x!	x	
Guía de ruta dinámica	x	x				x	x	x	o!	x	x	x	x!	x	
Cambios de giro con barrotos específicos del tipo de vehículo y cierres de enlaces / carriles						o			o	x	x		x!	x	x
Tráfico multimodal	x	x				o		x	o	x	x		o!	x	
Guía de estacionamiento						o			o	x	x	x	x!	x	
Información de transporte público						o	x		o	x	o		o	o	
Vehículos de sonda						x	x		x!	x	o	x	x!	x	
<b>Restricciones de calles</b>															
Límites de Spedd	x	x	x			x		x	x		x		x	x	x
Peso	x					o			o		x		o	o	
Altura del vehículo	x					o			o		x		o	o	
Anchura del vehículo	x					o		x	o		x		o	o	
Uso de carril específico del tipo de vehículo	x										x		x	x	x
<b>Objetos y fenómenos modelados</b>															
Carros	x!	x	x	x	x	x!	x	x	x!	x	x	x	x	x	x
Vehículos comerciales / camiones		x	x		x	x!	x	x	x!	x		x	x!	x	x
ciclistas (motoristas)		x			x	o			x!			o	x!	x	
Peatones		x	x		x	o			o!	x		o	x!	x	x
Vehículos de transporte público en carretera	x	x	x		x	x!	x	x	o	x	x	x	x!	x	x
Trenes y tranvías / tranvías	x	x	o			o		o			x	x!	x	x	x
Cargas / vehículos anormales	x					o		o			x	o!	o		
Transporte de materiales peligrosos	x					o		o			o	o	o		
Estacionamiento de vehículos		x	x			o	x	o		x	o	o!	x	x	x
Buscando plaza de aparcamiento						o			o	x	x	x	o!	x	x
Las condiciones climáticas			x	x		x!		x	x			o	o!		
Medidas para calmar el tráfico	x	x	x		x	x!	x	x	o	x		x	x!	x	
Congestión	x	x	x			x!			x!	x		x	x!	x	x

Longitud de la cola	X		X	X	X	O		X	O!	X	X	X	X!	X	X
Tiempos de viaje variables			X	X	X	X!		X	O	X	X	X	X!	X	X
Adelantamiento en carreteras de doble calzada			X			O		X	X!	X		X	X!	X	X
Adelantamiento en carreteras de calzada única	X		X			O			O!			X	O!	X	
Incidentes predecibles (obras viales)			X	X	X	X!	X		O	X	X	X	X!	X	X
Incidentes de naturaleza aleatoria (accidentes)			X	X		X!	X		X!	X		X	X!	O	X
Cola derramada hacia atrás				X	X	O	X	X	O	X	X	X	X!	X	X
Calificaciones escalonadas		X				O		X	X	X		X	X!	X	X
Facilidad de conducción en curva ciega						O			X	X		O	O!		
<b>Integración y análisis de datos en tiempo real</b>															
Dispositivos de carretera	X		X	X	X	X	X	X	X!	X!	X	X	X!	X	X
(x) FCD / FVD / Datos de sonda						X!			X!	X!		O	X!		
V21						X!		X	X!	X!		O	X!	X	

Nota: Adaptado del artículo científico: Trends in Real-time Traffic Simulation, Pell A., Meingast A, Schauer O. University of Applied Sciences Upper Austria, Wehrgrabengasse <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.175> (2016)

Al comparar los resultados actualizados mostrados revela un mayor desarrollo de algunos softwares para adaptarlos a nuevos campos de aplicación. (Boxill, 2000).

**TABLA 3** Cuadro comparativo de simuladores de tráfico.

Simulador	Modelo			Categoría	Sistema			Vista		Infraestructura						Vehículos y peatones			Área de alcance		
	Microscópico	Mesoscópico	Macroscópico		Libre	Comercial	Discreto	Continuo	2D	3D	Dificultad			Flexibilidad			Prioridad	Peatones	Otros vehículos (Bus)	Ciudad	Región
				Fácil							Medio	Difícil	Flexible	Limitado	Muy limitado						
VISSIM	X	X	X		X		X	X	X			X	X			X	X	X		X	X
ARCHISM	X				X	X		X				X			X				X		
CORSIM	X				X	X		X	X						X	X	X		X	X	
MITSIMLab	X			X				X					X						X		
Paramics	X				X	X		X	X				X		X	X	X		X	X	

SimTraffic	x				x			x	x	x				x		x	x		x	x	
SUMO	x			x			x	x				x			x				x	x	
TRANSIMS	x	x		x		x		x						x						x	x
TransModeler	x	x	x		x			x	x					x			x			x	x
VISSIM	x				x		x	x	x	x			x			x	x	x	x	x	x

Nota. Adaptado del artículo científico: A Comparative Study of Urban Road Traffic Simulators, Saidallah M., Abdeslam E., Elbelrhiti A. Science Department, ReSI team, Moulay Ismail University, Faculty of Science, Morocco DOI:10.1051/mateconf/20168105002 (2016)

### 2.3. Definición de términos básicos.

- a. **Conflictos vehiculares:** Son puntos de cruce vehicular en las intersecciones de la vía donde se podrían producir algún tipo de accidente debido a la demanda vial existente. (Cifuentes & Paz, 2017).
- b. **Congestión Vial:** Es la obstrucción del movimiento de los vehículos por el elevado número de estos (Thomson y Bull, 2002).
- c. **Desempeño de la Vía:** Es la calidad del flujo vehicular que estará medido cualitativamente por niveles de servicio: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor (DGVU, 2005).
- d. **Dispositivos de Control de Transito:** Los dispositivos de control de tránsito son un conjunto de elementos visuales y auditivos que son empleados para regular la transitabilidad de la vía, esto incluye a los peatones y vehículos.
- e. **Flujo Peatonal:** Es la cantidad de personas que atraviesan por un punto o área transversal de la vía durante determinado periodo de tiempo, Guío (2010).
- f. **Flujo Vehicular:** Es el desplazamiento vehicular en un determinado tiempo por una vía (MTC, 2018)

- g. Seguridad Vial:** Es evitar accidentes de tránsito o reducir los efectos, para el beneficio del usuario de la vía (MTC, 2018).
- h. SemafORIZACIÓN Inteligente:** Es un sistema que evita la congestión vial y por ende un medio ambiente más saludable (Santos, 2019).
- i. Sensor Inteligente:** Se define como un mecanismo ubicado en dispositivos de control de tránsito para recolectar datos, Godoy et al. (2020).
- j. Sistemas Inteligentes de Transporte:** El concepto ITS se les puede conocer como un grupo de sistemas tecnológicos o tecnologías de gran aporte para mejorar la seguridad vial. (Suarez, 2001).
- k. Software de simulación:** Es una herramienta que se usa ampliamente para modelar y analizar el tráfico, con la finalidad de buscar soluciones ante problemas de congestión, mediante la planificación, diseño y gestión de la infraestructura vial. (Pell, 2016)
- l. Transitabilidad:** El concepto de transitabilidad es la satisfacción de los usuarios en todo el periodo de vida del pavimento (MTC, 2018).
- m. Velocidad de Viaje:** Son las velocidades máximas como mínimas en la que se puede transportar en un vehículo motorizado (BCN, 2018).

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

- Se estima una mejora en la transitabilidad del sistema vial del Distrito de Chaupimarca, con la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- La congestión vehicular en el distrito de Chaupimarca disminuirá con la Implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte en su Sistema Vial.
- El tránsito del sistema vial del Distrito de Chaupimarca será determinado mediante la simulación de tráfico mediante el software Vissim
- Los efectos de la innovación de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) es positiva, porque utilizamos tecnología para mejorar las condiciones viales del Distrito de Chaupimarca.

#### **2.5. Identificación de Variables.**

##### **2.5.1. Variable independiente**

VARIABLE INDEPENDIENTE (X) = Sistemas inteligentes de Transporte.

##### **2.5.2. Variable dependiente**

VARIABLE DEPENDIENTE (Y) = Transitabilidad

#### **2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.**

##### **2.6.1. Transitabilidad:**

La transitabilidad es aquel nivel de serviciabilidad que permiten un funcionamiento adecuado para los usuarios, tanto peatones como conductores, el cual va a depender de diferentes condiciones como las características geométricas de la vía, los volúmenes vehiculares y peatonales, la cantidad de dispositivos de control de tránsito, entre otros, los cuales van a permitir que la vía funcione adecuadamente.

### **2.6.2. Sistemas inteligentes de Transporte**

Desde el punto operacional los ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) son un conjunto de dispositivos de control de tránsito que emplea la tecnología como base fundamental de su funcionamiento, las cuales están diseñadas para mejorar las condiciones de tránsito de las vías, ayudando a controlar el flujo vehicular de forma, aumentando el nivel de servicio de la vía, y mejorando la transitabilidad de los usuarios.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

La presente investigación es de tipo, APLICADA por las características que tiene. Según Borja (2016) “la investigación aplicada busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática” (p.10), por lo tanto, nuestro estudio busca modificar la problemática de la transitabilidad del Distrito de Chaupimarca.

Este tipo de investigación también es llamado como práctica, activa o dinámica, el cual tiene como objetivo aplicar conocimientos adquiridos. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en ciertas circunstancias y características específicas. (Behar, 2008)

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación del presente proyecto es EXPLICATIVA, ya que busca comprobar la hipótesis que causan el fenómeno, para analizarla y finalmente comprobar los resultados obtenidos en la investigación. Hernández (2014)

Behar (2008) menciona que en este nivel de investigación busca conocer las causas que dan origen al fenómeno en estudio.

Según Caballero (2009) las investigaciones explicativas indagan sobre la relación de la realidad con los hechos realizados por la investigación, buscando dar una explicación de forma objetiva y científica de la investigación.

Esto requiere necesariamente la presencia de dos o más variables. Caballero (2009)

### **3.3. Métodos de investigación**

La investigación tiene un *enfoque cuantitativo* en el sentido de que prueba hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos a través de la recopilación de datos para formar modelos de comportamiento y comprobar teorías. (Hernández, 2014), en este sentido, para el estudio que estamos realizando vamos a usar la recolección de datos como lo son los flujos vehiculares y peatonales de la zona donde se llevó a cabo la investigación, con la finalidad de realizar un análisis a estos datos y determinar el nivel de servicio de las vías, y mediante estos proponer la implementación de los ITS necesarios de acuerdo a nuestro procesamiento de datos.

De acuerdo a lo mencionado por Borja (2016) “Por lo común en los estudios cuantitativos se establece una o varias hipótesis, que serán sometidas a prueba, que posteriormente analiza las mediciones de los valores numéricos mediante técnicas estadísticas para extender o consolidar las hipótesis” (p.12), por lo cual mediante estos análisis vamos a comprobar la aceptabilidad de las hipótesis planteadas en la presente investigación

### 3.4. Diseño de investigación.

La investigación tiene como diseño una investigación *no experimental* ya que no se realizaron estudios en los cuales se manipularon de forma deliberada las variables y en donde se observan los fenómenos en su ambiente natural para ser analizados. (Hernández, 2014)

Behar (2008) menciona que en los diseños no experimentales “el investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.”, el cual tiene concordancia con nuestra investigación ya que no podremos intervenir de forma directa en la implementación de los ITS necesarios para las vías de estudio, sin embargo, vamos a realizar nuestras propuestas sobre dichas implementaciones.

### 3.5. Población y muestra.

#### 3.5.1. Población:

La población de nuestra investigación está delimitada geográficamente por las vías urbanas del Distrito de Chaupimarca, Provincia Pasco y Departamento Pasco.

De acuerdo al PDU, las Vías Locales Principales del distrito de Chaupimarca son las siguientes:

- Av. Circunvalación Arenales.
- Av. Alfonso Rivera.
- Jirón San Cristóbal.
- Av. Insurgentes.
- Calle Lima.
- Av. Primero de Mayo.
- Av. Circunvalación Túpac Amaru.
- Jr. Yauli.
- Jr. Junín.
- Jr. Rockovich.

- Calle Apurímac.
- Jr. Bolognesi.
- Av. Fuerza Minera.
- Jr. Las Malvinas.
- Jr. Majadería.

### **3.5.2. Muestra:**

La muestra que analizaremos para la investigación son las vías más transcurridas:

- Jr. San Cristóbal
- Av. Circunvalación Tupac Amaru
- AV. Circunvalación Arenales

#### **3.5.2.1. Muestreo:**

##### **3.5.2.1.1. Muestreo no probabilístico de tipo intencional**

El investigador puede elegir ciertos casos, analizarlos y más adelante seleccionar casos adicionales para confirmar o no los primeros resultados. (Hernández, 2014)

### 3.5.2.1.2. Determinación de la muestra mediante el software

#### Decision Analyst STATS™ 2.0

Figura 6 Imagen de la determinación de la muestra

The screenshot shows the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS™ 2.0 software. The window title is 'Decision Analyst STATS™ 2.0'. The main heading is 'Sample Size Determination (Sample Size for Population Percentage Estimates)'. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' and 'Results'.  
In the 'Inputs' section, there are four fields:

- 'Universe Size': A text input field containing '15'. Below it, a note reads: 'If universe is less than 99,999, replace 99,999 with the smaller number'.
- 'Maximum Acceptable Percentage Points of Error': A dropdown menu set to '20%'.
- 'Estimated Percentage Level': A dropdown menu set to '5% or 95%'.
- 'Desired Confidence Level': A dropdown menu set to '95%'.

At the bottom of the 'Inputs' section are three buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit'.  
The 'Results' section contains a single text input field with the value '3'. Below the input fields is the Decision Analyst logo, which features a stylized profile of a head with a brain made of dots, and the text 'Decision Analyst The global leader in analytical research systems'. At the very bottom of the window, there is a footer with the contact information '817 640-6166 | www.decisionanalyst.com'.

Nota. Resultados de la muestra mediante el software Decision Analyst (2021)

- Población: 15 vías principales:
- Muestra: 3 vías

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

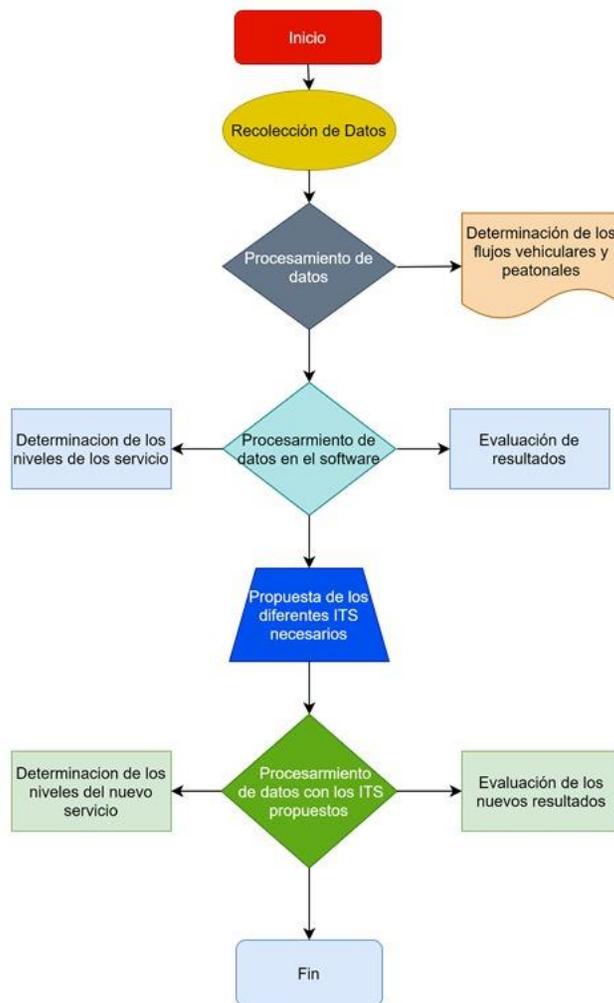
Por el tipo de investigación que estamos empleando, que es de tipo aplicada, los medios utilizados para la recopilación de datos son de tipo documental, de campo o experimental. (Behar, 2008)

Como parte de nuestra investigación lo primero que vamos a realizar es el análisis de los volúmenes de tránsito vehiculares y peatonales, en las vías especificadas de nuestra muestra. Este procedimiento es conocido como aforos, el cual nos permite

medir la cantidad de vehículos y peatones que transitan regularmente por la zona investigada.

Existen diversas formas de medir estos datos, pero en nuestro caso realizaremos el aforo manual, que consiste en realizar los conteos de tránsito en fichas estándar propuestos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC, en el cual vamos a contabilizar el número de usuarios que circulan por las vías en estudio, teniendo en cuenta las horas, los sentidos y el tipo de vehículo, con la finalidad de clasificarlos y analizarlos mediante la metodología existente.

**Figura 7** *Flujograma de las actividades del proyecto de investigación*



Nota: Elaboración propia, mediante el software Draw.io - Diagrams.net, 2021.

### 3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

#### 3.7.1. Validación por juicio de expertos

Se utilizo la validación de los instrumentos de investigación que utilizamos por juicio de expertos, teniendo en consideración 03 expertos.

**TABLA 4** *TABLA de validación por juicio de expertos*

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES			
		1	2	3	
OBSERVACIONES	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1
	3	¿El número de dimensiones es adecuado?	1	1	1
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?	1	1	1
	6	¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	0
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1
	11	¿Los indicadores son medibles?	1	1	1
	12	¿Los indicadores se comprenden con facilidad?	1	1	1
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1
	15	No es necesario considerar otros campos	1	0	0
				<b>42</b>	

CATEGORÍAS :	VALORACIÓN
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

**Notaciones:**

Numero de

J: observaciones

X

ik Numero de observadores que clasifican la observación "i"

: en la categoría "k"

**Para determinar el  
valor observado:**

Sea la matriz

**X<sub>ik</sub> =**

3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
2	1	2	0	0.1	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
1	2	0	2	0.1	6

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

4.1	90
-----	----

**Remplazando los valores en la fórmula:**

A partir de la matriz Xik se obtienen los siguientes valores:

$$\left. \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0.333333333 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0.333333333 \end{array} \right\}$$

*Valores que se reemplazarán en la fórmula:*

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik} (X_{ik} - 1)}{J_i (J_i - 1)}$$

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik} (X_{ik} - 1)}{J_i (J_i - 1)} = 13.66666667$$

$$N_c = 15$$

<b>Po=</b>	<b>0.9</b>
------------	------------

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de Pj(k) en la fórmula:

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k)$$

P1(1)	P2(1)	P3(1)	P4(1)	P5(1)
1	0.933 333	0.866 667	0	0
P1(2)	P2(2)	P3(2)	P4(2)	P5(2)
0	0.066 667	0.133 333	1	1

$$P_e = \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 4.017777778 \quad \begin{matrix} 0.324 \\ 5128 \end{matrix}$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 0.324512821$$

<b>Pe =</b>	<b>0.64459</b>
-------------	----------------

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 0.749897614$$

Nota. Adaptado de la ficha de validación de expertos, 2021.

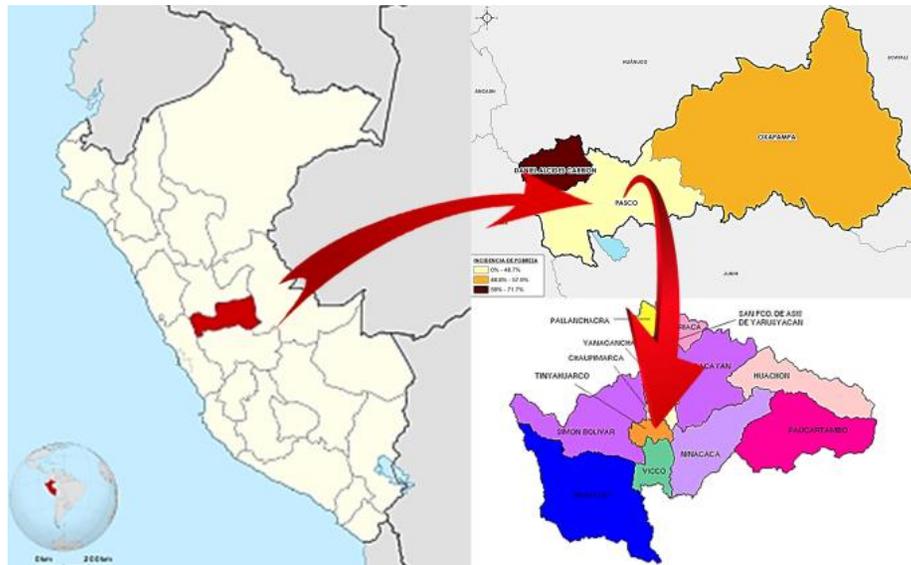
### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.8.1. Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio del proyecto de investigación, es el siguiente:

- Departamento: Pasco
- Provincia: Pasco
- Distrito: Chaupimarca

**Figura 8** Ubicación de la zona de estudio



Nota: Adaptado del Mapa de Indicadores de Pasco [www.mef.gob.pe](http://www.mef.gob.pe) (2010)

#### 3.8.2. Análisis vial de la zona de estudio

Para el presente proyecto de investigación, analizaremos las vías más transcurridas del distrito de Chaupimarca, siendo necesario reconocer que es una de los distritos más importantes de la región Pasco, debido a que es una zona altamente comercial, donde podemos encontrar diferentes lugares atractores de viaje, que está rodeado por colegios, Plaza Daniel Alcides Carrión, Terminal Terrestre,

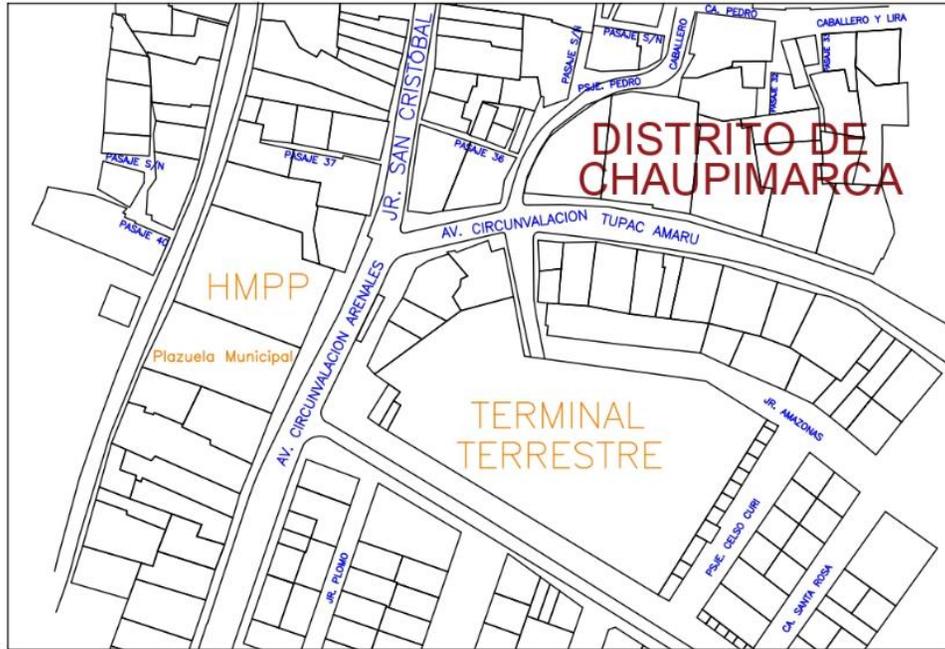
Municipalidad Provincial de Pasco, diferentes lugares de distracción (restaurantes, hospedajes, tiendas, entidades bancarias, etc.), los cuales generan un importante movimiento de tránsito, es así, que tanto peatones como conductores transitan estas vías con mayor frecuencia, para lo cual se analizarán la transitabilidad de las siguientes vías:

- Jr. San Cristóbal
- Av. Circunvalación Tupac Amaru
- Av. Circunvalación Arenales

### **3.8.3. Análisis de la intersección**

Existe un punto de concurrencia entre las vías señaladas anteriormente el cual es la intersección del Jr. San Cristóbal, con la Av. Circunvalación Arenales y la Av. Circunvalación Tupac Amaru, al ser la zona de concentración de los flujos vehiculares de las vías analizadas, esta zona será nuestra zona más representativa del estudio, en el cual se analizarán diferentes características de la zona.

**Figura 9** Plano de la intersección del Jr. San Cristóbal, con la Av. Circunvalación Arenales y la Av. Circunvalación Tupac Amaru

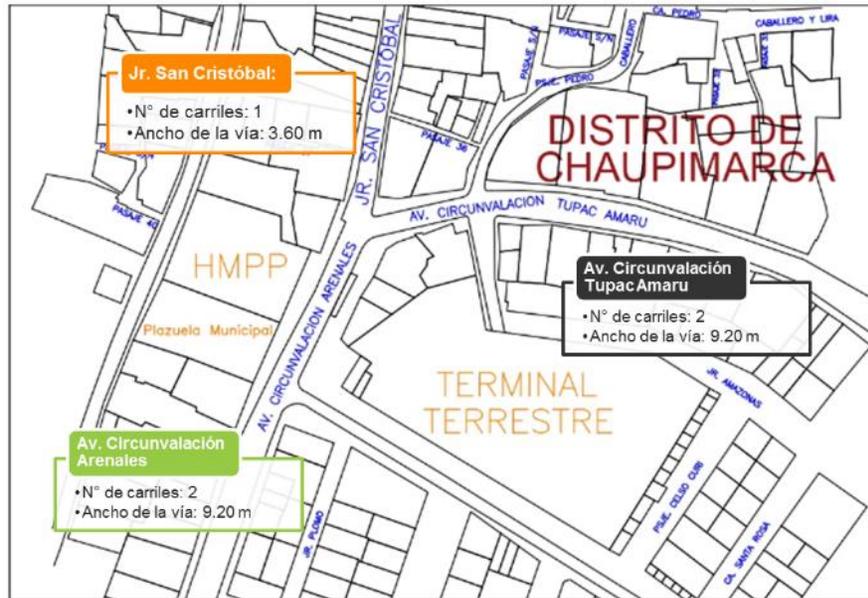


Nota: Adaptado del plano catastral de la Provincia de Pasco, 2017

### 3.8.4. Características de la intersección

Mediante las visitas a campo para la identificación de las vías, obtuvimos los siguientes resultados:

**Figura 10** Características geométricas de las vías de la intersección



Nota: Elaboración Propia Adaptado del plano catastral de la Provincia de Pasco, 2017

### 3.8.4.1. Características de los dispositivos de control de tránsito

**Figura 11** Localización de los semáforos en la intersección



Nota: Fotografías propias, 2021

Numero de Semáforos: 2

- Jr. San Cristóbal
- Av. Circunvalación Tupac Amaru

**Figura 12** Localización de las señales de tránsito



Nota: Google Maps, 2017

Señales de tránsito: 2

➤ **Señal informativa**

Señal de dirección Circunvalación Arenales ← Cuadra 1

A pesar de ser un punto muy concurrido y estar rodeado de lugares de interés como (Plaza, plazuelas, terminal, entre otros) solo hay 1 señal informativa

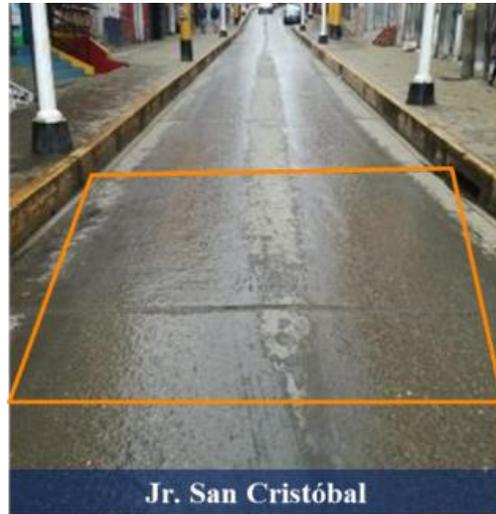
➤ **Señal reglamentaria**

R-27 Señal Prohibido Estacionar

A pesar de esta señal en la vía podemos encontrar paraderos informales y vehículos que se estacionan.

### 3.8.4.1.1. Características de las señales horizontales

**Figura 13** Estado de las señales horizontales del Jr. San Cristóbal



Nota: Fotografías propias, 2021

Las marcas peatonales están despintadas casi por completo, lo cual podría ser una de las razones para que los peatones crucen la vía por cualquier parte.

**Figura 14** Estado de las señales horizontales de la Avenida Circunvalación Tupac Amaru



Nota: Fotografías propias, 2021

Las marcas peatonales están despintadas y deterioradas por el tránsito vehicular, solo hay rastros en los bordes de la vía

### **3.8.5. Determinación del tráfico vehicular**

Para el presente proyecto de investigación vamos a registrar el tráfico durante una semana (7 días) con un intervalo de 8:00 am a 8:00 pm, con el objetivo de determinar los flujos vehiculares para poder analizarlos mediante la simulación.

Los resultados que se obtendrán por cada estación de conteo, con el instrumento de medición respectivo. (Formato de conteo y clasificación vehicular – MTC, 2015)

### **3.8.6. Determinación del tráfico peatonal**

Para el presente proyecto de investigación vamos a registrar el tráfico durante una semana (7 días) con un intervalo de 8:00 am a 8:00 pm, con el objetivo de determinar los flujos peatonales, los cuales serán analizados para determinar los niveles de servicio peatonales.

- Ficha de registro peatonal
- Determinación de los niveles de servicio peatonales

### **3.8.7. Diagnóstico de la vía**

Con los flujos vehiculares y peatonales, bajo las características geométricas de la vía se realizará un diagnóstico vial, mediante los instrumentos de medición necesarios:

- Evaluación de conflictos.
- Registro de los conflictos vehiculares.

- Análisis del desempeño de las vías.
- Determinación de los niveles de servicio por demora.

### **3.8.8. Velocidad de viaje**

Para determinar los niveles de servicio actuales debemos tener en cuenta este parámetro, que nos brindara los tiempos de demora en situación normal, los cuales serán analizados, comparados y discutidos, luego de la simulación de la vía mediante la implementación de los ITS necesarios.

- Análisis de la velocidad promedio de los vehículos.

### **3.8.9. Simulación del trafico**

Con los datos obtenidos se procesarán los valores en el software de simulación de tráfico.

- Lo primero que realizaremos será, importar el esquema del plano realizado al software de simulación de tráfico, para identificar las vías.
- A continuación, se van a insertar las características geométricas de cada vía, los cuales serán obtenidos mediante la utilización de las fichas de características geométricas de las vías.
- Teniendo configurado las dimensiones, se insertarán los sentidos y demás características complementarias de la infraestructura vial, para después analizar la simulación con los volúmenes vehiculares de cada vía.
- Posteriormente, se analizará la intersección con los volúmenes de tránsito de las vías que conectan con la intersección.

- Después de este análisis, obtendremos las características de la vía, en el cual nos indicaran el nivel de servicio, factor muy importante a la hora de determinar el nivel de transitabilidad.

Mediante los componentes que tiene el software podemos analizar la simulación en tiempo real, el cual será observado para su posterior análisis

### 3.8.10. Desempeño de la vía

Finalmente se determina los niveles de servicio de la vía, el cual es un indicador de la transitabilidad de la vía, que es el parámetro más importante para comparar las mejoras que obtendremos mediante la implementación de ITS en la zona del proyecto de investigación.

- Ficha de evaluación para el análisis del desempeño de la vía.
- Clasificación de los niveles de servicio de acuerdo al tiempo de demora

**Figura 15** Características de los niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS
A	Demoras muy bajas, menores a 10 segundos por vehículos. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto que pueden contribuir a demoras mínimas.
B	Demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
C	Demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos comienzan a malograrse.
D	Demoras entre 35 y 55 segundos por vehículos. Longitudes de ciclo amplias o relaciones de v/c altas. Muchos se detienen y hace más notable los ciclos
E	Demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.
F	Demoras superiores a los 80 segundos por vehículo, Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Nota: Adaptación del Manual Highway Capacity Manual, 2010.

**Figura 16** Clasificación de los niveles de servicio de acuerdo al tiempo de demora

Demora de control (s/veh)	Nivel de servicio para $X_i \leq 1.0$	Nivel de servicio para $X_i > 1.0$
[ 0 ; 10 ]	A	F
< 10 ; 20 ]	B	F
< 20 ; 35 ]	C	F
< 35 ; 55 ]	D	F
< 55 ; 80 ]	E	F
< 80 ; + $\infty$ >	F	F

Nota. Adaptación del Manual Highway Capacity Manul, 2010.

### 3.9. Tratamiento Estadístico

Obteniendo los datos pertinentes se calculará con fórmulas necesarias para poder insertar en el software de modelación y así obtener valores precisos como el flujo vehicular, desempeño de la vía, velocidad de recorrido y demás datos a detectar con el software. Este procesamiento se realizará con un procesador de datos.

Mediante el sistema computarizado del software de simulación de tráfico, mediante sus múltiples calibraciones del análisis de datos, se obtendrán los resultados necesarios.

Para el análisis de datos utilizaremos la estadística descriptiva, la cual nos va a permitir describir los resultados de los niveles de servicio, los datos, y todos los resultados requeridos por cada variable planteada.

En la investigación utilizaremos dos técnicas para el tratamiento estadístico, los cuales son: el ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONTENIDO DESCRIPTIVO, con el uso de Excel

El proceso del análisis de los datos se esquematiza en:

1. Describir el tratamiento estadístico de los datos a través de gráficos, tablas, cuadros, dibujos diagramas, generado por el análisis de los datos
2. Describir datos, valores, puntuación y distribución de frecuencia para cada variable
3. El diseño de investigación utilizado indica el tipo de análisis requerido para la comprobación de hipótesis

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

Hernández (2014), menciona que, para realizar una investigación científica desde el marco de la ética, debe ser conducido de manera legal y con respeto a los derechos humanos de los usuarios y participantes.

La orientación ética de la investigación demuestra que las fuentes que se emplearon son confiables, puesto que nos aseguramos que la revisión literaria de la investigación fue sacados de manuales actualizados y propios de nuestro país, normas, revistas, libros y todo tipo de fuente confiable para tener mayor consistencia en nuestro análisis y por ende obtener unos resultados más cercanos a la realidad, y que posteriormente sean tomados como referencias bibliográficas para futuras investigaciones.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

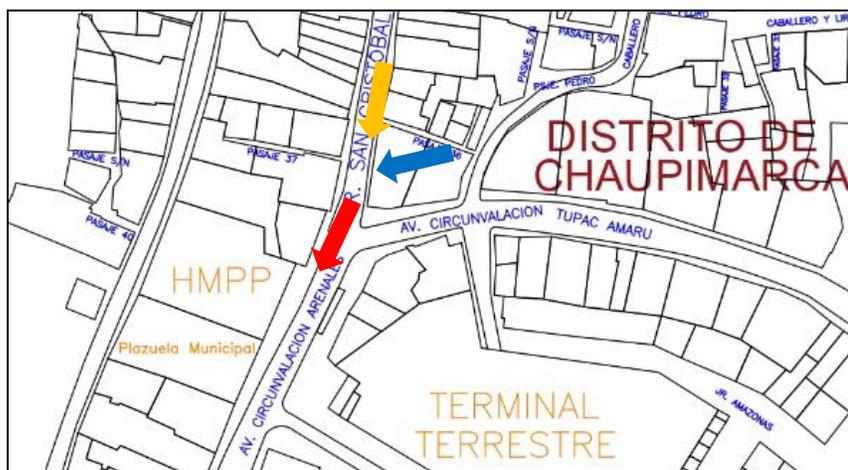
#### 4.1. Descripción de trabajo en campo

##### 4.1.1. Características viales de la zona de estudio

###### 4.1.1.1. Sentidos de circulación vehicular:

1. *Jr. San Cristobal*: NORTE - SUR
2. *Av. Circunvalación Tupac Amaru*: NORESTE - SUROESTE
3. *Av. Circunvalación Arenales*: NORESTE - SUR

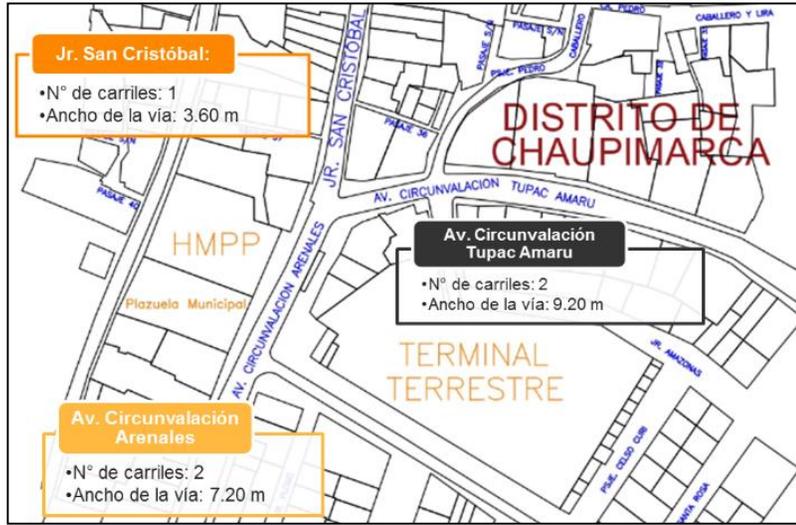
**Figura 17** Características viales de la intersección



Nota: Adaptado del plano catastral de la Provincia de Pasco, 2017

#### 4.1.1.2. Dimensiones de las vías

**Figura 18** Dimensiones de las vías



Nota: Adaptado del plano catastral de la Provincia de Pasco, 2017

Se realizó el trabajo de campo para determinar las características geométricas de la zona de estudio, para lo cual se llevó a cabo las siguientes mediciones *in situ*:

#### ➤ Dimensiones de la vía - Jr. San Cristóbal

**Figura 19** Dimensiones del Jr. San Cristóbal



Nota: Fotografías propias, 2021

➤ **Dimensiones de la vía - Av. Circunvalación Tupac Amaru**

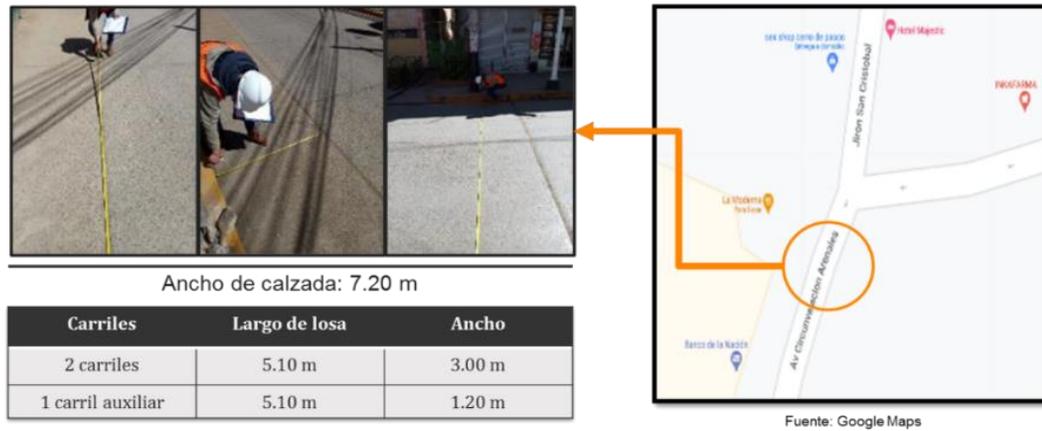
**Figura 20** Dimensiones de la Av. Circunvalación Tupac Amaru



Nota: Fotografías propias, 2021

➤ **Dimensiones de la vía - Av. Circunvalación Arenales**

**Figura 21** Dimensiones de la Av. Circunvalación Arenales



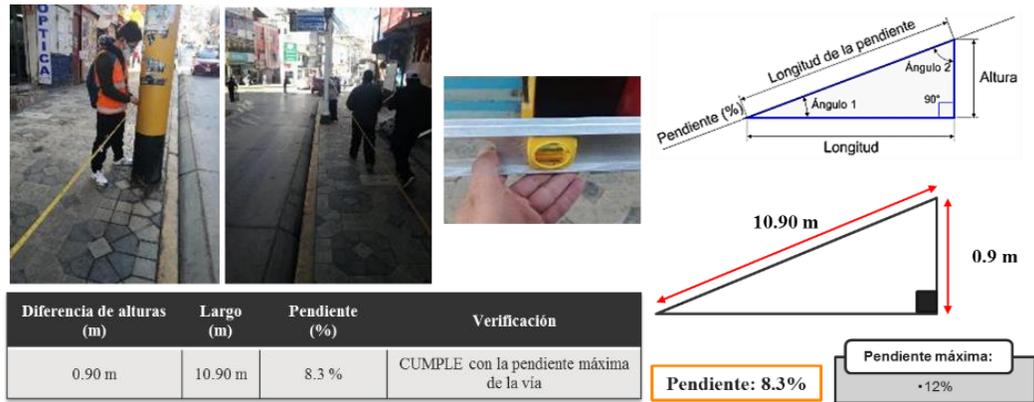
Nota: Fotografías propias, 2021

**4.1.1.3. Pendientes de las vías**

**Artículo 10.-** La pendiente de las vías no deben exceder el 12%. A excepción en las laderas de cerros en la cual se puede permitir hasta el 15% en tramos de hasta 50 m de longitud. (GH.020)

➤ **Pendiente de la vía - Jr. San Cristóbal**

**Figura 22** Pendiente del Jr. San Cristóbal

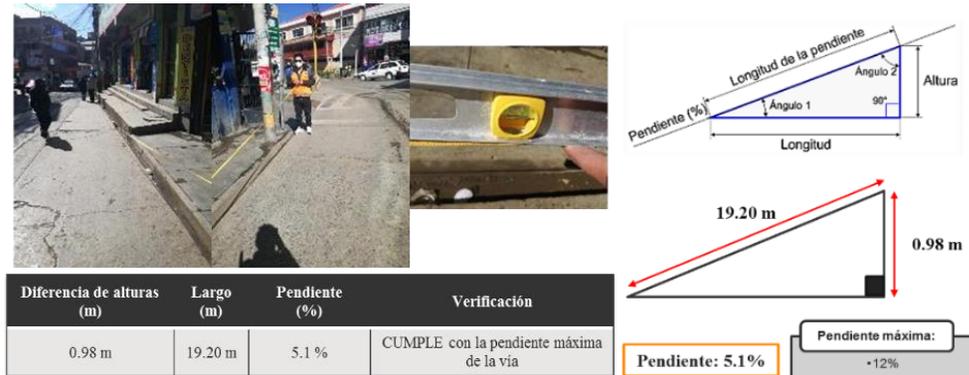


Nota: Fotografías propias, 2021

Por lo tanto, la pendiente de la vía está dentro de los valores permisibles, y no sería necesario cambiar el diseño geométrico en perfil de la calzada.

➤ **Pendiente de la vía - Av. Circunvalación Tupac Amaru**

**Figura 23** Pendiente de la Av. Circunvalación Tupac Amaru



Nota: Fotografías propias, 2021

Por lo tanto, la pendiente de la vía está dentro de los valores permisibles, y no sería necesario cambiar el diseño geométrico en perfil de la vía.

➤ **Pendiente de la vía - Av. Circunvalación Arenales**

**Figura 24** Pendiente de la Av. Circunvalación Arenales



Nota: Fotografías propias, 2021

Por lo tanto, la pendiente de la vía está dentro de los valores permisibles, y no sería necesario cambiar el diseño geométrico en perfil de la vía.

#### 4.1.1.4. Dimensiones de las veredas

Normativa empleada para las dimensiones:

➤ ***GH. 020 - Componentes De Diseño Urbano***

**Artículo 15.-** Las aceras o veredas deben tener una altura de 15 cm. sobre el nivel de la vía. Los cuales deben tener un acabado antideslizante y no deben tener gradas, a excepción de casos justificados.

**Figura 25** Tipos de vías urbanas

	TIPO DE HABILITACION			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<b>VIAS LOCALES PRINCIPALES</b>				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
<b>VIAS LOCALES SECUNDARIAS</b>				
ACERAS O VEREDAS	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.70	3.00	3.60	3.00

Nota: Extraído de GH. 020 - Componentes De Diseño Urbano

➤ ***CE.010 - Pavimentos Urbanos***

**Artículo 4.- PAVIMENTOS ESPECIALES:**

Se consideran como pavimentos especiales a los siguientes:

- a) Aceras o Veredas.
- b) Pasajes Peatonales.
- c) Ciclovías.

Estos pavimentos deberán cumplir los siguientes requisitos:

**Figura 26** Características de las vías urbanas

Tipo de Pavimento		Elemento		
		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclovías
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 150 mm		
Base		CBR ≥ 30 %		CBR ≥ 60%
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	≥ 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	≥ 100 mm		
	Adoquines	≥ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	$f_c \geq 175 \text{ Kg/cm}^2$ (17.5 MPa)		
	Adoquines	$f_c \geq 320 \text{ Kg/cm}^2$ (32 MPa)	N.R. **	

Nota: Extraído de GH. 020 - Componentes De Diseño Urbano

➤ **Dimensiones de las veredas - Jr. San Cristóbal**

**Figura 27** Dimensiones de veredas del Jr. San Cristóbal

Imagen 01

Imagen 02

**CUNETAS**

Dimensiones mínimas

Ancho:

• 2.40 m (GH.020)

Alto:

• > 15 cm (GH. 020)

• > 10 cm (CE.010)

Imagen	Ancho	Alto	Verificación	CUNETAS	
				Ancho	Sección
Imagen-01 (Margen derecho)	2.25 m	18 cm	No cumple el ancho mínimo	28 cm	Triangular
Imagen-02 (Margen izquierdo)	2.92 m	21 cm	CUMPLE	28 cm	Triangular

Nota: Fotografías propias, 2021

➤ **Dimensiones de las veredas - Av. Circunvalación Arenales**

**Figura 28** Dimensiones de veredas de la Av. Circ. Arenales



Nota: Fotografías propias, 2021

➤ **Dimensiones de las veredas - Av. Circunvalación Tupac Amaru**

**Figura 29** Dimensiones de veredas de la Av. Circ. Tupac Amaru



Nota: Fotografías propias, 2021

**Figura 30** Dimensiones de cunetas



Nota: Fotografías propias, 2021

**TABLA 5** *Análisis de las dimensiones de cunetas*

Imagen	Ancho	Alto	Verificación	CUNETAS	
				Ancho	Sección
Imagen-05 (MI)	1.52 m	17 cm	No cumple el ancho mínimo	23 cm	Rectangular
Imagen-06 (MI)	2.66 m	17 cm	CUMPLE	25 cm	Rectangular
Imagen-07 (MD)	1.62 m	7 cm	NO CUMPLE	25 cm	Rectangular
Imagen-08 (MD)	0.73 m	13 cm	No cumple el ancho, ni alto mínimo por la GH.020	23 cm	Rectangular

Nota: Elaboración propia, 2021

#### 4.1.1.5. Dimensiones de las rampas:

Normativa empleada para las dimensiones

#### NORMA GH. 020

✓ COMPONENTES DE DISEÑO URBANO - Capítulo II Diseño de Vías

**Artículo 20.-** En las intersecciones de calzadas se deberán colocar rampas para discapacitados que den el acceso a las veredas, las cuáles deben ir ubicadas sobre las bermas laterales y centrales. En caso no existir bermas estas pueden ser colocadas en las propias veredas.

La pendiente de la rampa no deberá a exceder el 10% y tener un ancho mínimo será de 0.90 m.

**Pendiente máxima:**

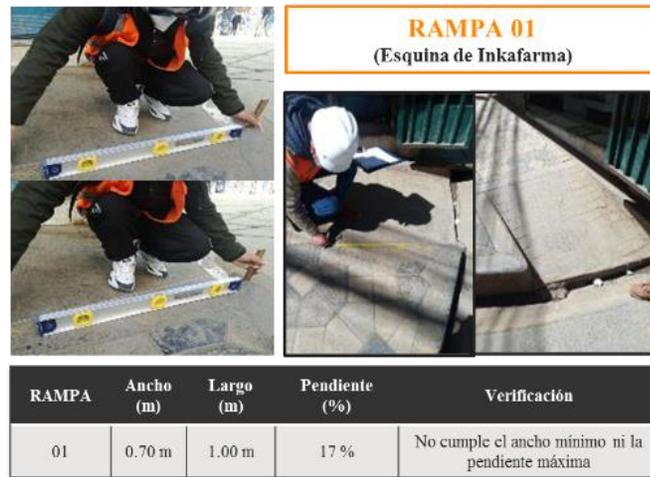
**•10%**

**Ancho mínimo libre:**

**•0.90 m.**

➤ *Dimensiones de rampas - Jr. San Cristóbal*

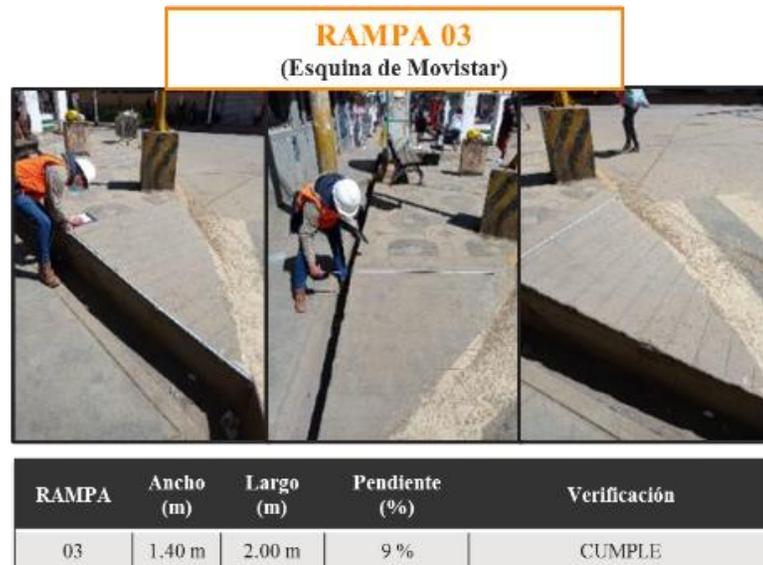
**Figura 31** Dimensiones de rampas del Jr. San Cristóbal



Nota: Fotografías propias, 2021

➤ *Dimensiones de rampa - Av. Circunvalación Tupac Amaru*

**Figura 32** Dimensiones de rampas de la Av. Circ. Tupac Amaru



Nota: Fotografías propias, 2021

➤ *Dimensiones de rampa - Av. Circunvalación Arenales*

**Figura 33** Dimensiones de rampas de la Av. Circ. Arenales



Nota: Fotografías propias, 2021

**TABLA 6** Análisis de las dimensiones de las rampas

<b>RAMPA</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Verificación</b>
04	1.20 m	6.50 m	2.5 %	CUMPLE
02	0.90 m	1.10 m	15 %	No cumple la pendiente máxima

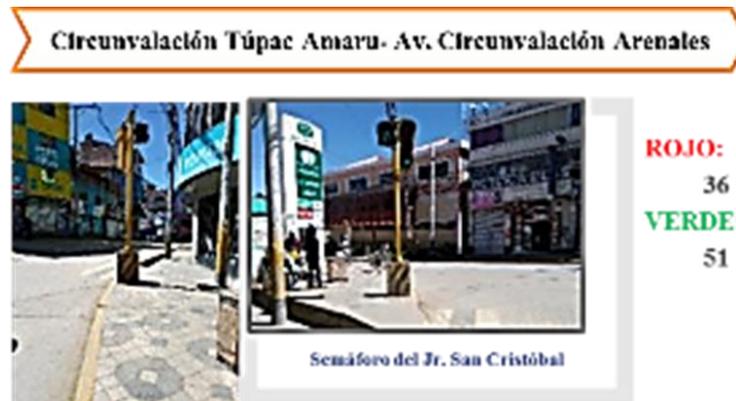
Nota: Elaboración propia, 2021

#### 4.1.1.6. Dispositivos de control de tránsito

##### 4.1.1.6.1. Semáforos

En la vía tenemos 2 semáforos:

**Figura 34** Localización de semáforos



### Jr. San Cristóbal-Av. Circunvalación Arenales



Semáforo de la Av. Circunvalación  
Tupac Amaru

**ROJO:**  
57  
**VERDE:**  
30



Nota: Fotografías propias, 2021

#### Tiempos semafóricos:

##### ➤ *Jr. San Cristóbal (97 segundos)*

- Rojo = 57 segundos
- Verde = 30 segundos

##### ➤ *Av. Circunvalación Tupac Amaru (87 segundos)*

- Rojo = 36 segundos
- Verde = 51 segundos

#### 4.1.1.6.2. Señales verticales

##### ➤ *Jr. San Cristóbal-Av. Circunvalación Arenales*

**Figura 35** Localización de las señales verticales



Nota: Fotografías propias, 2021

#### 4.1.1.7. Características de los cruces peatonales

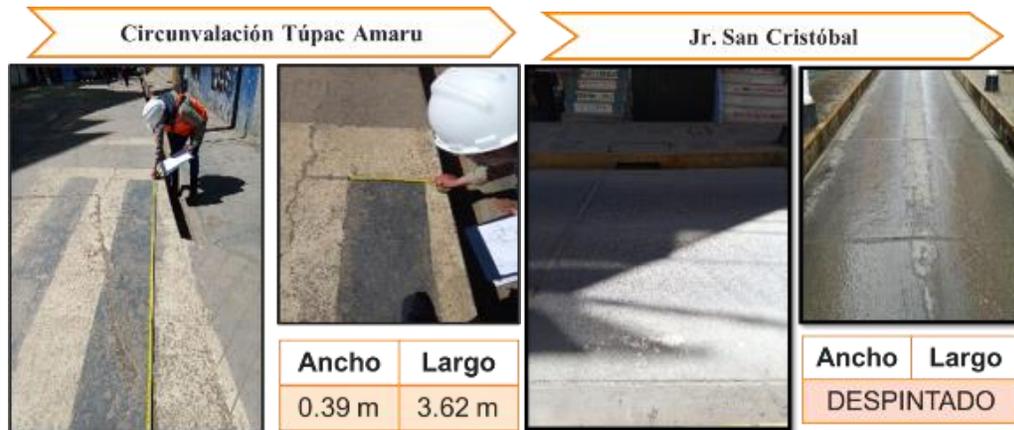
➤ *Jr. San Cristóbal (totalmente despintados)*

- En esta vía las señales de marca en el pavimento no son observables, están completamente despintadas.

➤ *Av. Circunvalación Tupac Amaru (poco registro de pintura)*

- Los cruces peatonales tienen dimensiones inadecuadas de acuerdo al Manual De Dispositivos De Control Del Transito Automotor Para Calles Y Carreteras – MTC, 2016.

**Figura 36** Localización de las señales horizontales



Nota: Fotografías propias, 2021

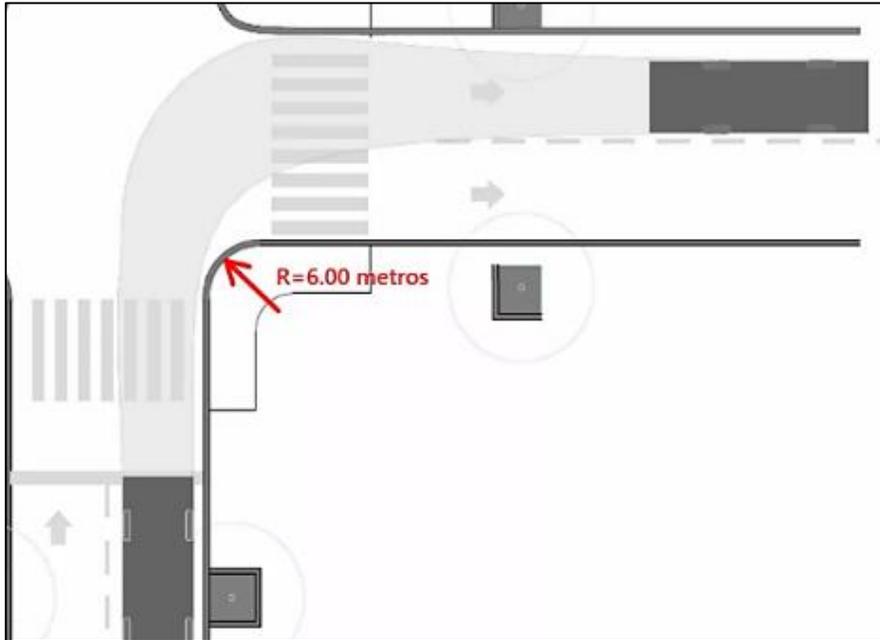
#### 4.1.1.8. Radios de esquina

##### NORMA GH. 020

- ✓ COMPONENTES DE DISEÑO URBANO - Capitulo II Diseño de Vías

**Artículo 18.-** La unión de las calzadas entre dos calles locales tendrán un radio de curvatura de 6 m. medido al borde del carril más cercano a la vereda.

**Figura 37** Radio de curva en una intersección



Nota: Adaptado del Manual GH 020, 2017

#### **4.1.2. Recolección de datos.**

##### **4.1.2.1. Conteo y clasificación vehicular**

La investigación tiene como finalidad aplicar los conocimientos adquiridos y llevarlos al contexto real de la intersección de las vías Intersección Circunvalación Arenales-San Cristóbal (Frente a movistar), en la cual se obtendrán un registro de datos del estudio de tránsito para poder contextualizar la realidad del tráfico actual.

Para la recolección de datos se realizó el aforo vehicular de la intersección Av. Circunvalación Arenales-Jr. San Cristóbal.



Estos datos fueron necesarios para determinar el volumen de tránsito vehicular y el porcentaje por clase de vehículos que transitaron por la intersección en los turnos mencionados, tomando en consideración los siguientes vehículos.

**Figura 39** Tipos de vehículos según formato del MTC

MOTO	AUTO	CAMIONETA			MICRO	BUS		CAMION		
		PICKUP	PANEL	COMBI		2E	3E	2E	3E	4E
										
SEMITRYLER					TRYLER					
		2S1	2S3	3S1	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
										

Nota: Adaptado de los formatos del MTC, 2015

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

La información obtenida del conteo vehicular fue procesada mediante hojas de cálculo que fueron elaborados en Excel. Los datos y las características geométricas que se determinan en campo serán ingresados al Software Vissim para la simulación de tráfico para el análisis de la intersección.

Para el aforo se tuvo en consideración los tipos de vehículos, las horas de mayor demanda, así como las maniobras que realizaban cada uno de los vehículos en la intersección de la Av. Circunvalación Arenales-Jr. San Cristóbal en la cual se identificó la dirección del tránsito y los sentidos de cada vía.

El conteo de vehicular se realizó durante tres días de la semana, para el análisis de los datos.

Obteniendo los datos durante toda la semana en campo se puede obtener el siguiente:

#### 4.2.1. Volumen vehicular actual

##### 4.2.1.1. Aforo vehicular-por día.

**TABLA 7** Resumen de Aforo Vehicular

Vehículos Mixtos	Día de Conteo Vehicular
2453	Lunes 05/07/21
2379	Miércoles 30/06/21
2502	Viernes 02/07/21

Nota: Elaboración Propia, 2021

De la **TABLA 7**, se puede observar un resumen de los aforos vehiculares en los días más concurridos, siendo el día con mayor flujo vehicular el día viernes, registrando 2502 vehículos mixtos, esto nos permitirá graficar los volúmenes de flujo, con la finalidad de identificar la hora pico y el periodo en el cual se encuentra.

**Gráfico 1** Resumen de Aforo Vehicular por día.



Nota: Elaboración propia mediante Excel, 2021

Del gráfico 1, se puede visualizar el día con mayor flujo vehicular el cual es el viernes, registrando 2502 vehículos mixtos.

Los aforos vehiculares por turnos se muestran a continuación:

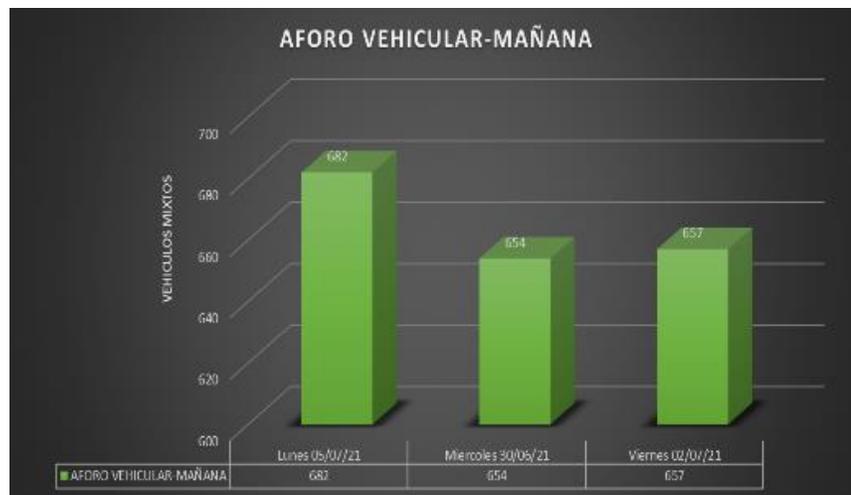
**a. Mañana.**

**TABLA 8** Resumen de Aforo Vehicular (Mañana)

Vehículos Mixtos	Día de Conteo Vehicular (Mañana)
682	Lunes 05/07/21
654	Miércoles 30/06/21
657	Viernes 02/07/21

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 2** Resumen de Aforo Vehicular – Turno mañana



Nota: Elaboración propia mediante Excel, 2021

Como se observa en el gráfico 2 la suma de todos los días en el turno mañana el día que presenta mayor flujo vehicular es el lunes obteniendo un valor de 682 vehículos mixtos.

**b. Tarde.**

**TABLA 9** Resumen de Aforo Vehicular (Tarde)

Vehículos Mixtos	Día de Conteo Vehicular (Tarde)
804	Lunes 05/07/21
881	Miércoles 30/06/21
1016	Viernes 02/07/21

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 3** Resumen de Aforo Vehicular – Turno tarde



Nota: Elaboración propia mediante Excel, 2021

Como se observa en el gráfico 3 sobre la suma de todos los días en el turno tarde el día que presenta mayor flujo vehicular es el viernes obteniendo un valor de 1016 vehículos mixtos.

**c. Noche.**

**TABLA 10** Resumen de Aforo Vehicular (Noche)

Vehículos Mixtos	Día de Conteo Vehicular (Noche)
967	Lunes 05/07/21
868	Miércoles 30/06/21
829	Viernes 02/07/21

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 4** Resumen de Aforo Vehicular – Turno noche



Nota: Elaboración propia mediante Excel, 2021

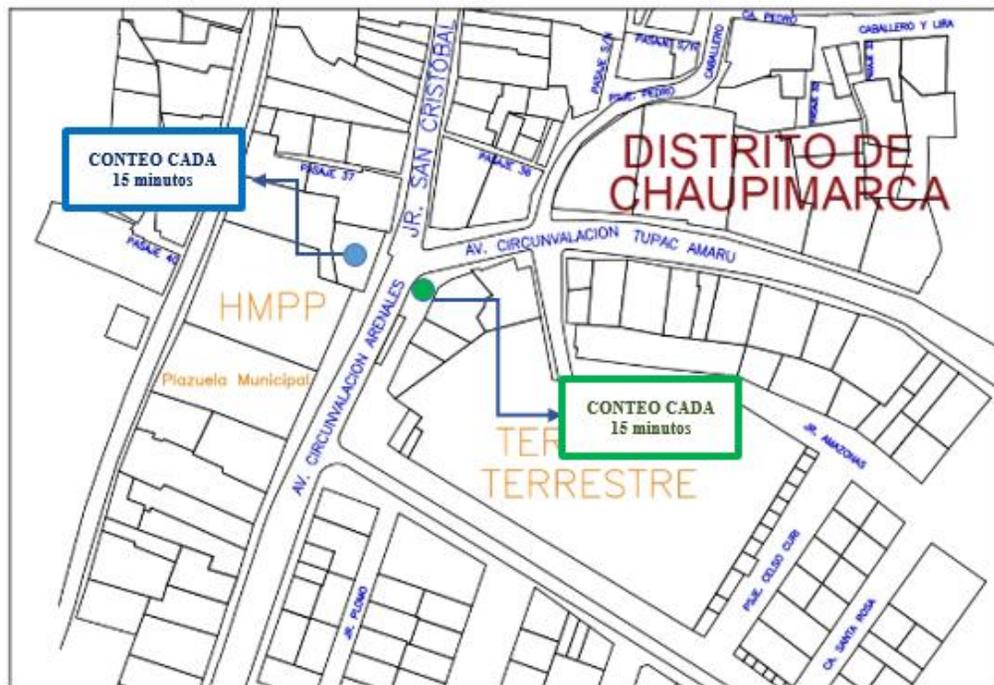
Como se observa en el gráfico 3 sobre la suma de todos los días en el turno noche el día que presenta mayor flujo vehicular es el lunes obteniendo un valor de 967 vehículos mixtos.

#### 4.2.1.2. Aforo vehicular por 15 min.

Dividimos el aforo vehicular que pasa por cada Avenida en los diferentes turnos:

- Av. Circunvalación Arenales.
- Jr. San Cristóbal

**Figura 40** Localización de estaciones de conteo



Nota: Adaptado del plano catastral de la Provincia de Pasco, 2017

**TABLA 11** *Aforo vehicular lunes 05 de julio 2021*

<b>HORA</b>	<b>Jr. San Cristóbal</b>	<b>Av. Circunvalación Tupac Amaru</b>	<b>TOTAL</b>
07:00 - 07:15	54	24	78
07:15 - 07:30	65	30	95
07:30 - 07:45	40	21	61
07:45 - 08:00	65	19	84
08:00 - 08:15	46	29	75
08:15 - 08:30	60	47	107
08:30 - 08:45	59	27	86
08:45 - 09:00	56	40	96
12:00 - 12:15	74	22	96
12:15 - 12:30	71	21	92
12:30 - 12:45	71	25	96
12:45 - 1:00	73	21	94
13:00 - 13:15	73	27	100
13:15 - 13:30	69	30	99
13:30 - 13:45	71	45	116
13:45 - 14:00	84	27	111
16:30 - 16:45	72	26	98
16:45 - 17:00	85	40	125
17:00 - 17:15	75	29	104
17:15 - 17:30	101	44	145
17:30 - 17:45	65	47	112
17:45 - 18:00	76	38	114
18:00 - 18:15	112	39	151
18:15 - 18:30	79	39	118

Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 12** *Aforo vehicular miércoles 30 de junio 2021*

<b>HORA</b>	<b>Jr. San Cristóbal</b>	<b>Av. Circunvalación Tupac Amaru</b>	<b>TOTAL</b>
07:00 - 07:15	34	22	56
07:15 - 07:30	45	19	64
07:30 - 07:45	52	24	76
07:45 - 08:00	56	16	72
08:00 - 08:15	47	33	80
08:15 - 08:30	57	36	93
08:30 - 08:45	57	30	87
08:45 - 09:00	65	37	102
12:00 - 12:15	80	28	108
12:15 - 12:30	82	30	112
12:30 - 12:45	79	33	112
12:45 - 1:00	91	34	125
13:00 - 13:15	82	37	119
13:15 - 13:30	60	27	87

13:30 - 13:45	62	49	111
13:45 - 14:00	74	33	107
16:30 - 16:45	68	29	97
16:45 - 17:00	83	37	120
17:00 - 17:15	76	35	111
17:15 - 17:30	78	34	112
17:30 - 17:45	65	46	111
17:45 - 18:00	69	34	103
18:00 - 18:15	83	32	115
18:15 - 18:30	69	30	99

Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 13** Aforo vehicular viernes 02 de julio 2021

HORA	Jr. San Cristóbal	Av. Circunvalación Tupac Amaru	TOTAL
07:00 - 07:15	16	28	44
07:15 - 07:30	31	13	44
07:30 - 07:45	68	30	98
07:45 - 08:00	54	17	71
08:00 - 08:15	51	42	93
08:15 - 08:30	57	33	90
08:30 - 08:45	60	38	98
08:45 - 09:00	79	40	119
12:00 - 12:15	89	36	125
12:15 - 12:30	95	41	136
12:30 - 12:45	94	45	139
12:45 - 13:00	113	52	165
13:00 - 13:15	95	48	143
13:15 - 13:30	54	27	81
13:30 - 13:45	57	57	114
13:45 - 14:00	69	44	113
16:30 - 16:45	66	38	104
16:45 - 17:00	84	39	123
17:00 - 17:15	81	41	122
17:15 - 17:30	61	28	89
17:30 - 17:45	67	47	114
17:45 - 18:00	65	36	101
18:00 - 18:15	58	28	86
18:15 - 18:30	63	27	90

Nota: Elaboración Propia, 2021

De las **TABLAS** se puede apreciar el resumen del conteo vehicular realizado durante tres turnos en periodos de 15 minutos. Lo que resalta es la predominancia del aforo vehicular el día viernes, por lo que nos centraremos en ese día para el análisis de tráfico.

### 4.2.1.3. Volumen horario de máxima demanda.

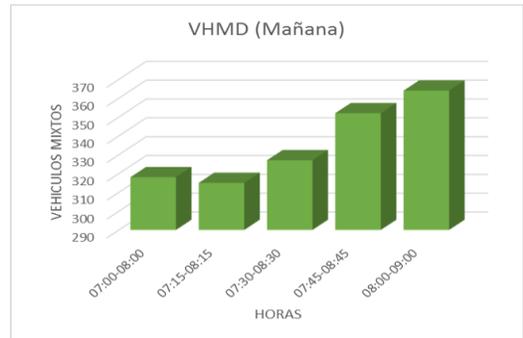
➤ *Para el día lunes será:*

**TABLA 14 VHMD (lunes-mañana)**

HORA	VHMD (Mañana)
07:00-08:00	318
07:15-08:15	315
07:30-08:30	327
07:45-08:45	352
08:00-09:00	364

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 5 VHMD (lunes-mañana)**



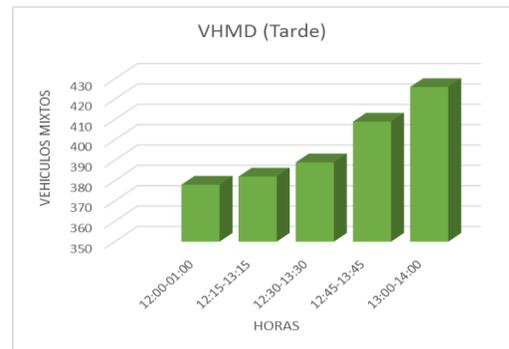
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 15 VHMD (lunes-tarde)**

HORA	VHMD (Tarde)
12:00-01:00	378
12:15-13:15	382
12:30-13:30	389
12:45-13:45	409
13:00-14:00	426

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 6 VHMD (lunes-tarde)**



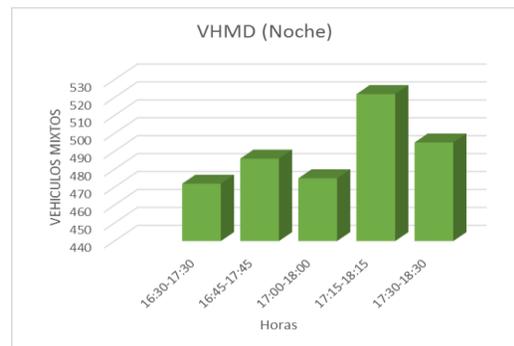
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 16 VHMD (lunes-noche)**

HORA	VHMD (Noche)
16:30-17:30	472
16:45-17:45	486
17:00-18:00	475
17:15-18:15	522
17:30-18:30	495

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 7 VHMD (lunes-noche)**



Nota: Elaboración Propia, 2021

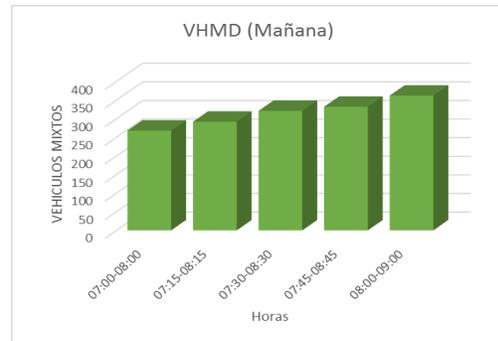
*Para el día miércoles será:*

**TABLA 17 VHMD (miércoles-mañana)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Mañana)</b>
07:00-08:00	268
07:15-08:15	292
07:30-08:30	321
07:45-08:45	332
08:00-09:00	362

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 8 VHMD (miércoles-mañana)**



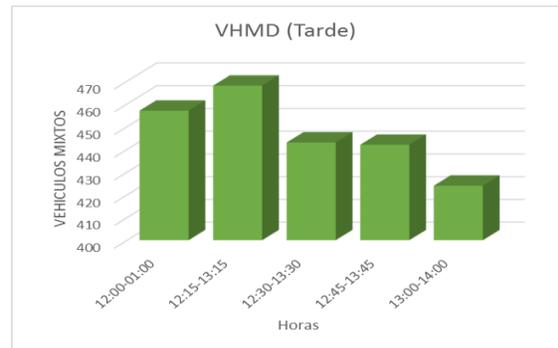
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 18 VHMD (miércoles-tarde)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Tarde)</b>
12:00-01:00	457
12:15-13:15	468
12:30-13:30	443
12:45-13:45	442
13:00-14:00	424

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 9 VHMD (miércoles-tarde)**



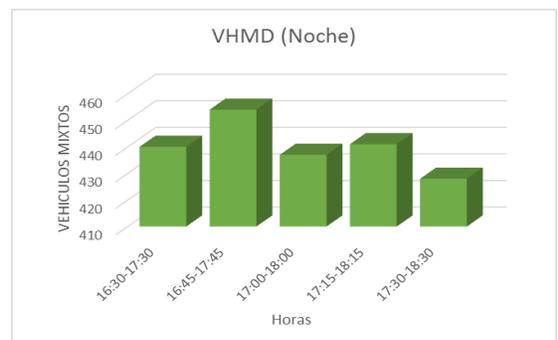
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 19 VHMD (miércoles-noche)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Noche)</b>
<b>16:30-17:30</b>	<b>440</b>
<b>16:45-17:45</b>	<b>454</b>
<b>17:00-18:00</b>	<b>437</b>
<b>17:15-18:15</b>	<b>441</b>
<b>17:30-18:30</b>	<b>428</b>

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 10 VHMD (miércoles-noche)**



Nota: Elaboración Propia, 2021

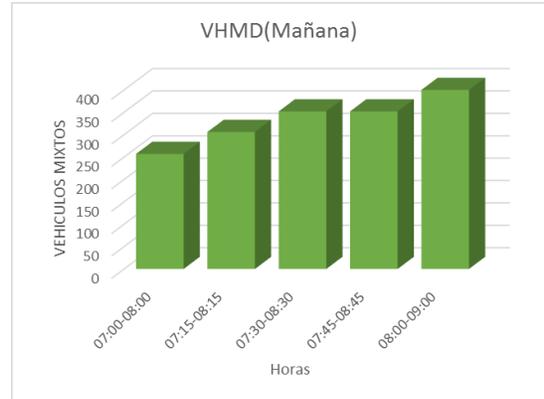
*Para el día viernes será:*

**TABLA 20 VHMD (viernes-mañana)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Mañana)</b>
07:00-08:00	257
07:15-08:15	306
07:30-08:30	352
07:45-08:45	352
08:00-09:00	400

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 11 VHMD (viernes-mañana)**



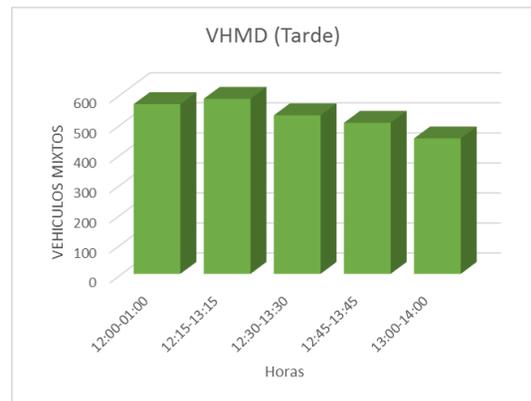
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 21 VHMD (viernes-tarde)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Tarde)</b>
12:00-01:00	565
12:15-13:15	583
12:30-13:30	528
12:45-13:45	503
13:00-14:00	451

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 12 VHMD (viernes-tarde)**



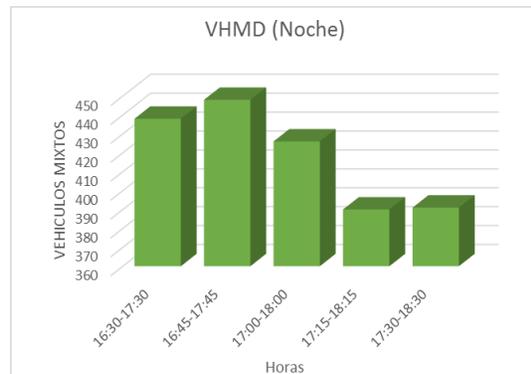
Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 22 VHMD (viernes-noche)**

<b>HORA</b>	<b>VHMD (Noche)</b>
<b>16:30-17:30</b>	<b>438</b>
<b>16:45-17:45</b>	<b>448</b>
<b>17:00-18:00</b>	<b>426</b>
<b>17:15-18:15</b>	<b>390</b>
<b>17:30-18:30</b>	<b>391</b>

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 13 VHMD (viernes-noche)**



Nota: Elaboración Propia, 2021

#### 4.2.1.4. Flujo horario de máxima demanda

El periodo de 15 minutos donde se encuentra mayor flujo vehicular de la hora pico está comprendido entre 12:00-2:00 p.m. del día viernes, con 165 vehículos mixtos y la hora pico es desde las 12:45 – 1:00 p.m. con 583 vehículos/h.

**TABLA 23** Flujo horario de máxima demanda

HORA	Aforo Vehicular
12:00 - 12:15	125
12:15 - 12:30	136
12:30 - 12:45	139
12:45 - 13:00	165
13:00 - 13:15	143
13:15 - 13:30	81
13:30 - 13:45	114
13:45 - 14:00	113

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 14** Volumen horario de máxima demanda



Nota: Elaboración Propia, 2021

Una vez calculado el Volumen horario de máxima demanda (VHMD), se calcula el Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD), para obtener la variación del flujo vehicular dentro de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmax)}$$

Donde:

- FHMD = Factor Horario de Máxima Demanda
- VHMD = Volumen Horario de Máxima Demanda
- N = Número de periodo durante la hora de Máxima Demanda

$$FHMD = \frac{583}{4(165)}$$

$$FHMD = 0.883 : \text{Flujo inestable}$$

#### 4.2.1.5. Vehículo predominante.

➤ *Jr. San Cristóbal-Av. Circunvalación Arenales*

**Gráfico 15** *Distribución de vehículos Jr. San Cristóbal*



Nota: Elaboración Propia obtenida de Excel, 2021

➤ *Av. Circunvalación Túpac Amaru-Av. Circunvalación Arenales*

**Gráfico 16** *Distribución de vehículos Av. Tupac Amaru*



Nota: Elaboración Propia obtenida de Excel, 2021

➤ *Para cada acceso:*

**TABLA 24** Vehículo predominante por acceso

VEHÍCULO	ACCESO 1	ACCESO 1
MOTO	12	2
AUTO	247	88
STATION WAGON	43	18
CAMIONETAS	77	31
COMBI	7	37
BUS	1	8
CAMIÓN	10	1
SEMITRAYLER	0	1
TRAYLER	0	0
TOTAL	397	186
FHMD	0.88	0.89

Nota: Elaboración Propia, 2021

#### 4.2.1.6. Resumen de volúmenes mixtos.

**TABLA 25:** Volúmenes semanales-Estación 01

ESTACIÓN N°01	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	3545	2668	2859	2287	3622	2621	2764

Nota: Elaboración Propia, 2021

**TABLA 26:** Volúmenes semanales-Estación 02

ESTACIÓN N°02	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	1665	1191	1276	1021	1913	1170	1233

Nota: Elaboración Propia, 2021

#### 4.2.2. Tránsito futuro

Llegando a la progresión de acuerdo al tránsito actual se estimó el tránsito

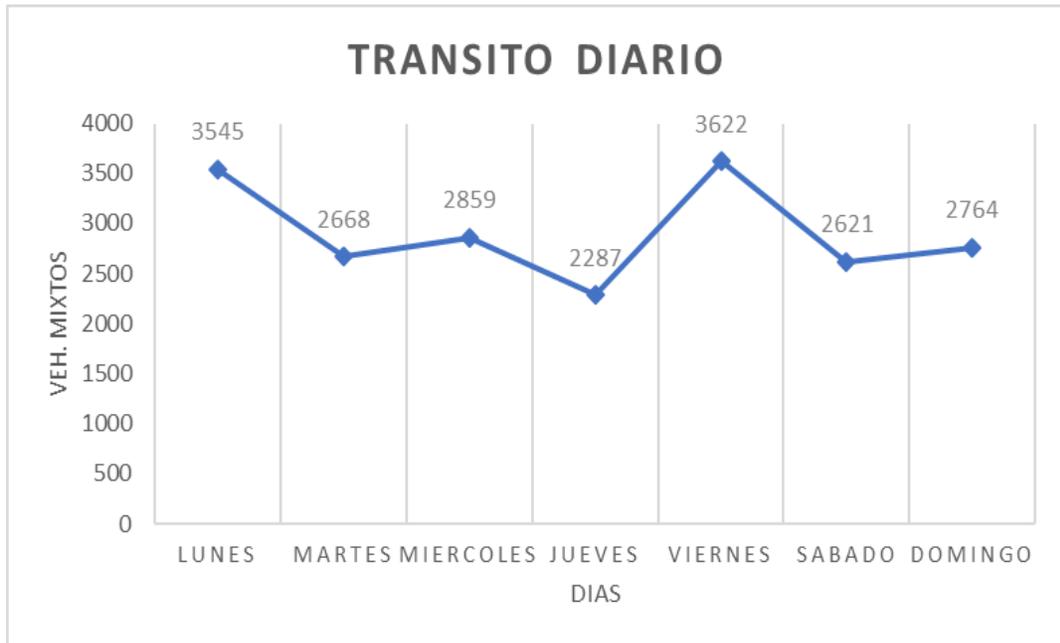
futuro que se puede visualizar en la siguiente **TABLA**

**TABLA 27** Resumen de volúmenes vehiculares

ESTACIÓN N°01	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	3545	2668	2859	2287	3622	2621	2764
ESTACIÓN N°02	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	1665	1191	1276	1021	1913	1170	1233

Nota: Elaboración Propia, 2021

**Gráfico 17** *Tránsito diario*



Nota: Elaboración Propia obtenida de Excel, 2021

**TABLA 28** *Transito medio diario anual (TMDA).*

3245	Veh. Mixtos/Dia
1568	Veh. Mixtos/Dia

Nota: Elaboración Propia, 2021

### 4.2.3. Simulación

Se realizó la simulación del tráfico actual para determinar el nivel de servicio de la vía mediante el programa Vissim en las dos situaciones planteadas, las cuales serían en estado actual y con la implementación de los ITS para determinar si estos van a mejorar los niveles de servicio y disminuir el tráfico

#### 4.2.3.1. Estado actual

Por lo cual en la primera imagen se observa la simulación de tráfico realizado con el software en el estado actual de las vías

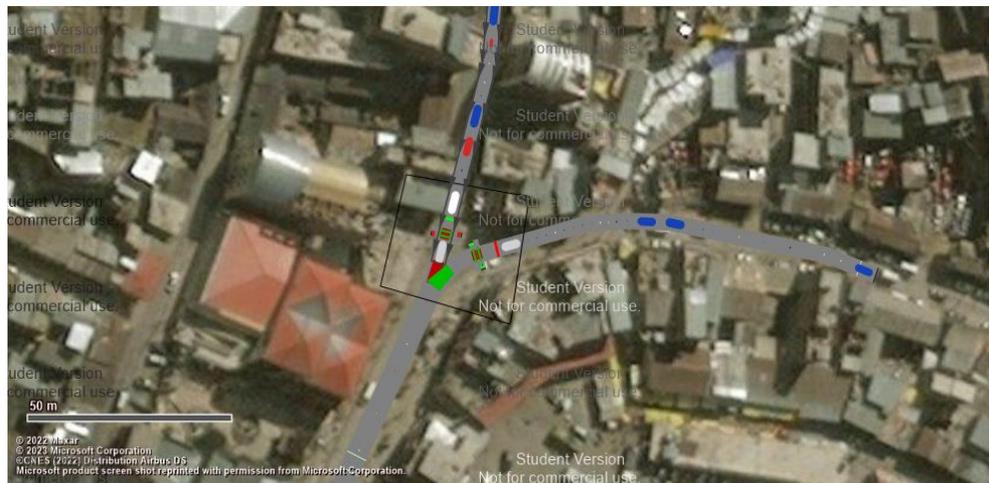
**Figura 41** *Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

Después de introducir los datos que fueron registrados en campo y los cuales fueron procesados y analizados mediante hojas de cálculo se procedió a realizar la simulación como se observa a continuación

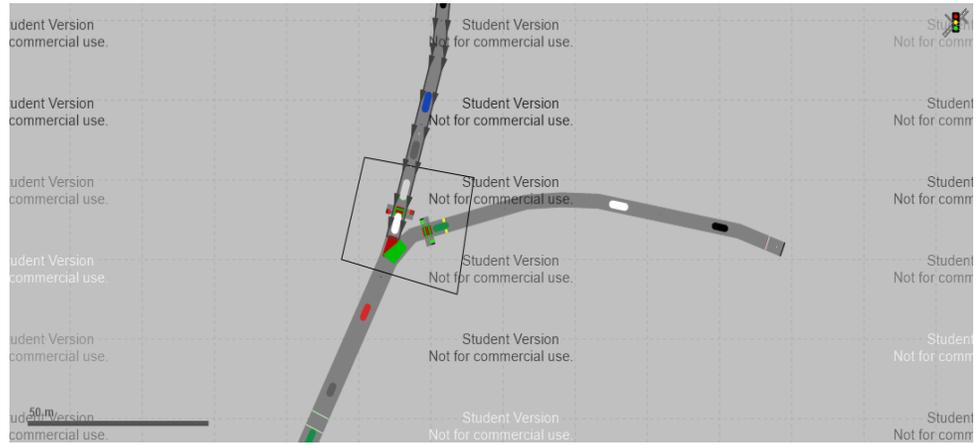
**Figura 42** *Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

De esta manera se podrán obtener los niveles de servicio de las vías y de la intersección analizada, así mismo nos muestra los puntos más críticos de congestión vehicular

**Figura 43** *Análisis de las vías sin implementar sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

#### 4.2.3.2. Propuesta de la implementación de los ITS

Posteriormente se realizó la simulación mediante el software Vissim pero esta vez con la implementación de los ITS para ver los niveles de servicio y comprobar nuestra hipótesis planteada

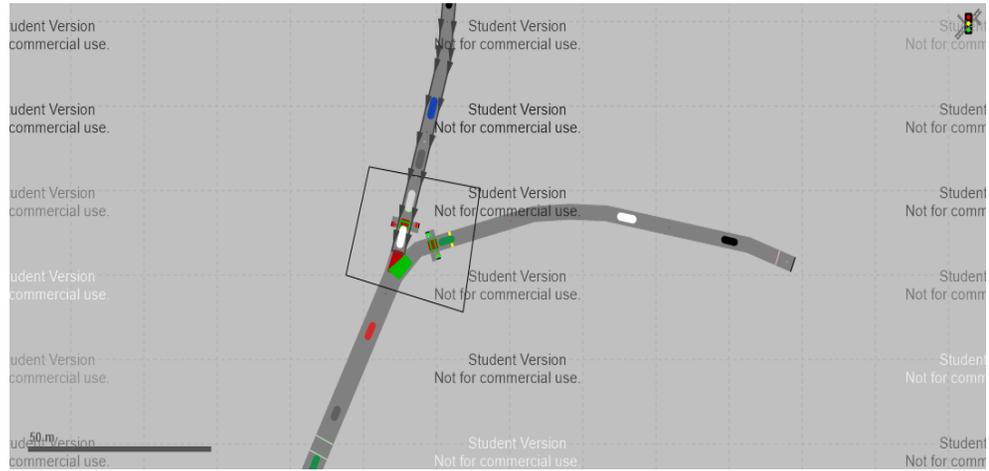
**Figura 44** *Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

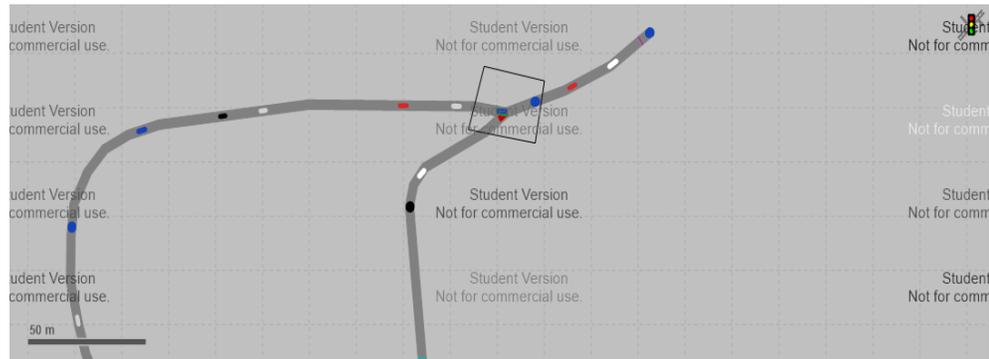
Mediante esta simulación se puede determinar el flujo del tránsito y como estos mejoran notablemente ya que las vías se visualizan descongestionadas

**Figura 45** *Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021*



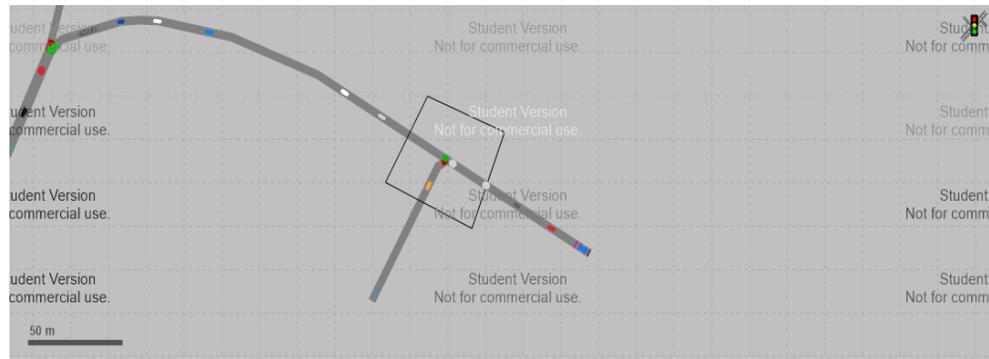
Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

**Figura 46** *Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

**Figura 47** *Análisis de las vías implementando sistemas inteligentes de transporte - Programa PTV Vissim 2021*



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

### 4.2.3.3. Resultados de la simulación

Las simulaciones mediante el software de simulación de tráfico VISSIM en ambos casos nos demostraron que lo planteado en la hipótesis era correcto ya que el estado actual con la implementación de los ITS va a mejorar los niveles de servicio de la vía, disminuyendo el congestionamiento.

En la siguiente **TABLA** se puede visualizar una comparativa de los resultados del programa Vissim en la cual se muestra los niveles de servicio en el estado actual y con la implementación de los ITS identificados:

**TABLA 29**

*Resultados del nivel de servicio actual y al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) - Programa PTV Vissim 2023*

Horario	DIA	ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	NIVEL DE SERVICIO	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	NIVEL DE SERVICIO	COMBINACIÓN (1) Y (2)	NIVEL DE SERVICIO
7 a 9 am.	Lunes	61.7693	E	27.7693	C	34.7693	C	20.7693	C
	Martes	70.6472	E	37.6472	D	36.6472	D	28.6472	C
	Miércoles	71.6425	E	38.6425	D	40.6425	D	27.6425	C
	Jueves	59.5795	E	27.5795	C	26.5795	C	19.5795	B
	Viernes	61.4735	E	26.4735	C	32.4735	C	17.4735	B
	Sábado	57.2612	E	26.2612	C	29.2612	C	15.2612	B
	Domingo	70.8414	E	40.8414	D	41.8414	D	30.8414	C
12 a 2 pm.	Lunes	58.9755	E	28.9755	C	30.9755	C	15.9755	B
	Martes	76.8184	E	44.8184	D	45.8184	D	36.8184	D
	Miércoles	62.4162	E	30.4162	C	30.4162	C	18.4162	B
	Jueves	64.9724	E	30.9724	C	33.9724	C	19.9724	B
	Viernes	67.9497	E	33.9497	C	32.9497	C	27.9497	C
	Sábado	55.9002	E	22.9002	C	20.9002	C	12.9002	B
	Domingo	69.4551	E	37.4551	D	42.4551	D	27.4551	C
5 a 7 pm.	Lunes	79.0482	E	47.0482	D	44.0482	D	36.0482	D
	Martes	67.895	E	35.895	D	40.895	D	23.895	C
	Miércoles	57.0635	E	27.0635	C	24.0635	C	15.0635	B
	Jueves	76.4026	E	42.4026	D	41.4026	D	33.4026	C
	Viernes	69.4312	E	36.4312	D	41.4312	D	27.4312	C
	Sábado	66.2776	E	36.2776	D	38.2776	D	25.2776	C
	Domingo	76.9671	E	44.9671	D	49.9671	D	31.9671	C

Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

#### 4.2.4. Análisis e interpretación de resultados

##### 4.2.4.1. Análisis estadístico

Antes de conseguir las conclusiones es indispensable usar la estadística inferencial, que en particular usa valores estadísticos (la desviación típica, etc.) que son parámetros que nos ayuda a calcular las estadísticas de una población referidas a técnicas (estimación de parámetros y prueba de hipótesis).

La hipótesis a poner a prueba es: Se estima una mejora en la transitabilidad del sistema vial del Distrito de Chaupimarca, con la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

En este caso lo que pondrá a prueba será, si la transitabilidad mejora al implementar un sistema inteligente de transporte, como los semáforos inteligentes y tableros de señalización variable, frente al sistema vial actual.

**TABLA 30** Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 7 a 9 am.

DÍA	NIVEL DE SERVICIO DE 7 a 9 am.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	61.77	27.77	34.77	20.77
Martes	70.65	37.65	36.65	28.65
Miércoles	71.64	38.64	40.64	27.64
Jueves	59.58	27.58	26.58	19.58
Viernes	61.47	26.47	32.47	17.47
Sábado	57.26	26.26	29.26	15.26
Domingo	70.84	40.84	41.84	30.84
$n_i$	7	7	7	7
$u$	64.745	32.174	34.602	22.888
$\sigma^2$	31.689	36.413	27.218	31.707
$u_1 - u_2$		32.571	30.143	41.857
$Z_o$		10.443	10.391	13.909

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 31**

*Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 12 a 2 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO de 12 a 2 pm.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	58.98	28.98	30.98	15.98
Martes	76.82	44.82	45.82	36.82
Miércoles	62.42	30.42	30.42	18.42
Jueves	64.97	30.97	33.97	19.97
Viernes	67.95	33.95	32.95	27.95
Sábado	55.90	22.90	20.90	12.90
Domingo	69.46	37.46	42.46	27.46
$n_i$	7.000	7.000	7.000	7.000
$u$	65.213	32.784	33.927	22.784
$\sigma^2$	41.955	41.298	57.975	59.499
$u_1 - u_2$		32.429	31.286	42.429
$Z_o$		9.403	8.280	11.145

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 32**

*Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1 de 5 a 7 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO de 5 a 7 pm.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	79.05	47.05	44.05	36.05
Martes	67.90	35.90	40.90	23.90
Miércoles	57.06	27.06	24.06	15.06
Jueves	76.40	42.40	41.40	33.40
Viernes	69.43	36.43	41.43	27.43
Sábado	66.28	36.28	38.28	25.28
Domingo	76.97	44.97	49.97	31.97
$n_i$	7.000	7.000	7.000	7.000
$u$	70.441	38.584	40.012	27.584
$\sigma^2$	50.858	39.554	53.926	42.918
$u_1 - u_2$		31.857	30.429	42.857
$Z_o$		8.864	7.865	11.709

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 33**

*Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 7 a 9 am.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO de 7 a 9 am.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	69.39	37.39	37.39	29.39
Martes	71.11	36.11	43.11	28.11
Miércoles	54.99	21.99	19.99	14.99
Jueves	68.80	34.80	34.80	27.80
Viernes	65.21	32.21	33.21	25.21
Sábado	59.47	28.47	30.47	18.47
Domingo	72.67	41.67	39.67	29.67
$n_i$	7	7	7	7
u	65.95	33.23	34.09	24.80
$\sigma^2$	36.3415302	35.6216404	48.078922	28.7477791
$u_1 - u_2$		32.71	31.86	41.14
$Z_o$		10.2030806	9.17343538	13.4923822

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 34**

*Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 12 a 2 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO de 12 a 2 pm.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	52.31	22.31	17.31	7.31
Martes	73.19	40.19	41.19	32.19
Miércoles	71.51	41.51	36.51	30.51
Jueves	60.35	28.35	26.35	16.35
Viernes	56.36	26.36	22.36	12.36
Sábado	53.58	21.58	25.58	9.58
Domingo	50.45	15.45	22.45	8.45
$n_i$	7	7	7	7
u	59.68	27.96	27.39	16.68
$\sigma^2$	72.949671	80.7135771	61.3279567	93.7897282
$u_1 - u_2$		31.71	32.29	43.00
$Z_o$		6.76891328	7.37152918	8.81045545

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 35**

*Resumen de análisis estadístico del Nivel de Servicio Actual y al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2 de 5 a 7 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO de 5 a 7 pm.			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	66.66	34.66	33.66	26.66
Martes	68.13	33.13	40.13	23.13
Miércoles	73.21	39.21	45.21	33.21
Jueves	58.59	25.59	29.59	14.59
Viernes	51.09	16.09	16.09	10.09
Sábado	68.20	36.20	36.20	23.20
Domingo	66.78	36.78	31.78	24.78
$n_i$	7	7	7	7
$\bar{u}$	64.66	31.66	33.24	22.24
$\sigma^2$	46.75839	56.352655	72.7674795	50.6169938
$u_1 - u_2$		33.00	31.43	42.43
$Z_0$		8.59825556	7.60576129	11.3758229

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

#### 4.3. Prueba de hipótesis

Se establecieron en todas las ocasiones dos poblaciones; **la principal muestra es sobre el nivel de servicio actual ( $u_1$ ) y de secundarias los niveles de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente de transporte y tablero de señalización variable) ( $u_2$ )**, con varianzas, determinaciones y medias calculadas, para lo que se analizó si al implementar niveles de servicio se mejora o no la transitabilidad de la muestra, por esta razón se considera que existe una mejora en transitabilidad entonces lo estimado de las medias serán equivalentes.

Para lo que se ha estimado primeramente la hipótesis alternativa independiente

➤ La Hipótesis nula ( $H_0$ ):  $u_1 \leq u_2$

La Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):  $u_1 > u_2$ , re rechazará la hipótesis nula, si la muestra que se implementó sistemas inteligentes de transporte mejora el nivel de servicio (transitabilidad).

Para la elaboración de la prueba se empleará el uso de la estadística de prueba de la distribución normal ( $Z_o$ ).

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Para un nivel de alfa  $\alpha = 0.05$  se tiene  $z = 1.645$ :

**TABLA 36**

*Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_o$ ) y la hipótesis nula ( $H_o$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 7 a 9 am,*

NIVEL DE SERVICIO				
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
$Z_o$		10.443	10.391	13.909
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_o$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_o$	Se rechaza $H_o$	Se rechaza $H_o$

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 37**

*Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_o$ ) y la hipótesis nula ( $H_o$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 12 a 2 pm,*

NIVEL DE SERVICIO				
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
$Z_o$		9.403	8.280	11.145
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_o$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_o$	Se rechaza $H_o$	Se rechaza $H_o$

**TABLA 38**

*Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 1 de 5 a 7 pm,*

	NIVEL DE SERVICIO			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
$Z_0$		8.864	7.865	11.709
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_0$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 39** *Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 7 a 9 am,*

	NIVEL DE SERVICIO			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
$Z_0$		10.203	9.173	13.492
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_0$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 40**

*Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 12 a 2 pm,*

	NIVEL DE SERVICIO			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
$Z_0$		6.769	7.372	8.810
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_0$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**TABLA 41**

*Prueba de Hipótesis con la distribución normal ( $Z_0$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el nivel de servicio actual e implementando sistemas inteligentes de transporte, estación 2 de 5 a 7 pm,*

	NIVEL DE SERVICIO			COMBINACIÓN (1) Y (2)
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	
$Z_0$		8.598	7.606	11.376
$\alpha$	0.05	1.05	2.05	3.05
$n_1 + n_2 - 2$	12	12	12	12
$Z_0$ tabla		1.65	1.65	1.65
Decisión		Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$	Se rechaza $H_0$

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

#### 4.3.1. Correlación de Pearson

##### 4.3.1.1. Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación  $r$  de Pearson, evidencia en que grado tienen semejanza en la disposición de dos variables el cual se ajusta al tipo de investigación cuantitativa, con fin de medir y detectar de las dos variables su asociación. La estimación del coeficiente de correlación está entre  $\pm 1$ , y se determina de la siguiente manera:

1. Cuando  $r = +1$ , es valor indica que se presenta una correlación directa o correlación perfecta, si se realiza una variación de la variable independiente entre aumentar o disminuir su valor, el valor de pendiente positiva también aumenta y disminuye su valor.
2. Cuando  $r = -1$ , este valor indica un correlación negativa perfecta o correlación inversa, si se realiza una variación de la variable independiente entre aumentar o disminuir su valor, el valor de pendiente negativa también aumenta y disminuye su valor.

3. Cuando  $r = 0$ , este valor indica que existe una falta definitiva en correlación, lo que se puede interpretar de las dos variables no están relacionadas o correlacionadas.

El coeficiente de correlación se puede expresar de la siguiente manera:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2] - [\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2]}}$$

Interpretación de valores del coeficiente de correlación:

- Cuando  $r = 0.2$  a  $r = 0.3$  es muy bajo el coeficiente de correlación
- Cuando  $r = 0.4$  a  $r = 0.5$  es bajo el coeficiente de correlación
- Cuando  $r = 0.6$  a  $r = 0.7$  es alto el coeficiente de correlación
- Cuando  $r = 0.8$  a  $r = 0.1$  es muy alto el coeficiente de correlación

#### 4.3.1.2. Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación R cuadrado, lo cual es de utilidad para evidenciar la bondad de ajuste de una muestra a la variable que se busca expresar y se puede calcular del cuadrado del coeficiente  $r$  de Pearson y esto refiere la relación entre la varianza y una variable en proporción a la varianza absoluta. Asimismo, se comprende la determinación ya que se estima como la dimensión del grado de influencia de una variable frente a una diferente variable. Lo esté coeficiente está definido por la siguiente expresión.

$$R^2 = r^2$$

Los resultados de la investigación son los siguientes resultados:

**TABLA 42**

*Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente) – Estación 1*

DATOS	NIVEL DE SERVICIO				
	X ACTUAL	Y SEMAFORO INTELIGENT E (1) *	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	61.77	27.77	3815.45	771.13	1715.29
2	58.98	28.98	3478.11	839.58	1708.84
3	79.05	47.05	6248.62	2213.53	3719.08
4	70.65	37.65	4991.03	1417.31	2659.67
5	76.82	44.82	5901.07	2008.69	3442.88
6	67.90	35.90	4609.73	1288.45	2437.09
7	71.64	38.64	5132.65	1493.24	2768.45
8	62.42	30.42	3895.78	925.15	1898.46
9	57.06	27.06	3256.24	732.43	1544.34
10	59.58	27.58	3549.72	760.63	1643.17
11	64.97	30.97	4221.41	959.29	2012.35
12	76.40	42.40	5837.36	1797.98	3239.67
13	61.47	26.47	3778.99	700.85	1627.42
14	67.95	33.95	4617.16	1152.58	2306.87
15	69.43	36.43	4820.69	1327.23	2529.46
16	57.26	26.26	3278.85	689.65	1503.75
17	55.90	22.90	3124.83	524.42	1280.13
18	66.28	36.28	4392.72	1316.06	2404.39
19	70.84	40.84	5018.50	1668.02	2893.26
20	69.46	37.46	4824.01	1402.88	2601.45
21	76.97	44.97	5923.93	2022.04	3460.99
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>suma=</b>	<b>1402.79</b>	<b>724.79</b>	<b>94716.8</b>	<b>26011.1</b>	<b>49397.0</b>
			<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
<b>Promedio</b>	<b>66.80</b>	<b>34.51</b>			
<b>Varianza</b>	<b>50.58</b>	<b>49.80</b>			
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.11</b>	<b>7.06</b>			
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9780</b>				
<b>Determinación</b>	<b>0.9564</b>				

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel

de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente).

El valor de la determinación es igual 95.64% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Semáforo Inteligente), y el 4.36% está dado por otros factores impropios a la muestra.

**TABLA 43**

*Coefficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Tablero de Señalización Variable) – Estación 1*

DATO	NIVEL DE SERVICIO				
	X ACTUAL	Y TABLERO DE SEÑALIZACIÓN VARIABLE (1) *	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	61.77	34.77	3815.45	1208.90	2147.68
2	58.98	30.98	3478.11	959.48	1826.80
3	79.05	44.05	6248.62	1940.24	3481.93
4	70.65	36.65	4991.03	1343.02	2589.02
5	76.82	45.82	5901.07	2099.33	3519.70
6	67.90	40.90	4609.73	1672.40	2776.57
7	71.64	40.64	5132.65	1651.81	2911.73
8	62.42	30.42	3895.78	925.15	1898.46
9	57.06	24.06	3256.24	579.05	1373.15
10	59.58	26.58	3549.72	706.47	1583.59
11	64.97	33.97	4221.41	1154.12	2207.27
12	76.40	41.40	5837.36	1714.18	3163.27
13	61.47	32.47	3778.99	1054.53	1996.26
14	67.95	32.95	4617.16	1085.68	2238.92
15	69.43	41.43	4820.69	1716.54	2876.62
16	57.26	29.26	3278.85	856.22	1675.53
17	55.90	20.90	3124.83	436.82	1168.33
18	66.28	38.28	4392.72	1465.17	2536.95
19	70.84	41.84	5018.50	1750.70	2964.10
20	69.46	42.46	4824.01	1802.44	2948.72
21	76.97	49.97	5923.93	2496.71	3845.82
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>

<b>suma=</b>	<b>1402.79</b>	<b>759.79</b>	<b>94716.8</b>	<b>28618.9</b>	<b>51730.4</b>
			<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Promedio</b>	<b>66.80</b>	<b>36.18</b>			
<b>Varianza</b>	<b>50.58</b>	<b>56.48</b>			
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.11</b>	<b>7.52</b>			
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9141</b>				
<b>Determinación</b>	<b>0.8355</b>				

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable).

El valor de la determinación es igual 83.55% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable), y el 16.45% está dado por otros factores impropios a la muestra.

#### **TABLA 44**

*Coefficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) – Estación 1*

<b>DATO</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>				
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X2</b>	<b>Y2</b>	<b>XY</b>
	<b>ACTUAL</b>	<b>COMBINACIÓN (1) Y (2)</b>			
1	61.77	20.77	3815.45	431.36	1282.91
2	58.98	15.98	3478.11	255.22	942.16
3	79.05	36.05	6248.62	1299.47	2849.55
4	70.65	28.65	4991.03	820.66	2023.84
5	76.82	36.82	5901.07	1355.59	2828.33
6	67.90	23.90	4609.73	570.97	1622.35
7	71.64	27.64	5132.65	764.11	1980.38
8	62.42	18.42	3895.78	339.16	1149.47
9	57.06	15.06	3256.24	226.91	859.58
10	59.58	19.58	3549.72	383.36	1166.54
11	64.97	19.97	4221.41	398.90	1297.65

12	76.40	33.40	5837.36	1115.73	2552.05
13	61.47	17.47	3778.99	305.32	1074.16
14	67.95	27.95	4617.16	781.19	1899.17
15	69.43	27.43	4820.69	752.47	1904.58
16	57.26	15.26	3278.85	232.90	873.87
17	55.90	12.90	3124.83	166.42	721.12
18	66.28	25.28	4392.72	638.96	1675.34
19	70.84	30.84	5018.50	951.19	2184.85
20	69.46	27.46	4824.01	753.78	1906.90
21	76.97	31.97	5923.93	1021.90	2460.41
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>suma=</b>	<b>1402.79</b>	<b>512.79</b>	<b>94716.8</b>	<b>13565.5</b>	<b>35255.2</b>
			<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Promedio</b>	<b>66.80</b>	<b>24.42</b>			
<b>Varianza</b>	<b>50.58</b>	<b>52.21</b>			
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.11</b>	<b>7.23</b>			
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9744</b>				
<b>Determinación</b>	<b>0.9494</b>				

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable).

El valor de la determinación es igual 94.94% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable), y el 5.06% está dado por otros factores impropios a la muestra.

**TABLA 45**

*Coefficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente) – Estación 2*

DATO	NIVEL DE SERVICIO				
	X	Y	X2	Y2	XY
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *			
1	69.39	37.39	4815.57	1398.33	2594.95
2	52.31	22.31	2735.93	497.56	1166.75
3	66.66	34.66	4443.41	1201.24	2310.32
4	71.11	36.11	5056.02	1303.62	2567.32
5	73.19	40.19	5356.78	1615.24	2941.51
6	68.13	33.13	4641.32	1097.41	2256.86
7	54.99	21.99	3023.78	483.51	1209.15
8	71.51	41.51	5113.24	1722.82	2968.03
9	73.21	39.21	5359.43	1537.28	2870.35
10	68.80	34.80	4732.94	1210.79	2393.87
11	60.35	28.35	3641.88	803.61	1710.75
12	58.59	25.59	3432.37	654.66	1499.02
13	65.21	32.21	4252.57	1037.59	2100.58
14	56.36	26.36	3176.73	694.98	1485.86
15	51.09	16.09	2609.74	258.75	821.74
16	59.47	28.47	3536.51	810.46	1692.99
17	53.58	21.58	2870.79	465.69	1156.24
18	68.20	36.20	4651.77	1310.72	2469.25
19	72.67	41.67	5280.78	1736.31	3028.04
20	50.45	15.45	2545.09	238.67	779.38
21	66.78	36.78	4460.05	1353.03	2456.54
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>suma=</b>	<b>1332.03</b>	<b>650.03</b>	<b>85736.69</b>	<b>21432.28</b>	<b>42479.48</b>
<b>Promedio</b>	<b>63.43</b>	<b>30.95</b>			
<b>Varianza</b>	<b>62.30</b>	<b>65.57</b>			
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.89</b>	<b>8.10</b>			
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9764</b>				
<b>Determinación</b>	<b>0.9533</b>				

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel

de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente).

El valor de la determinación es igual 95.33% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Semáforo Inteligente), y el 4.67% está dado por otros factores impropios a la muestra.

**TABLA 46**

*Coefficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Tablero de Señalización Variable) – Estación 2*

DATO	NIVEL DE SERVICIO				
	X ACTUAL	Y TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	69.39	37.39	4815.57	1398.33	2594.95
2	52.31	17.31	2735.93	299.50	905.21
3	66.66	33.66	4443.41	1132.92	2243.67
4	71.11	43.11	5056.02	1858.10	3065.06
5	73.19	41.19	5356.78	1696.62	3014.70
6	68.13	40.13	4641.32	1610.19	2733.75
7	54.99	19.99	3023.78	399.56	1099.17
8	71.51	36.51	5113.24	1332.75	2610.50
9	73.21	45.21	5359.43	2043.77	3309.60
10	68.80	34.80	4732.94	1210.79	2393.87
11	60.35	26.35	3641.88	694.22	1590.05
12	58.59	29.59	3432.37	875.36	1733.36
13	65.21	33.21	4252.57	1103.02	2165.79
14	56.36	22.36	3176.73	500.08	1260.41
15	51.09	16.09	2609.74	258.75	821.74
16	59.47	30.47	3536.51	928.34	1811.92
17	53.58	25.58	2870.79	654.33	1370.56
18	68.20	36.20	4651.77	1310.72	2469.25
19	72.67	39.67	5280.78	1573.63	2882.71
20	50.45	22.45	2545.09	503.95	1132.52
21	66.78	31.78	4460.05	1010.20	2122.62
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>suma=</b>	<b>1332.03</b>	<b>663.03</b>	<b>85736.69</b>	<b>22395.12</b>	<b>43331.41</b>
<b>Promedio</b>	<b>63.43</b>	<b>31.57</b>			

<b>Varianza</b>	<b>62.30</b>	<b>73.07</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.89</b>	<b>8.55</b>
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9452</b>	
<b>Determinación</b>	<b>0.8933</b>	

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable).

El valor de la determinación es igual 89.33% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable), y el 10.67% está dado por otros factores impropios a la muestra.

**TABLA 47**

*Coeficiente de Correlación y Determinación del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar Sistema Inteligente de Transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable) – Estación 2*

DATO	X ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO			
		Y COMBINACIÓN (1) Y (2)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	69.39	29.39	4815.57	864.02	2039.80
2	52.31	7.31	2735.93	53.38	382.15
3	66.66	26.66	4443.41	710.70	1777.05
4	71.11	28.11	5056.02	789.93	1998.48
5	73.19	32.19	5356.78	1036.20	2355.99
6	68.13	23.13	4641.32	534.87	1575.59
7	54.99	14.99	3023.78	224.67	824.22
8	71.51	30.51	5113.24	930.67	2181.45
9	73.21	33.21	5359.43	1102.78	2431.10
10	68.80	27.80	4732.94	772.64	1912.29
11	60.35	16.35	3641.88	267.26	986.57
12	58.59	14.59	3432.37	212.76	854.56
13	65.21	25.21	4252.57	635.63	1644.10
14	56.36	12.36	3176.73	152.83	696.78
15	51.09	10.09	2609.74	101.72	515.23

16	59.47	18.47	3536.51	341.09	1098.30
17	53.58	9.58	2870.79	91.77	513.28
18	68.20	23.20	4651.77	538.42	1582.60
19	72.67	29.67	5280.78	880.25	2156.02
20	50.45	8.45	2545.09	71.38	426.24
21	66.78	24.78	4460.05	614.23	1655.14
<b>n=</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>
<b>suma=</b>	<b>1332.03</b>	<b>446.03</b>	<b>85736.69</b>	<b>10927.19</b>	<b>29606.94</b>
<b>Promedio</b>	<b>63.43</b>	<b>21.24</b>			
<b>Varianza</b>	<b>62.30</b>	<b>72.69</b>			
<b>Desviación estándar</b>	<b>7.89</b>	<b>8.53</b>			
<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>0.9773</b>				
<b>Determinación</b>	<b>0.9550</b>				

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

El valor calculado del coeficiente de correlación es muy alto y positivo, eso quiere decir que entre estas dos variables existe una asociación directa entre el nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar el sistema inteligente de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable).

El valor de la determinación es igual 95.50% y se puede explicar que la variación del nivel de servicio actual esta especificado por la variación del nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (Semáforo Inteligente y Tablero de Señalización Variable), y el 4.50% está dado por otros factores impropios a la muestra.

#### **4.3.2. Resultados**

##### **4.3.2.1. Resultado del Nivel de Servicio Estación 1**

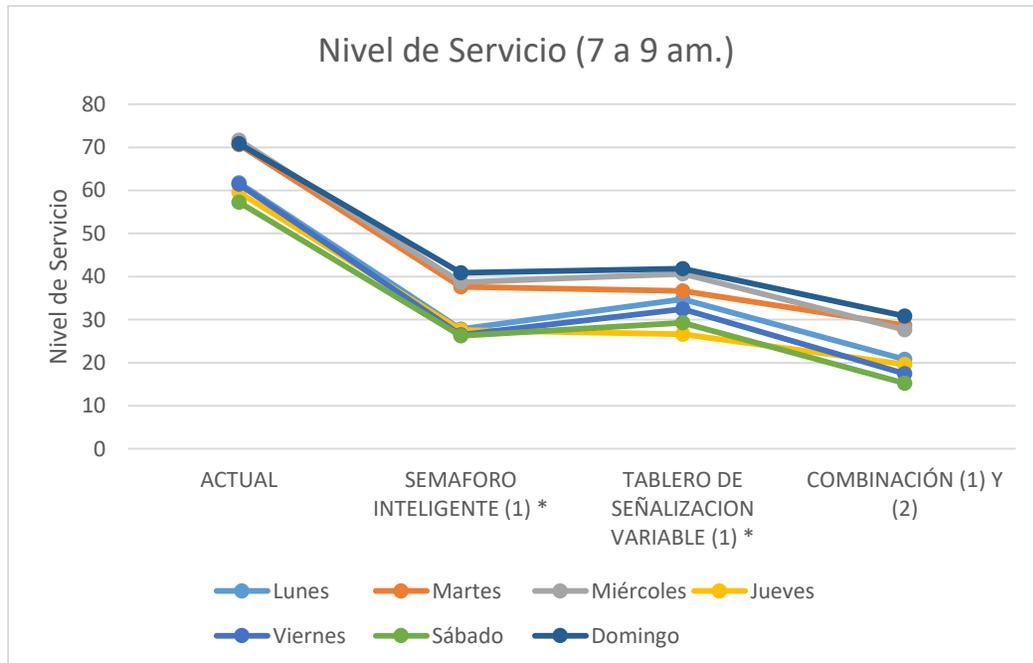
La **TABLA 48** y el gráfico 18 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 7 a 9 am., de la Estación 1.

**TABLA 48**  
*Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am.*

NIVEL DE SERVICIO HORARIO 7 - 9				
DIA	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	61.7693	27.7693	34.7693	20.7693
Martes	70.6472	37.6472	36.6472	28.6472
Miércoles	71.6425	38.6425	40.6425	27.6425
Jueves	59.5795	27.5795	26.5795	19.5795
Viernes	61.4735	26.4735	32.4735	17.4735
Sábado	57.2612	26.2612	29.2612	15.2612
Domingo	70.8414	40.8414	41.8414	30.8414

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 18** *Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

La **TABLA 49** y el grafico 19 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de

transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 12 a 2 pm., de la Estación 1.

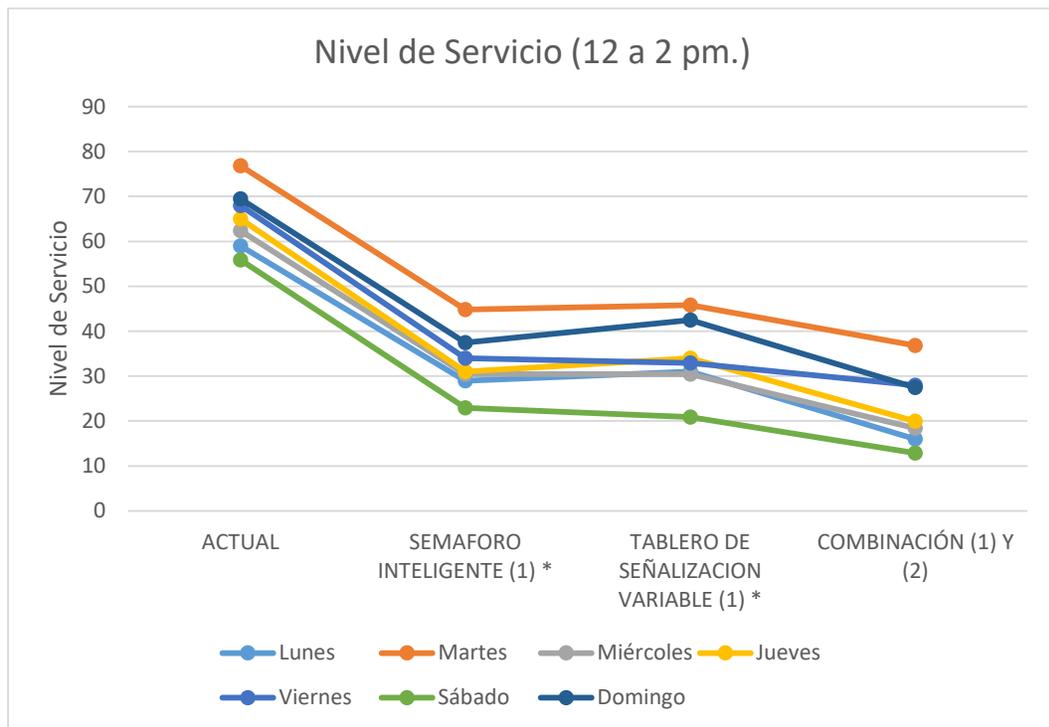
**TABLA 49**

*Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO HORARIO 12 - 2			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	58.9755	28.9755	30.9755	15.9755
Martes	76.8184	44.8184	45.8184	36.8184
Miércoles	62.4162	30.4162	30.4162	18.4162
Jueves	64.9724	30.9724	33.9724	19.9724
Viernes	67.9497	33.9497	32.9497	27.9497
Sábado	55.9002	22.9002	20.9002	12.9002
Domingo	69.4551	37.4551	42.4551	27.4551

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 19** *Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

La **TABLA 50** y el grafico 20 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 5 a 7 pm., de la Estación 1.

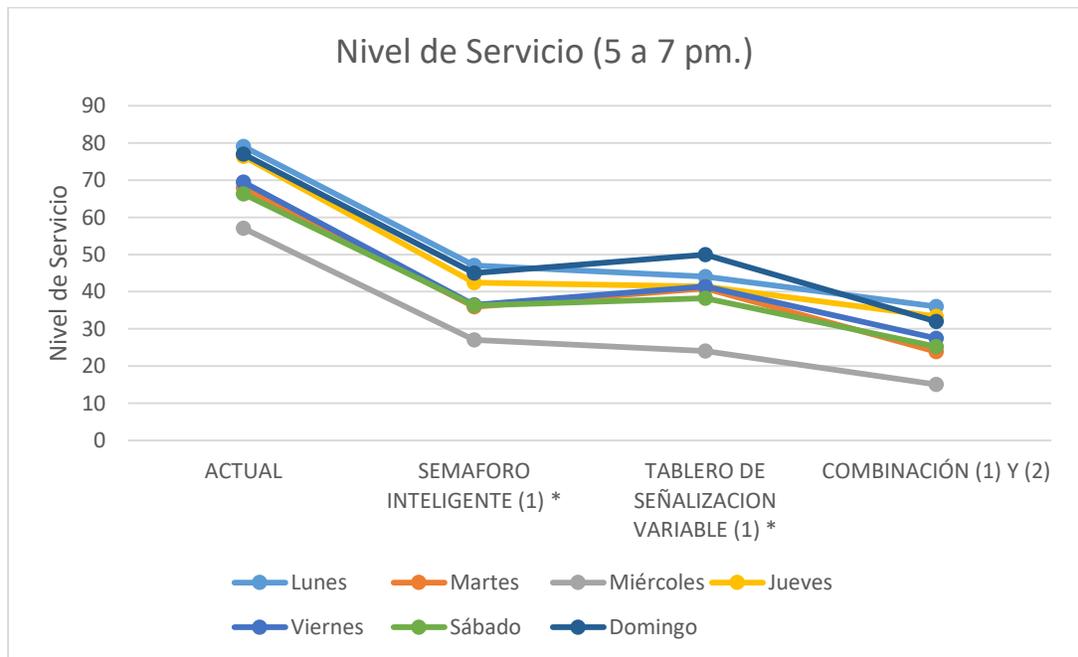
**TABLA 50**

*Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.*

DIA	NIVEL DE SERVICIO HORARIO 5 - 7			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	79.0482	47.0482	44.0482	36.0482
Martes	67.895	35.895	40.895	23.895
Miércoles	57.0635	27.0635	24.0635	15.0635
Jueves	76.4026	42.4026	41.4026	33.4026
Viernes	69.4312	36.4312	41.4312	27.4312
Sábado	66.2776	36.2776	38.2776	25.2776
Domingo	76.9671	44.9671	49.9671	31.9671

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 20** *Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

#### 4.3.2.2. Resultado del Nivel de Servicio Estación 2

La **TABLA 51** y el gráfico 21 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 7 a 9 am., de la Estación 2.

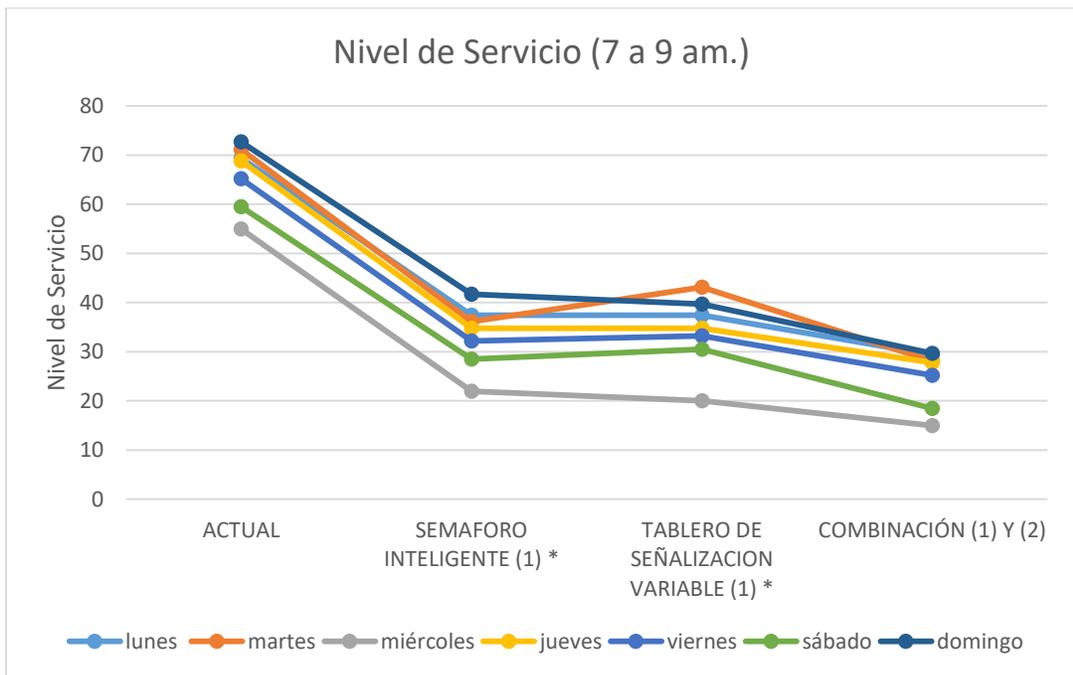
**TABLA 51**

*Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am.*

DIA	NIVEL DE SERVICIO HORARIO DE 7 - 9			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	69.3943	37.3943	37.3943	29.3943
Martes	71.1057	36.1057	43.1057	28.1057
Miércoles	54.9889	21.9889	19.9889	14.9889
Jueves	68.7964	34.7964	34.7964	27.7964
Viernes	65.2117	32.2117	33.2117	25.2117
Sábado	59.4686	28.4686	30.4686	18.4686
Domingo	72.669	41.669	39.669	29.669

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 21** *Nivel de Servicio en Horario de 7 a 9 am.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

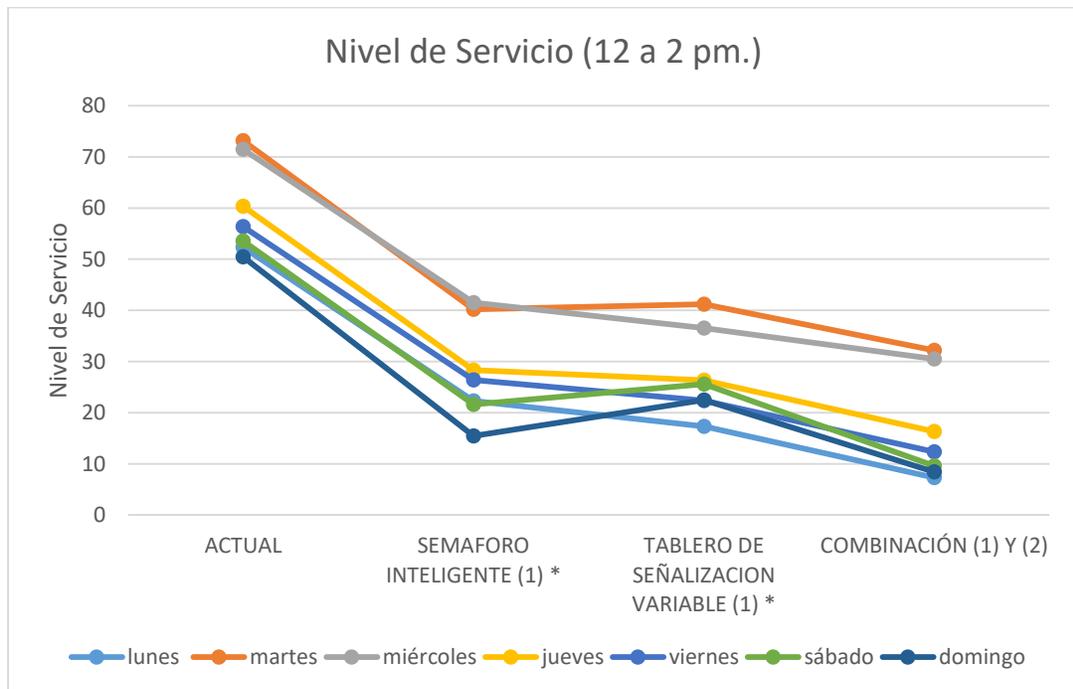
La **TABLA 52** y el gráfico 22 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 12 a 2 pm., de la Estación 2.

**TABLA 52**  
*Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.*

DIA	NIVEL DE SERVICIO HORARIO 12 - 2			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	52.3061	22.3061	17.3061	7.3061
Martes	73.19	40.19	41.19	32.19
Miércoles	71.5069	41.5069	36.5069	30.5069
Jueves	60.348	28.348	26.348	16.348
Viernes	56.3625	26.3625	22.3625	12.3625
Sábado	53.5798	21.5798	25.5798	9.5798
Domingo	50.4489	15.4489	22.4489	8.4489

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 22** *Nivel de Servicio en Horario de 12 a 2 pm.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

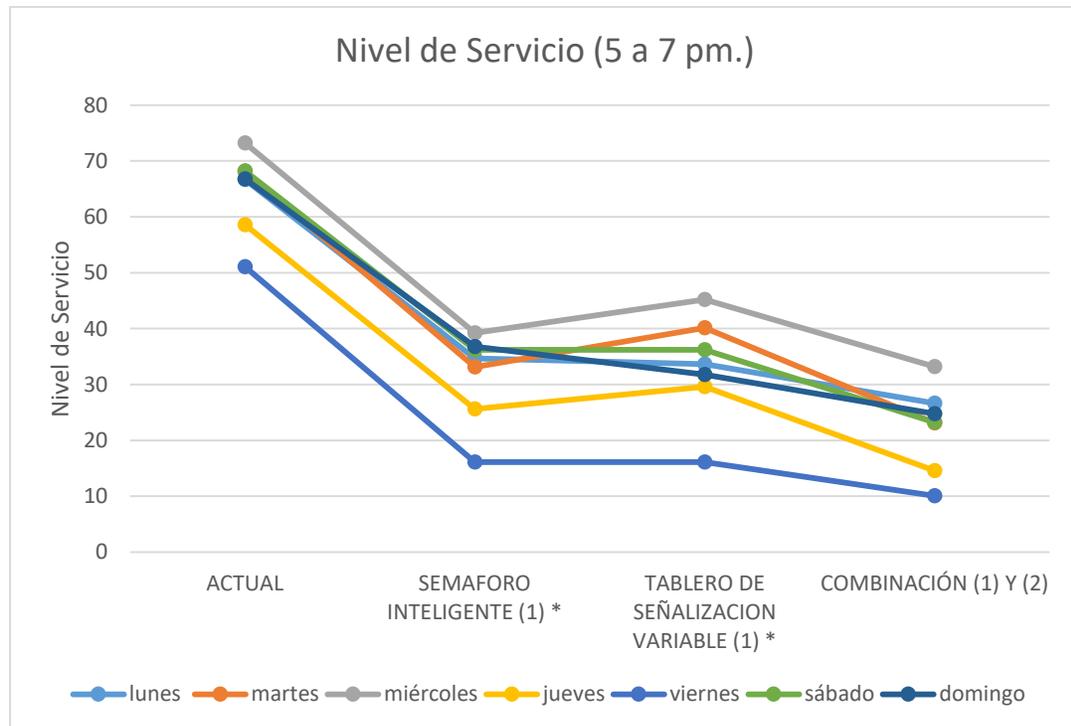
La **TABLA 53** y el gráfico 23 se muestran los resultados del nivel de servicio actual y el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos) en horario de 5 a 7 pm., de la Estación 2.

**TABLA 53**  
*Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.*

DÍA	NIVEL DE SERVICIO HORARIO 5 - 7			
	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	COMBINACIÓN (1) Y (2)
Lunes	66.6589	34.6589	33.6589	26.6589
Martes	68.1272	33.1272	40.1272	23.1272
Miércoles	73.2081	39.2081	45.2081	33.2081
Jueves	58.5864	25.5864	29.5864	14.5864
Viernes	51.0856	16.0856	16.0856	10.0856
Sábado	68.2039	36.2039	36.2039	23.2039
Domingo	66.7836	36.7836	31.7836	24.7836

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 23** *Nivel de Servicio en Horario de 5 a 7 pm.*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

#### 4.4. Discusión de resultados

**TABLA 54**

*Análisis del Nivel de Servicio de la Estación 1*

DIA	ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	TABLEROS DE SEÑALIZACION VARIABLES (1) *	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	COMBINACIÓN (1) Y (2)	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL
HORARIO DE 7 a 9 am.	Lunes 61.7693	E	27.7693	C	34%	34.7693	C	27%	20.7693	C	41%
	Martes 70.6472	E	37.6472	D	33%	36.6472	D	34%	28.6472	C	42%
	Miércoles 71.6425	E	38.6425	D	33%	40.6425	D	31%	27.6425	C	44%
	Jueves 59.5795	E	27.5795	C	32%	26.5795	C	33%	19.5795	B	40%
	Viernes 61.4735	E	26.4735	C	35%	32.4735	C	29%	17.4735	B	44%
	Sábado 57.2612	E	26.2612	C	31%	29.2612	C	28%	15.2612	B	42%
	Domingo 70.8414	E	40.8414	D	30%	41.8414	D	29%	30.8414	C	40%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	Lunes 58.9755	E	28.9755	C	30%	30.9755	C	28%	15.9755	B	43%
	Martes 76.8184	E	44.8184	D	32%	45.8184	D	31%	36.8184	D	40%
	Miércoles 62.4162	E	30.4162	C	32%	30.4162	C	32%	18.4162	B	44%
	Jueves 64.9724	E	30.9724	C	34%	33.9724	C	31%	19.9724	B	45%
	Viernes 67.9497	E	33.9497	C	34%	32.9497	C	35%	27.9497	C	40%
	Sábado 55.9002	E	22.9002	C	33%	20.9002	C	35%	12.9002	B	43%
	Domingo 69.4551	E	37.4551	D	32%	42.4551	D	27%	27.4551	C	42%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	Lunes 79.0482	E	47.0482	D	32%	44.0482	D	35%	36.0482	D	43%
	Martes 67.895	E	35.895	D	32%	40.895	D	27%	23.895	C	44%
	Miércoles 57.0635	E	27.0635	C	30%	24.0635	C	33%	15.0635	B	42%
	Jueves 76.4026	E	42.4026	D	34%	41.4026	D	35%	33.4026	C	43%
	Viernes 69.4312	E	36.4312	D	33%	41.4312	D	28%	27.4312	C	42%
	Sábado 66.2776	E	36.2776	D	30%	38.2776	D	28%	25.2776	C	41%
	Domingo 76.9671	E	44.9671	D	32%	49.9671	D	27%	31.9671	C	45%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Al analizar el nivel de servicio de la estación 1 de la **TABLA 54** se obtiene:

- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel E hasta el nivel C.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 34% pasando desde un nivel E hasta el nivel C.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 34% pasando desde un nivel E hasta el nivel D.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 34% pasando desde un nivel E hasta el nivel D.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel E hasta el nivel D.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel E hasta el nivel D.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 44% pasando desde un nivel E hasta el nivel B.

- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 45% pasando desde un nivel E hasta el nivel B.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 45% pasando desde un nivel E hasta el nivel C.

**TABLA 55**  
*Análisis del Nivel de Servicio de la Estación 2*

	DIA	ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	COMBINACIÓN (1) Y (2)	NIVEL DE SERVICIO	% DE REDUCCION CON EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL
<b>HORARIO DE 7 a 9 am.</b>	Lunes	69.3943	E	37.3943	D	32%	37.3943	D	32%	29.3943	C	40%
	Martes	71.1057	E	36.1057	D	35%	43.1057	D	28%	28.1057	C	43%
	Miércoles	54.9889	D	21.9889	C	33%	19.9889	B	35%	14.9889	B	40%
	Jueves	68.7964	E	34.7964	C	34%	34.7964	C	34%	27.7964	C	41%
	Viernes	65.2117	E	32.2117	C	33%	33.2117	C	32%	25.2117	C	40%
	Sábado	59.4686	E	28.4686	C	31%	30.4686	C	29%	18.4686	B	41%
	Domingo	72.669	E	41.669	D	31%	39.669	D	33%	29.669	C	43%
<b>HORARIO DE 12 a 2 pm.</b>	Lunes	52.3061	D	22.3061	C	30%	17.3061	B	35%	7.3061	A	45%
	Martes	73.19	E	40.19	D	33%	41.19	D	32%	32.19	C	41%
	Miércoles	71.5069	E	41.5069	D	30%	36.5069	D	35%	30.5069	C	41%
	Jueves	60.348	E	28.348	C	32%	26.348	C	34%	16.348	B	44%
	Viernes	56.3625	E	26.3625	C	30%	22.3625	C	34%	12.3625	B	44%
	Sábado	53.5798	D	21.5798	C	32%	25.5798	C	28%	9.5798	A	44%
	Domingo	50.4489	D	15.4489	B	35%	22.4489	C	28%	8.4489	A	42%

<b>HORARIO DE 5 a 7 pm.</b>	Lunes	66.65 89	E	34.6589	C	32%	33.6589	C	33%	26.6589	C	40%
	Martes	68.12 72	E	33.1272	C	35%	40.1272	D	28%	23.1272	C	45%
	Miércoles	73.20 81	E	39.2081	D	34%	45.2081	D	28%	33.2081	C	40%
	Jueves	58.58 64	E	25.5864	C	33%	29.5864	C	29%	14.5864	B	44%
	Viernes	51.08 56	D	16.0856	B	35%	16.0856	B	35%	10.0856	B	41%
	Sábado	68.20 39	E	36.2039	D	32%	36.2039	D	32%	23.2039	C	45%
	Domingo	66.78 36	E	36.7836	D	30%	31.7836	C	35%	24.7836	C	42%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

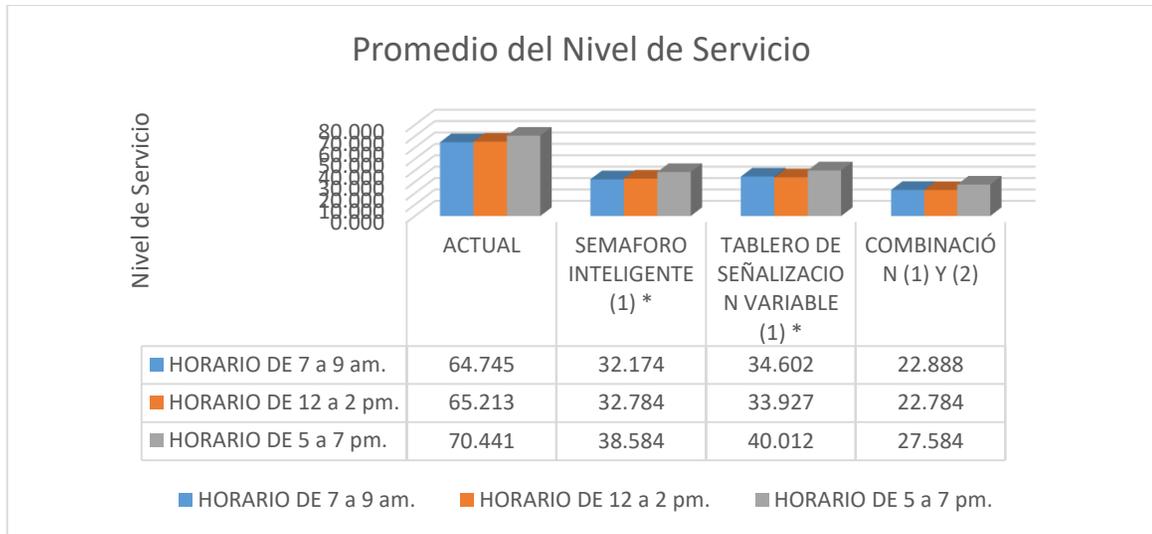
Al analizar el nivel de servicio de la estación 2 de la **TABLA 55** se obtiene:

- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel E hasta el nivel D.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel D hasta el nivel B.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforo Inteligente) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 34% pasando desde un nivel D hasta el nivel B.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel D hasta el nivel B.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel D hasta el nivel B.

- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Tablero de Señalización Variable) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 35% pasando desde un nivel D hasta el nivel B.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 7 a 9 am., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 43% pasando desde un nivel E hasta el nivel C.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 12 a 2 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 45% pasando desde un nivel D hasta el nivel A.
- El nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (Semáforos Inteligente y Tablero de Señalización Variable) en horario de 5 a 7 pm., tiene una máxima mejora del nivel de servicio en un 45% pasando desde un nivel E hasta el nivel C.

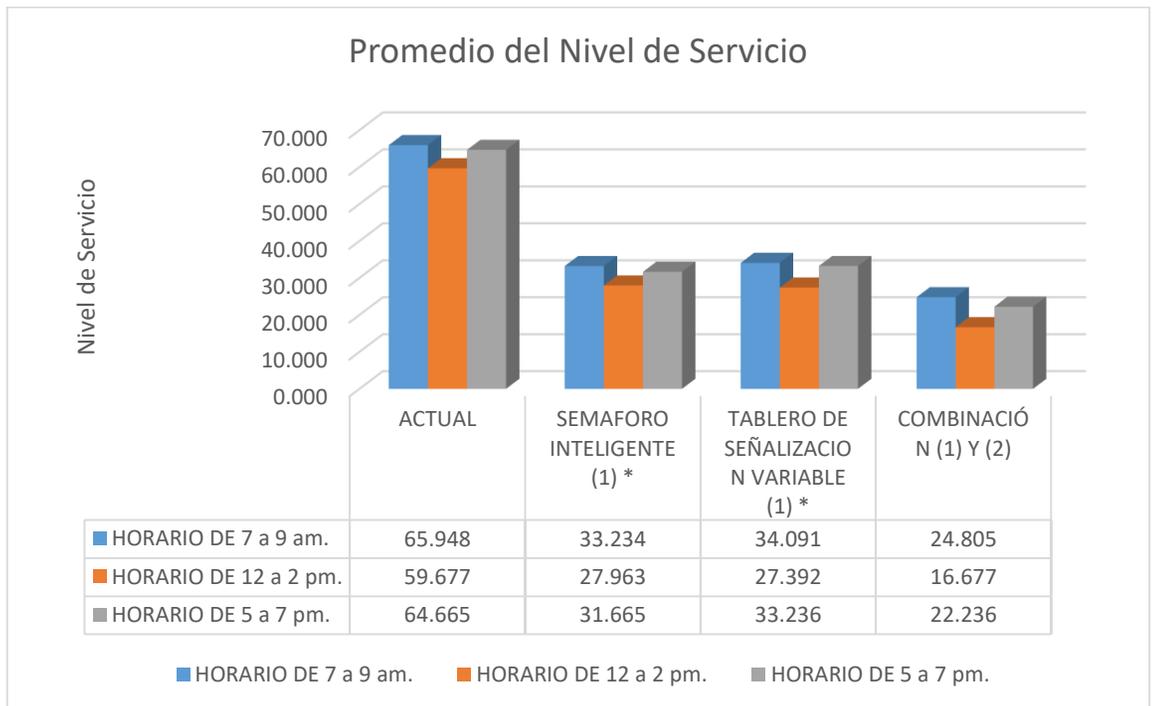
De los resultados obtenidos, es posible observar que el nivel de servicio al implementar sistemas inteligentes de transporte (semáforo inteligente, tablero de señalización variable y la combinación de ambos), ha mejorado la transitabilidad (nivel de servicio) de las estaciones, ya que el nivel de servicio mejoró considerablemente como se muestra en la figura 7 y figura 8.

**Gráfico 24** Mejora del Nivel de Servicio al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 1



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 25** Mejora del Nivel de Servicio al Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte de la Estación 2



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Nivel de servicio Actual y el nivel de servicio al implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente)

Conforme a los resultados conseguidos de la muestra se elaborará un análisis de la figura y **TABLA**:

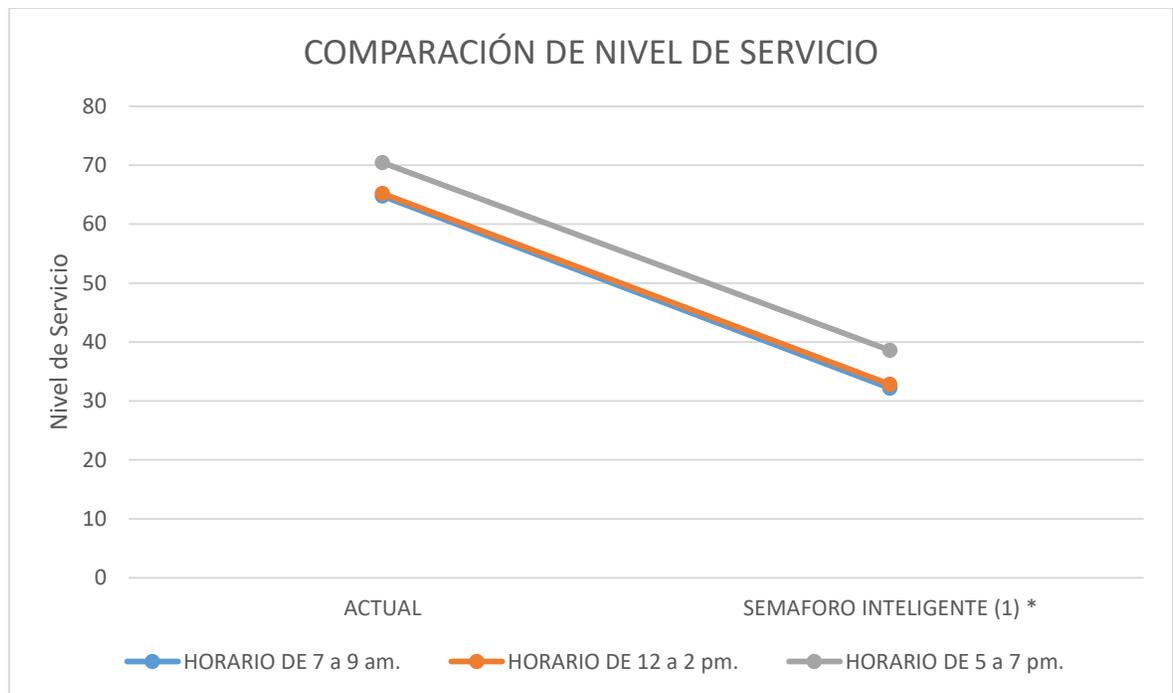
**TABLA 56**

*Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 1*

	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	64.7449429	32.1735143	32.57%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	65.2125	32.7839286	32.43%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	70.4407429	38.5836	31.86%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 26** *Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 1*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 56** y el gráfico 26 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 1 al implementar Semáforos Inteligentes con respecto

al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del cálculo son de 32.57, 32.43 y 31.86% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

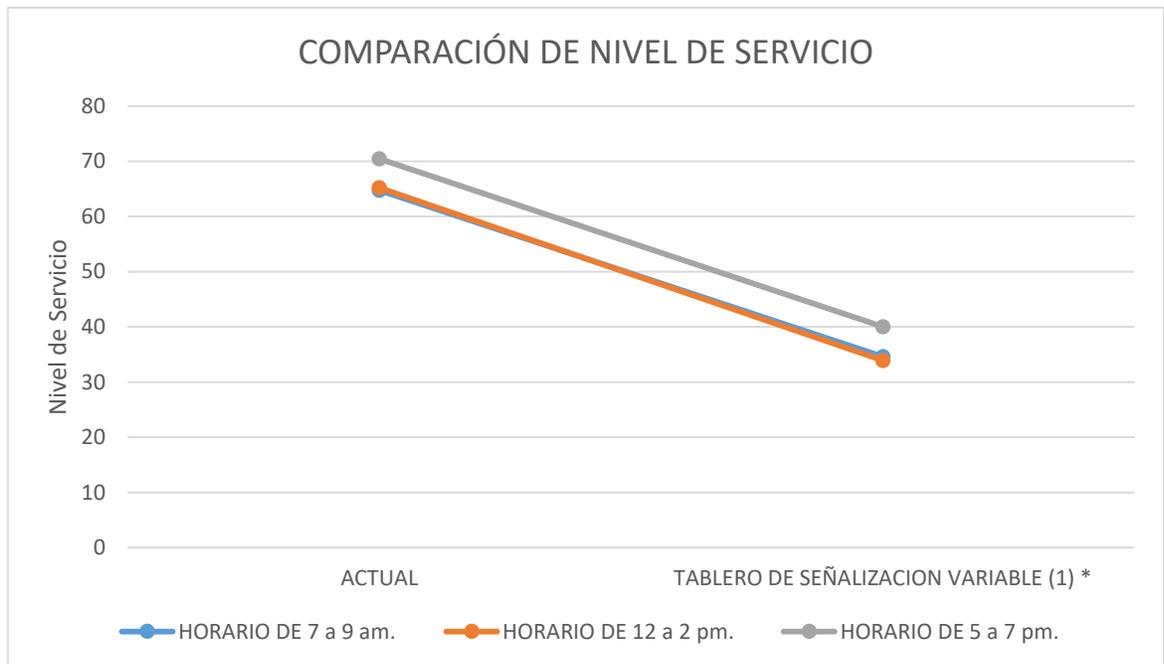
**TABLA 57**

*Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable) - Estación 1*

	ACTUAL	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	64.7449429	34.6020857	30.14%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	65.2125	33.9267857	31.29%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	70.4407429	40.0121714	30.43%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 27** *Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (Tablero de Señalización Variable) - Estación 1*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 57** y el gráfico 27 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 1 al implementar de Señalización Variable con respecto

al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del cálculo son de 30.14, 31.29 y 30.43% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

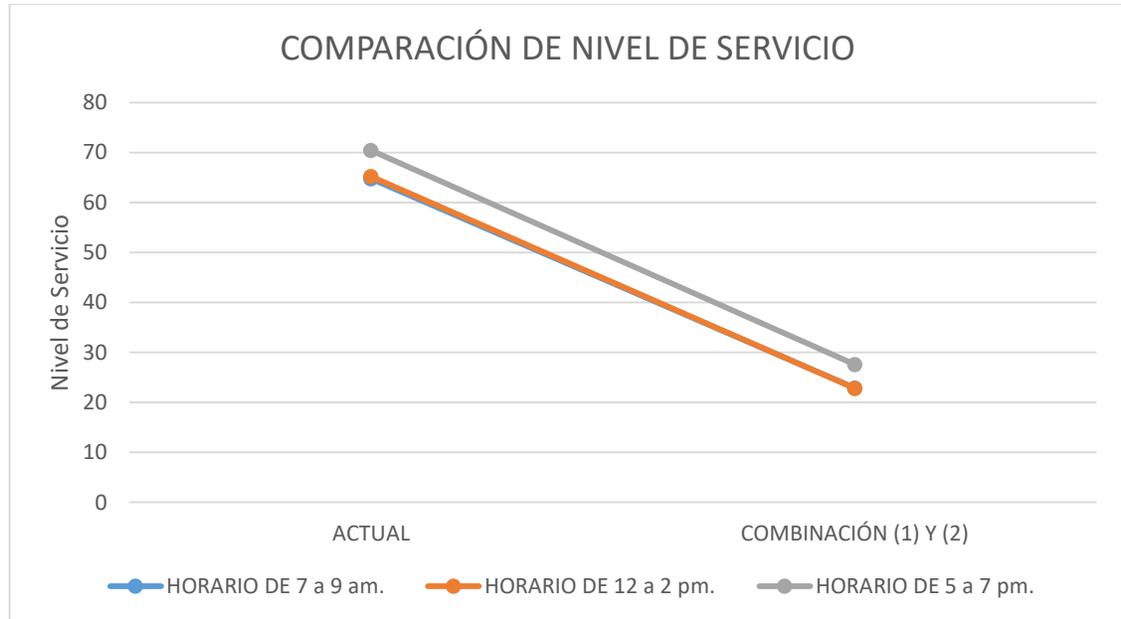
**TABLA 58**

*Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 1*

	ACTUAL	COMBINACIÓN (1) Y (2)	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	64.7449429	22.8878	41.86%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	65.2125	22.7839286	42.43%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	70.4407429	27.5836	42.86%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 28** *Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 1*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 58** y el gráfico 28 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 1 al implementar Semáforos Inteligentes y Tableros de Señalización Variable con respecto al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del

cálculo son de 41.86, 42.43 y 42.86% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

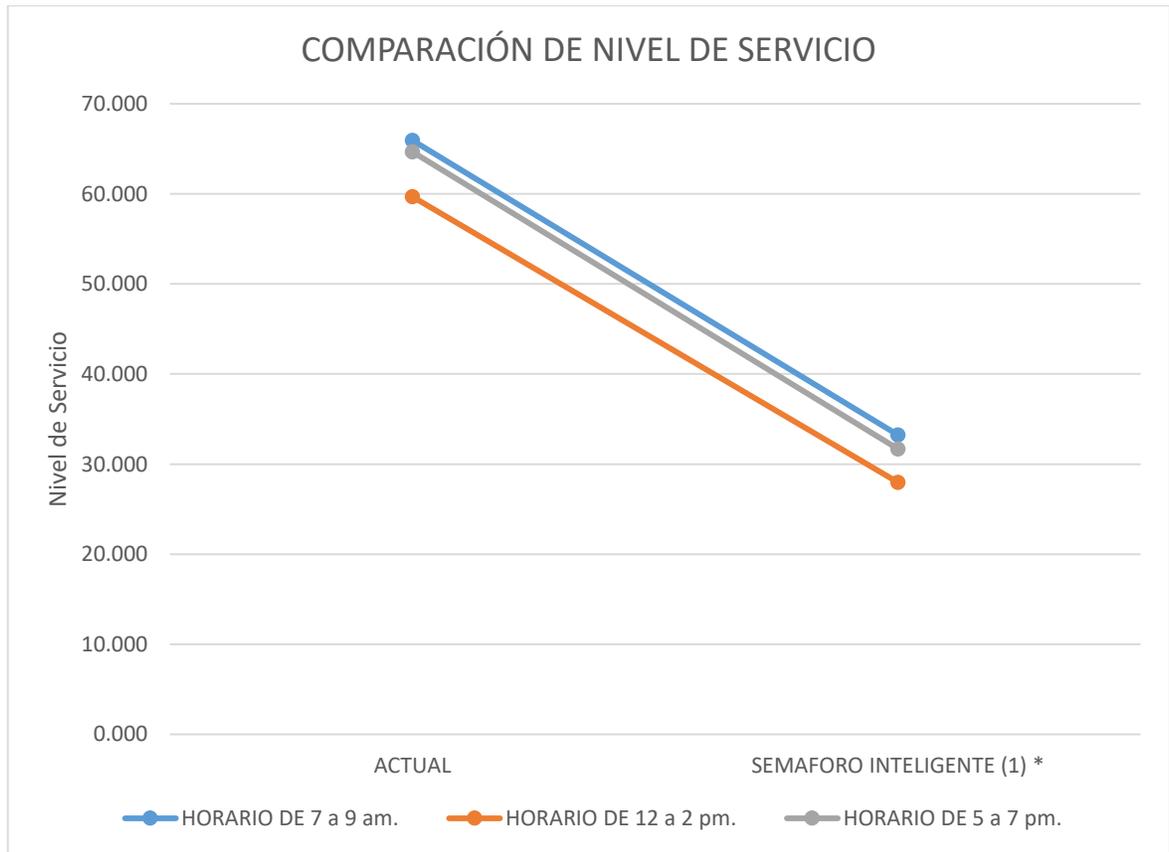
**TABLA 59**

*Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 2*

	ACTUAL	SEMAFORO INTELIGENTE (1) *	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	65.948	33.234	32.71%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	59.677	27.963	31.71%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	64.665	31.665	33.00%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 29** *Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente) - Estación 2*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 59** y el gráfico 29 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 2 al implementar Semáforos Inteligentes con respecto al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del cálculo son de 32.71, 31.71 y 33% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

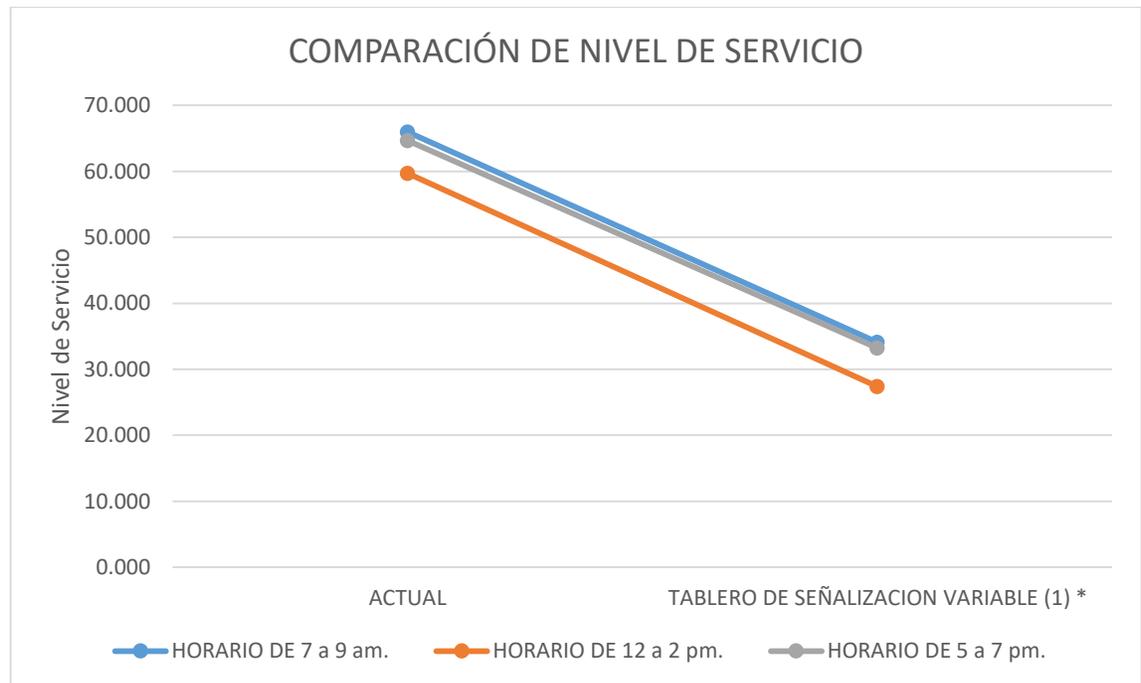
**TABLA 60**

*Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (tablero de Señalización variable) - Estación 2*

	ACTUAL	TABLERO DE SEÑALIZACION VARIABLE (1) *	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	65.948	34.091	31.86%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	59.677	27.392	32.29%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	64.665	33.236	31.43%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 30** *Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (tablero de Señalización variable) - Estación 2*



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 60** y el gráfico 30 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 2 al implementar Tableros de Señalización Variable con respecto al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del cálculo son de 31.86, 32.29 y 31.43% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

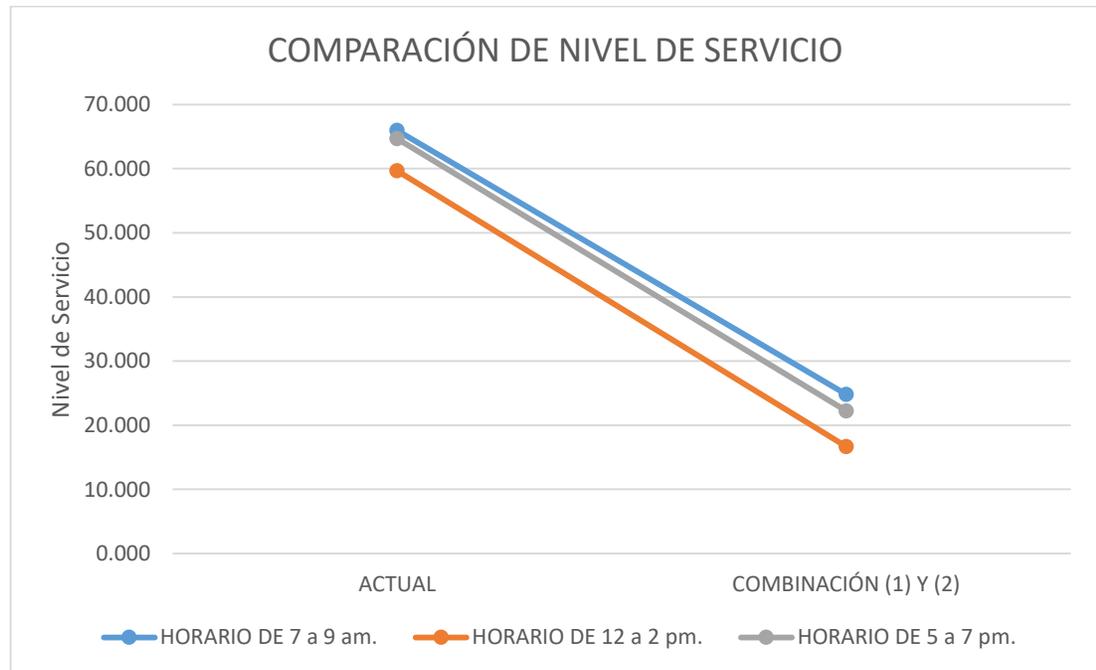
**TABLA 61**

Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 2

	ACTUAL	COMBINACIÓN (1) Y (2)	% DE MEJORA DE NIVEL DE SERVICIO
HORARIO DE 7 a 9 am.	65.948	24.805	41.14%
HORARIO DE 12 a 2 pm.	59.677	16.677	43.00%
HORARIO DE 5 a 7 pm.	64.665	22.236	42.43%

Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

**Gráfico 31** Comparación de Nivel de servicio actual y el nivel de servicio tras implementar sistema inteligente de transporte (semáforo inteligente y tablero de Señalización variable) - Estación 2



Dato. Elaboración propia. Con Datos extraídos y calculados del resultado de Vissim

Se puede apreciar de la **TABLA 61** y el gráfico 31 que hubo una mejora en el nivel de servicio en la estación 2 al implementar Semáforos Inteligentes y Tableros de Señalización Variable con respecto al nivel de servicio actual, lo cual estos valores del cálculo son de 41.14, 43 y 42.43% en horarios de 7 a 9 am, 12 a 2 pm y 5 a 7 pm respectivamente.

## CONCLUSIONES

1. La investigación concluye en que la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte necesarios para mejorar la transitabilidad en la zona de estudio son: semáforos inteligentes y tableros de señalización variable, debido a que se evidencia una notable mejora de la transitabilidad reflejado en los niveles de servicio en comparación del estado actual con la propuesta de implementación de los ITS.
2. Los tiempos de demora para cada acceso en la intersección de estudio (Av. Circunvalación Tupac Amaru, Av. Circunvalación Arenales y Jr. San Cristóbal), mejoran considerablemente con la implementación de los ITS, como se evidencio en la simulación de tráfico realizada por el software Vissim y, por lo tanto, se evidencia una mejora importante de los niveles de servicio para cada acceso, así como para la intersección:
3. Al implementar Semáforos Inteligentes en la Estación 1 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 32.57%, 32.43% y 31.86%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.
4. Al implementar Tableros de Señalización Variable en la Estación 1 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 30.14%, 31.29% y 30.43%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.
5. Al implementar Semáforos Inteligentes y Tableros de Señalización Variable en la Estación 1 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 41.86%, 42.43% y 42.86%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.

6. Al implementar Semáforos Inteligentes en la Estación 2 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 32.71%, 31.71% y 33%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.
7. Al implementar Tableros de Señalización Variable en la Estación 2 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 31.86%, 32.29% y 31.43%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.
8. Al implementar Semáforos Inteligentes y Tableros de Señalización Variable en la Estación 2 se obtuvo una mejora en el nivel de servicio en distintos horarios de 41.14%, 43% y 42.43%; a horario de 7 a 9 am, de 12 a 2 pm y de 5 a 7 pm respectivamente, lo cual se pudo calcular al ingresar los datos al software de simulación de tráfico Vissim.

## RECOMENDACIONES

1. Analizar y estudiar una mayor cantidad de vías aledañas a la vía en estudio tipo una red más extensa (un estudio más profundo que se asemeje más a la realidad) como opción para aliviar el congestionamiento de dichas zonas y ya que es de gran posibilidad que también ayuden a mejorar la situación del tráfico vehicular de la vía en estudio.
2. Fomentar el uso de ITS en las principales intersecciones críticas del Perú tomando en cuenta el desarrollar un sistema que integre también los distintos modos de transporte.
3. Realizar una mayor investigación en cuanto a los métodos de cálculo de los niveles de servicio proporcionados por el software Vissim v8.2, ya que, dicho software realiza el cálculo a través de una relación existente con la demora de cola, mientras que la metodología HCM 2010 considera los 3 tipos de demoras de control.
4. Analizar nuevos escenarios con implementación de otros sistemas ITS, como, por ejemplo, el sensor de lazo virtual, ramp metering, políticas de desvíos de rutas o la introducción de los semáforos actuados coordinados, que sirven para evaluar un panorama más amplio en base a la actuación y coordinación entre intersecciones semaforizadas.
5. Mayor inversión económica por parte del gobierno peruano en la aplicación tecnológica al transporte, pues en un futuro los costos de movilidad disminuirían al poder implementarse sistemas y modos de transporte más sostenibles y sobre todo integrado con el fin de crear una eficiente gestión del transporte y generar a la vez una disminución de costos propios de la operación y administración de los sistemas de transporte.
6. Finalmente, se debe ahondar en el estudio del costo de la implementación de ITS ya que, el estudio llevado a cabo en esta tesis es a nivel de un estudio económico básico, más no a detalle. En este sentido se recomienda realizar un estudio detallado de dichos costos de

implementación y que pueda ser usado en futuras evaluaciones de costo beneficio frente a otras propuestas de mejoras de la transitabilidad en intersecciones semaforizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Benavides, S. (2018). Diagnóstico del aporte de nuevos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) en georreferenciación dinámica para la planificación del tránsito y transporte para la ciudad de Bogotá D.C. [Tesis de maestría de Ingeniero Civil, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia].  
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/816>
- Astochao Delgado J. (2015) Evaluación para la implementación de sistemas inteligentes de transporte en los puntos críticos de accidentes de tránsito en vías nacionales [Tesis de grado de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)].  
<http://hdl.handle.net/20.500.14076/2554>
- Águila Panduro, R. M. (2017) Propuesta de implementación de un sistema inteligente de transporte para la mejora de las condiciones viales en el tramo de la Panamericana Norte entre av. Los Alisos y Av. Abancay [Trabajo de grado de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/622505>
- Behar, D. 2008. Metodología de la investigación. Edición A. Rubeira. ISBN 978-959-212-783-7. Editorial Shalom, Colombia.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2018). Velocidad vehicular. Retrieved from <http://www.bcn.cl/leyfacil/recurso/velocidad-vehicular>
- Borja, M. 2016. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. Chiclayo, Perú.
- Caballero Romero A. (2009) Metodología Integral Innovadora Para Planes Y Tesis La Metodología Del Cómo Formularlos. UDEGRAF.
- Centro de Soporte de Negocios Internacionales ITS. (2016). Sistemas Inteligente de Transporte. MOLIT. [https://intl.its.go.kr/sp/02\\_02](https://intl.its.go.kr/sp/02_02)

- Cifuentes Aguirre E. & Paz Marin, M. F. (2017) Relación Del Diseño Geométrico Con Los Conflictos Vehiculares En Intersecciones A Desnivel Casos De Estudio Avenida Boyacá Con - Calle 80 Y Calle 116 [Tesis de grado de Ingeniero Civil, Universidad Católica De Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/15276>
- Comparison of Vehicle Detection Techniques applied to IP Camera Video Feeds for use in Intelligent Transport Systems (2020). Bugeja Mark, Dingli Alexiei, Attard Maria, Seychell Dylan
- Escobedo Zavala, R. A. y Estela Cifuentes, J. A. (2019) Propuesta de mejoramiento de los niveles de servicio en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete mediante la aplicación de tecnologías basadas en el uso de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) [Trabajo de grado de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/635424>
- Espinoza Ventura, R. (2008) Sistema Inteligente de Transporte para Optimizar la Movilidad Urbana [Trabajo de grado de Maestro, Ingeniería de Transportes]. <https://1library.co/document/zw5d5d0z-sistemas-inteligentes-transporte-optimizar-movilidad-urbana.html>
- Estudio del Arte Trafico. (2015). Semaforización Inteligente. El Nuevo Diario. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/338631-trabajaran-semaforos-inteligentes/>
- Evstatiev B., Balbuzanov T., Beloev I. y Pencheva V. (2019). Intelligent System For Improved Safety Of Pedestrian Traffic Lights. Transport Problems Problemy Transportu. Volume 14 Issue 1. DOI: 10.21307/tp.2019.14.1.4
- Forsyth, Ann. 2015. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. Urban Design International 20, no.4: 274-292.

- García A., Pérez, A & Camacho, F. (2012) Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento. [Artículo científico, Universidad Politécnica de Valencia].  
<http://hdl.handle.net/10251/16911>
- Godoy-Perez, Karen Estefanía; Benitez-Tupiza, Karen Vanessa; Valle-Jaramillo, Jairo Stalin and INGA-ORTEGA, Esteban Mauricio. Dimensionamiento Y Enrutamiento De Redes De Sensores Inalámbricos Para Monitoreo De Tráfico Vehicular. Iteckne [online]. 2020, vol.17, n.1, pp.7-18. ISSN 1692-1798. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v17i1.2425>.
- Gómez Cruz, F. (2018) Revisión Sistemática de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) a Través de Internet de las cosas (IOT) Para Problemas de Transporte Terrestre de Pasajeros [Trabajo de grado, Universidad Católica De Colombia].  
<http://hdl.handle.net/10983/16046>
- Gómez Lara, D.A. (2019) Arquitectura IoT para la Prestación del Servicio de Semaforización Inteligente en Bogotá [Trabajo de grado, Universidad Católica De Colombia].  
<https://hdl.handle.net/10983/23709>
- Guío Burgos, F. A. (2010) Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. [Revista, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Tunja Colombia]. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>
- Hernández Sampieri, R (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición.  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hollnagel, J. y Manuel Rodríguez, M. (16 de diciembre de 2019). Recaudo Electrónico En El Transporte Público. BID mejorando vidas. Rastreator.

<https://blogs.iadb.org/transporte/es/que-representa-el-recaudo-electronico-en-el-transporte-publico-para-el-usuario/>

Institute for Transportation & Development Policy (ITDP), (2018), Pedestrians First A Mix Of Infrastructure, Activity, And Priority, (2018) Flickr  
([https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Pedestrians-First-Tools-for-a-walkable-city?language=en_US))

Korjagin S. y Klachek P. (2017) Innovative Development of Intelligent Transport Systems Based on Biocybernetical Vehicle Control Systems [Artículo científico, Institute of Transport and Technical Services, Baltic Federal University of Immanuel Kant, 14A A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236038, Russia].  
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.038>

Lyapina S., Tarasova V. Y Fedotova M. (2020). Problems Of Analyst Competency Formation For Modern Transport Systems. Transport Problems Problemy Transportu. Volume 15 Issue 2. DOI: 10.21307/tp-2020-021

Manual On Uniform Traffic Control Devices, 2009. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Washington, DC.  
[https://www.wipp.energy.gov/library/Information\\_Repository\\_A/Supplemental\\_Information/Uniform%20Traffic%20control%20devices%20manual.pdf](https://www.wipp.energy.gov/library/Information_Repository_A/Supplemental_Information/Uniform%20Traffic%20control%20devices%20manual.pdf)

Manzo Cruz, F. y Arzate Hernández, L. (2019) Sistema de Semáforos Inteligentes para el Control de Tráfico Vehicular [Trabajo de grado de Ingeniero Civil, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/99060>

Martínez, C. (30 de junio de 2014). Sistemas Para Mejorar La Seguridad Vial En Las Ciudades. Plataforma Urbana. Rastreator.

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/06/30/4-sistemas-para-mejorar-la-seguridad-vial-en-las-ciudades/>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario De Términos, De Uso Frecuente En Proyectos De Infraestructura Vial (Informe N°02-2018-MTC/14)

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4032.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (RD N° 16-2016-MTC/14)

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019). Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte Para la Infraestructura Vial

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/352089/Proyecto\\_de\\_Manual\\_ITS.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/352089/Proyecto_de_Manual_ITS.pdf)

MIOS by Snef (2019). Sistemas de Comunicaciones SOS, Sistemas Inteligentes de Transporte [Archivo PDF]. <https://at.sofexamericas.com/resumen/2019/p9.pdf>

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2016. Guidelines for Implementing Managed Lanes. Washington, DC: The National Academies Press.

<https://doi.org/10.17226/23660>

Ochoa Borja, C. A. (2019) Evolución de los Sistemas Inteligentes de Transporte y actualidad en Colombia., [Trabajo de grado Ingeniería Electrónica, Universidad de San Buenaventura Medellín] <http://hdl.handle.net/10819/7364>

Pell A., Meingast A, Schauer O. (2016) Trends in Real-time Traffic Simulation [Artículo científico, Transportation Research Procedia, University of Applied Sciences Upper Austria, Wehrgrabengasse] <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.175>

- Pencheva V., Asenov A., Grozev D., Angelova R. y Georgiev I. (2018). Analysis Of The Traffic Intensity Of Cargo Vehicles In The Border Points. Transport Problems Problemy Transportu. Volume 13 Issue 4. DOI: 10.20858/tp.2018.13.4.3
- Quintero J. y Prieto L. (2015) Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte [Artículo científico, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Tunja. Vol. 9 No. 1 (2015), pp. 53-62. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7281>
- Rehmat M., Khurram S., Zawar H., Mushtaq A., Nasru M., Akhtar N. (2021) Vehicular Traffic Simulation Software: A Systematic Comparative Analysis [Artículo científico, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Victoria, Victoria, Canada. vol. 4, no. 01, pp. 66-78. <https://www.researchgate.net/publication/350466666>
- Saidallah M., Abdeslam E., Elbelrhiti A. (2016) A Comparative Study of Urban Road Traffic Simulators [Artículo científico, Computer Science Department, ReSI team, Moulay Ismail University, Faculty of Science, Morocco] DOI:10.1051/mateconf/20168105002
- Santos, G. (6 de mayo de 2019). SemafORIZACIÓN inteligente. Rastreator. <https://www.enter.co/opinion-y-analisis/semaforizacion-inteligente/>
- Suarez Florez, Mercedes (2001). Los sistemas inteligentes de transporte ITS. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, (10),39-45. [fecha de Consulta 8 de Julio de 2021]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101006>
- Thomson, L y Bull A. (2002). La Congestión Del Transito Urbano: Causas Y Consecuencias Económicas Y Sociales. Revista De La Cepal 76, 110. <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7128/7136/84029.pdf>

## ANEXOS

**Figura 48 Instrumentos de validación (Características de la vía)**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>			
<b>FICHA DE LA EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA</b>				
<b>PROYECTO</b> PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021				
<b>TESISTAS:</b> Aleksander David, LEON CORDOVA Jean Marco, CHAVEZ NAVARRO				
<b>INTERSECCIÓN:</b>	Av. Circunvalación Arenales, Av. Circunvalación Tupac Amaru y Jr. San Cristóbal			
<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL JR. SAN CRISTOBAL</b>				
<i>Esquema de la vía del Jr. San Cristóbal</i>	<b>SENTIDO VEHICULAR:</b>			
	<b>N° DE CARRILES:</b>			
	<b>DIMENSIONES DE LA VÍA</b>			
	Ancho de calzada	m.		
	Pendiente de la Vía	%		
	<b>COMPONENTES DE LA VÍA</b>			
	<b>CUNETAS:</b>			
	Sección			
	Ancho de cuneta	m.		
	Altura de cuneta	m.		
	<b>VEREDAS:</b>			
	Ancho de veredas	m.		
	Altura de veredas	m.		
	Pendiente de veredas	%		
	<b>RAMPAS:</b>			
Ancho de rampas	m.			
Altura de rampas	m.			
Pendiente de rampas	%			
<b>VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GEÓMETRICAS</b>				
<b>COMPONENTES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>DIMENSIONES MÍNIMAS</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>
<b>DIMENSIONES DE LA VÍA</b>				
Ancho de calzada	m.	m.	GH.020	
Pendiente de la Vía	%	%	GH.020	
Radio de la vía	m.	m.	GH.020	
<b>COMPONENTES DE LA VÍA</b>				
<b>CUNETAS:</b>				
Sección				
Ancho de cuneta	m.	m.	GH.020	
Altura de cuneta	m.	m.	GH.020	
<b>VEREDAS:</b>				
Ancho de veredas	m.	m.	GH.020	
Altura de veredas	m.	m.	GH.020	
Pendiente de veredas	%	%	GH.020	
<b>RAMPAS:</b>				
Ancho de rampas	m.	m.	GH.020	
Altura de rampas	m.	m.	GH.020	
Pendiente de rampas	%	%	GH.020	

Nota. Elaboración propia, 2021.

Figura 49 Instrumentos de validación (Registro de conflictos)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



---

**FICHA DE DIANÓSTICO**

---

**PROYECTO:** PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021

**TESISTAS:** Aleksander David, LEON CORDOVA  
 Jean Marco, CHAVEZ NAVARRO

---

**Ficha de Registro para Conflictos Vehiculares**

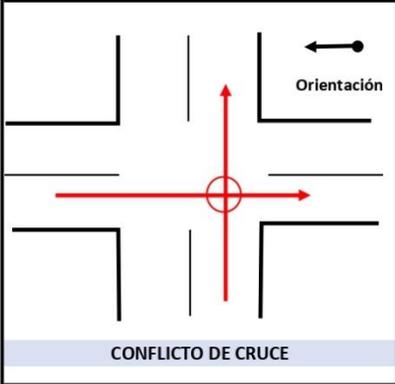
---

**CONFLICTOS VEHICULARES**

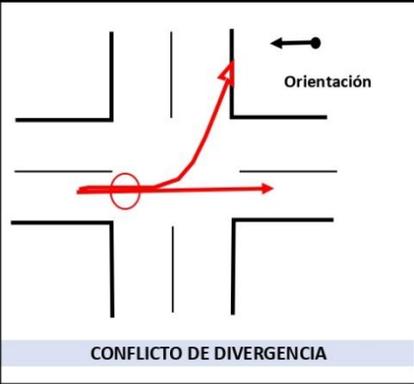
<b>INFORMACION GENERAL:</b>		<b>INFORMACION DEL SITIO:</b>	
<b>ANALISTA:</b>		<b>INTERSECCION :</b>	
<b>FECHA:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>PERIODO:</b>		<b>HORA PICO:</b>	

---

**TIPO DE CONFLICTOS**



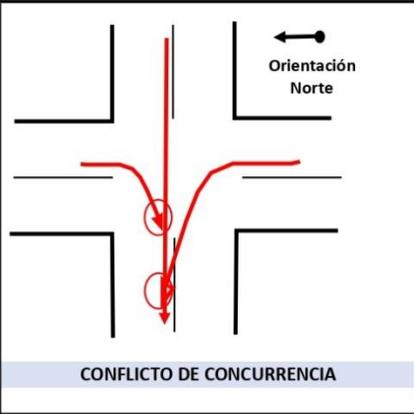
**CONFLICTO DE CRUCE**



**CONFLICTO DE DIVERGENCIA**



**CONFLICTO DE CONVERGENCIA**



**CONFLICTO DE CONCURRENCIA**

7

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 50 Instrumentos de validación (Conflictos vehiculares)**

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<b>DATOS TECNICOS</b>		
<b>TIPO</b>		<b>CANTIDAD</b>
1.0 <i>Conflicto de Cruce</i>	<input type="checkbox"/>	_____
2.0 <i>Conflicto de Divergencia</i>	<input type="checkbox"/>	_____
3.0 <i>Conflicto de Convergencia</i>	<input type="checkbox"/>	_____
4.0 <i>Conflicto de Concurrencia</i>	<input type="checkbox"/>	_____

7

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 51 Instrumentos de validación (Registro de señales verticales)**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
<b>FICHA DE DIANÓSTICO</b>		
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021	
<b>TESISTAS:</b>	Aleksander David, LEON CORDOVA Jean Marco, CHAVEZ NAVARRO	
<b>Ficha de Registro Para Dispositivos de Control de Tránsito</b>		
<b>DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO</b>		
<b>INFORMACION GENERAL:</b>		<b>INFORMACION DEL SITIO:</b>
<b>ANALISTA:</b>		<b>INTERSECCION :</b>
<b>FECHA:</b>		<b>LUGAR:</b>
<b>PERIODO:</b>		<b>HORA PICO:</b>
<b>1. SEÑALES VERTICALES</b>		<b>CANTIDAD</b>
<input type="checkbox"/>	Señales Regulatoras o de Reglamentación	_____
<input type="checkbox"/>	Señales de Prevención	_____
<input type="checkbox"/>	Señales de Información	_____
<input type="checkbox"/>	Señalización Para Estaciones de Peaje o Pesaje	_____
<input type="checkbox"/>	Señalización Para Rampas de Emergencia	_____
<input type="checkbox"/>	Señalización Bilingüe	_____
<input type="checkbox"/>	Señalización de Mensaje Variable (SMV)	_____
<input type="checkbox"/>	Equipamiento Para los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)	_____
<input type="checkbox"/>	Descripción de Señales	_____
<input type="checkbox"/>	Señalización de Sucesos que Afecta la Circulación de la Vía	_____
<input type="checkbox"/>	Tipo de Alfabeto	_____
<input type="checkbox"/>	Diagrama de las Señales Verticales	_____
7		

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 52 Instrumentos de validación (Registro de señales horizontales)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION		
FACULTAD DE INGENIERIA		
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<b>2. MARCAS EN EL PAVIMENTO O DEMARCACIONES</b>		
<b>2.1. MARCAS PLANAS EN EL PAVIMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>
<input type="checkbox"/>	<i>Línea de borde de calzada o superficie de rodadura</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Línea de carril</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Línea central</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Líneas canalizadoras de tránsito</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Líneas demarcadoras de entradas y salidas</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Líneas de transición por reducción de carriles</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Línea de pare</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Líneas de cruce peatonal</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Demarcación de espacios para estacionamiento</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Otras demarcaciones</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Palabras, símbolos y leyendas</i>	_____
<b>2.2. MARCAS ELEVADAS EN EL PAVIMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>
<input type="checkbox"/>	<i>Delineadores de piso</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Tachas retrorreflectivas</i>	_____
<input type="checkbox"/>	<i>Otros delineadores de piso</i>	_____
<b>2.3. DELINEADORES ELEVADOS</b>		<b>CANTIDAD</b>
<input type="checkbox"/>	<i>Postes delineadores</i>	_____
<input type="checkbox"/>		_____

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 53 Instrumentos de validación (Registro de dispositivos de control)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	
<input type="checkbox"/>	Señales de delineador de curva horizontal (P - 61) - "CHEVRON" _____
<input type="checkbox"/>	Delineador de placa "CAPTAFAROS" _____
<input type="checkbox"/>	Delineador "MARCADORES EN ZONAS SINGULARES" _____
<b>3. DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO DE CASOS ESPECIALES CANTIDAD</b>	
<input type="checkbox"/>	Dispositivos de control de tránsito en zonas escolares _____
<input type="checkbox"/>	Dispositivos de control del transito en ciclovias _____
<input type="checkbox"/>	Dispositivos de control del transito para cruces a nivel con ferrocarriles _____
<input type="checkbox"/>	Dispositivos de control del transito para tuneles _____
<b>4. DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO EN ZONAS DE TRABAJO CANTIDAD</b>	
<input type="checkbox"/>	Zona de trabajo _____
<input type="checkbox"/>	Disposiciones particulares sobre los dispositivos del control en zonas de trabajo _____
<input type="checkbox"/>	Plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial (PMTSV) _____
<b>4.1. SEÑALES PARTICULARES PARA LAS ZONAS DE TRABAJO</b>	
<input type="checkbox"/>	Señales de prevencion _____
<input type="checkbox"/>	Señales Informativas _____
<b>4.2. MARCAS ELEVADAS PARTICULARES PARA LAS ZONAS DE TRABAJO</b>	
<input type="checkbox"/>	Delineadores o canalizadores _____
<input type="checkbox"/>	Tranqueras o barreras o tambores _____

Nota. Elaboración propia, 2021.

Figura 54 Instrumentos de validación (Registro de semáforos)



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

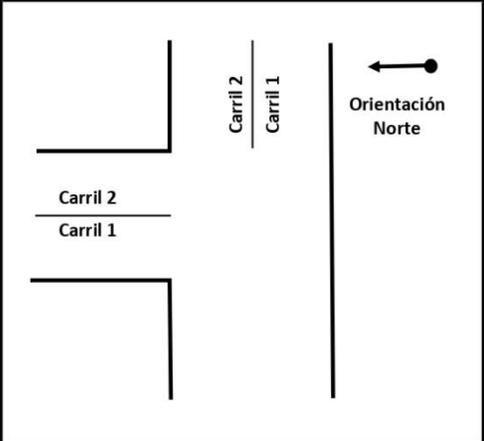


Otros dispositivos complementarios

**5. TIPOS DE SEMAFOROS**

HOJA DE DATOS  
*(SEMAFORO)*

GEOMETRIA Y MOVIMIENTOS



Orientación Norte

H — = ANCHO DE CARRIL

↑ = DEFRENTE

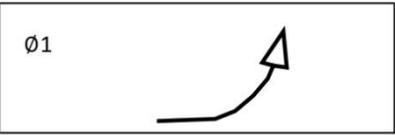
↘ = DERECHA

↘↑ = DEFRENTE + DERECHA

CONTROL DE SEMAFOROS

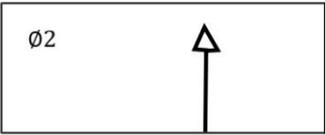
DIAGRAMA

Ø1



TIEMPO DE ROJO = \_\_\_\_\_ seg.

Ø2



TIEMPO DE ROJO = \_\_\_\_\_ seg.

7

Nota. Elaboración propia, 2021.

Figura 55 Formato de conteo vehicular

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																									
TIPO DE LA CARRILERA		Jr. San Cristóbal - Av. Circunvalación Areñales																							
SENTIDO		E ← Av. Circunvalación Areñales																							
UBICACIÓN		Jr. San Cristóbal																							
		Chaupamarca - Pasco - Pasco																							
ESTACION		001																							
CODIGO DE LA ESTACION		E - 001																							
DIA Y FECHA																									
HORA	MOTO	BICICLETA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETA 3 PANEL	RURAL COMBI	MICRO	BU 3	2 E	>3 E	CAMION	3 E	2 E	4 E	SEMI TRAYLER	233	331/332	>= 333	272	273	372	373	TOTAL	
7:00 - 7:15 am																									
7:15 - 7:30 am																									
7:30 - 7:45 am																									
7:45 - 8:00 am																									
8:00 - 8:15 am																									
8:15 - 8:30 am																									
8:30 - 8:45 am																									
8:45 - 9:00 am																									

ENQUESTADOR: LEON CORDOVA, Aldeanar David CHAVEZ NAVARRO, Juan Marco Jefe de Brigada: \_\_\_\_\_ Ingresos: \_\_\_\_\_ Superv. MTC: \_\_\_\_\_

Nota. Adaptado del Manual del MTC, 2015.

**Figura 56** Ficha de Validación por expertos N°01 (Datos)

**Ficha de validación por expertos**

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021”

**I. Datos del Experto:**

1.1. Apellidos y nombres del experto: **PALOMINO YAURI, CRISTHIAN BRAULLO**

1.2. Grado académico: **TITULADO**

1.3. Título profesional: **ING. CIVIL**

1.4. N° de registro CIP: **187383**

**II. Aspectos a considerar**

**2.1. Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

**2.2. Validez**

2.2.1. *Validez de contenido:* Corresponde a medir la variable o dimensión.

2.2.2. *Validez de constructo:* Corresponde a medir el indicador planteado.

2.2.3. *Validez de criterio:* Clasificar según las categorías establecidas.

**2.3. Especificaciones**

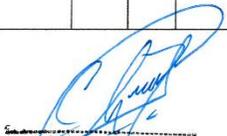
- ✓ Claridad
- ✓ Objetividad
- ✓ Consistencia
- ✓ Coherencia
- ✓ Pertinencia
- ✓ Suficiencia
- ✓ Relevancia


Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 57** Ficha de Validación por expertos N°01 (Calificación)

<b>III. Validación</b>					
Validez		Pregunta	Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿El número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>					




**Christian Ercilio Palomares Yauri**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 187383

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 58** Ficha de Validación por expertos N°01 (Observaciones)

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**  
Aplicable [] Aplicable después de corregir [...] No aplicable [...]

**Apellidos y nombre(s) del juez evaluador:**  
PALOMINO YAURI, CRISTHIAN BRAULIO

**Especialista:**  
Metodólogo [] Temático [ ]

**Grado:**  
Maestro [  ] Doctor [ ]

**Título profesional:** ING. CIVIL

**N° de registro CIP:** 187383


**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 59** *Ficha de Validación por expertos N°02 (Datos)*

**Ficha de validación por expertos**

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021”

**I. Datos del Experto:**

1.1. Apellidos y nombres del experto: *Toralva Aranda Pedro Luis*

1.2. Grado académico: *Titulado*

1.3. Título profesional: *Ingeniero Civil*

1.4. N° de registro CIP: *237433*

**II. Aspectos a considerar**

**2.1. Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

**2.2. Validez**

2.2.1. *Validez de contenido:* Corresponde a medir la variable o dimensión.

2.2.2. *Validez de constructo:* Corresponde a medir el indicador planteado.

2.2.3. *Validez de criterio:* Clasificar según las categorías establecidas.

**2.3. Especificaciones**

- ✓ Claridad
- ✓ Objetividad
- ✓ Consistencia
- ✓ Coherencia
- ✓ Pertinencia
- ✓ Suficiencia
- ✓ Relevancia


Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 60** Ficha de Validación por expertos N°02 (Calificación)

<b>III. Validación</b>					
Validez		Pregunta	Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		x	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		x	
	3	¿El número de dimensiones es adecuado?		x	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		x	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		x	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		x	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		x	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		x	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		x	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		x	
	11	¿Los indicadores son medibles?		x	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		x	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		x	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		x	
	15	No es necesario considerar otros campos	x		Recomiendo un estudio con las normas viales.
<b>Total</b>					



Toralva Aranda Pedro Luis  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 237133

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 61** *Ficha de Validación por expertos N°02 (Observaciones)*

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**  
Aplicable []    Aplicable después de corregir [...]    No aplicable [...]

**Apellidos y nombre(s) del juez evaluador:**  
*Toralva Aranda, Pedro Luis*

**Especialista:**  
Metodólogo []    Temático [    ]

**Grado:**  
Maestro [  ]    Doctor [    ]

**Título profesional:** *Ingeniero civil*

**N° de registro CIP:** *237133*


*Nota:* Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 62** Ficha de Validación por expertos N°03 (Datos)

**Ficha de validación por expertos**

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021”

**I. Datos del Experto:**

1.1. Apellidos y nombres del experto: *Jeffer Cordova de la Cruz*

1.2. Grado académico: *Ingeniero civil (Titulado)*

1.3. Título profesional: *Ingeniería civil*

1.4. N° de registro CIP: *230871*

**II. Aspectos a considerar**

**2.1. Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

0. En desacuerdo

1. De acuerdo

**2.2. Validez**

2.2.1. *Validez de contenido:* Corresponde a medir la variable o dimensión.

2.2.2. *Validez de constructo:* Corresponde a medir el indicador planteado.

2.2.3. *Validez de criterio:* Clasificar según las categorías establecidas.

**2.3. Especificaciones**

- ✓ Claridad
- ✓ Objetividad
- ✓ Consistencia
- ✓ Coherencia
- ✓ Pertinencia
- ✓ Suficiencia
- ✓ Relevancia

  
 JEFFER R. CORDOVA DE LA CRUZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 230871

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 63** Ficha de Validación por expertos N°03 (Calificación)

**III. Validación**

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿El número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?	X		
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos	X		
<b>Total</b>				


JEFFER R. CORDOVA DE LA CRUZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 230871

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 64** Ficha de Validación por expertos N°03 (Observaciones)

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**  
Aplicable [] Aplicable después de corregir [...] No aplicable [...]

**Apellidos y nombre(s) del juez evaluador:**  
*Jeffer Cordova de la Cruz*

**Especialista:**  
Metodólogo [] Temático [  ]

**Grado:**  
Maestro [  ] Doctor [  ]

**Título profesional:** *Ingeniero Civil*

**N° de registro CIP:** *230871*



**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Nota. Elaboración propia, 2021.

## VII. ANEXOS

### 6.1. Matriz de operacionalización de variables

**TABLA 62** *Matriz de operacionalización de variables*

<b>TÍTULO:</b> “MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD EMPLEANDO SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021”.					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Transitabilidad</b> <i>DEPENDIENTE</i>	<p>La transitabilidad es el nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vía, 2018).</p> <p><b>Recuperado de:</b>  <a href="http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf">http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf</a></p>	<p>La transitabilidad es aquel nivel de serviciabilidad que permiten un funcionamiento adecuado para los usuarios, tanto peatones como conductores, el cual va a depender de diferentes condiciones como las características geométricas de la vía, los volúmenes vehiculares y peatonales, la cantidad de dispositivos de control de tránsito, entre otros, los cuales van a permitir que la vía funcione adecuadamente.</p>	<p>Diseño geométrico Flujo vehicular Flujo peatonal Conflictos vehiculares Dispositivos de tránsito Velocidad de viaje</p>	<p>Límite de categorías de vías Límite de carriles Límite de cruces TPDA Tránsito promedio diario anual Volumen Peatonal Longitud de la cola</p>	<p>Escalar</p>
<b>Sistemas inteligentes de Transporte</b> <i>INDEPENDIENTE</i>	<p>Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) es un término genérico para la aplicación integrada de la tecnología de comunicaciones, control e información al sistema de transporte. Los beneficios resultantes: salvar vidas, ahorrar tiempo, dinero, energía, mejorar el medio ambiente y estimular el desempeño económico (PIARC, 2019).</p> <p><b>Recuperado de:</b> <a href="https://rno-its.piarc.org/es/conceptos-basicos-its">https://rno-its.piarc.org/es/conceptos-basicos-its</a></p>	<p>Desde el punto operacional los ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) son un conjunto de dispositivos de control de tránsito que emplea la tecnología como base fundamental de su funcionamiento, las cuales están diseñadas para mejorar las condiciones de tránsito de las vías, ayudando a controlar el flujo vehicular de forma, aumentando el nivel de servicio de la vía, y mejorando la transitabilidad de los usuarios.</p>	<p>Dispositivos ITS de tránsito</p> <p>Desempeño de la vía</p>	<p>Nivel de servicio (A, B, C, D, E y F)</p>	<p>Ordinal</p>

Nota. Elaboración propia, 2021.

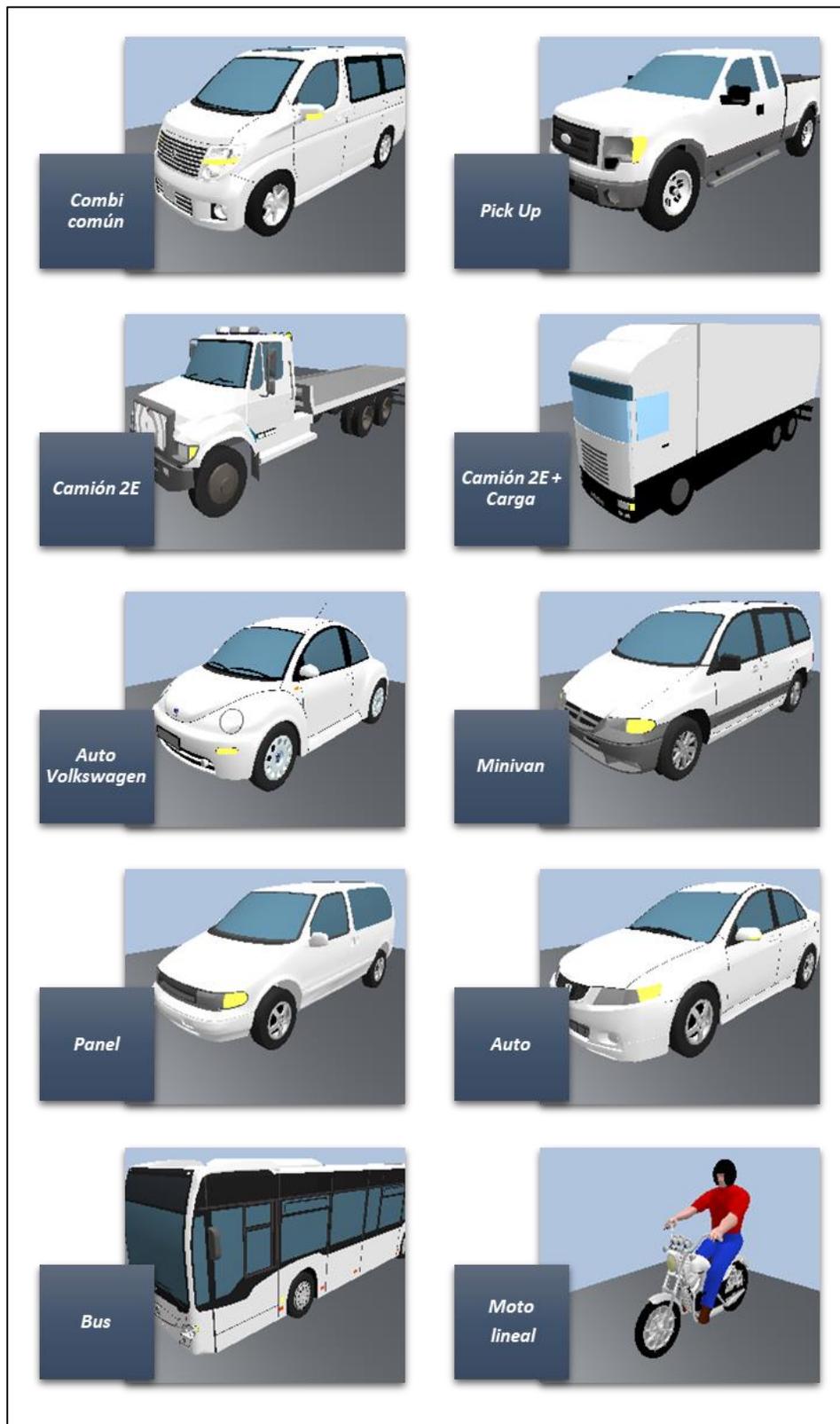
## 6.2. Matriz de consistencia

**TABLA 63** *Matriz de consistencia*

<b>TÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD MEDIANTE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL DISTRITO DE CHAUPIMARCA – PASCO, 2021.</b>						
<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>			<b>METODOLOGÍA</b>
<i>Problema general</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>Hipótesis general</i>	<i>Variable dependiente</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Tipo de estudio:</i> APLICADA
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Como se podría mejorar la transitabilidad del distrito de Chaupimarca implementando sistemas inteligentes de transporte?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar los sistemas inteligentes de transporte para mejorar la transitabilidad del distrito de Chaupimarca, Pasco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se estima una mejora en la transitabilidad del sistema vial del Distrito de Chaupimarca, con la implementación de los Sistemas Inteligentes de Transporte.</li> </ul>	Transitabilidad	Diseño geométrico Flujo vehicular Flujo peatonal Conflictos vehiculares Dispositivos de tránsito Velocidad de viaje	Límite de categorías de vías Límite de carriles Límite de cruces TPDA Tránsito promedio diario anual Volumen Peatonal Longitud de la cola	<i>Diseño de investigación:</i> NO EXPERIMENTAL  <i>Método de investigación:</i> CUANTITATIVO  <i>Nivel de investigación:</i> EXPLICATIVO
<i>Problemas específicos</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Hipótesis específicas</i>	<i>Variable independiente</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Tipo de estudio:</i> EXPLICATIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo podemos disminuir la congestión vehicular en el distrito de Chaupimarca?</li> <li>¿De qué manera se podría determinar el tránsito del sistema vial del distrito de Chaupimarca?</li> <li>¿Cuáles son los efectos de la implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el sistema vial del distrito de Chaupimarca?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el flujo vehicular para determinar los ITS necesarios en el distrito de Chaupimarca.</li> <li>Realizar la simulación de tránsito actual y futuro con la implementación de los ITS del distrito de Chaupimarca, Pasco.</li> <li>Evaluar los efectos de la implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el sistema vial del distrito de Chaupimarca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La congestión vehicular en el distrito de Chaupimarca disminuirá con la Implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte en su Sistema Vial.</li> <li>El tránsito del sistema vial del Distrito de Chaupimarca será determinado mediante la simulación de tráfico mediante el software Vissim</li> <li>Los efectos de la innovación de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) es positiva, porque utilizamos tecnología para mejorar las condiciones viales del Distrito de Chaupimarca.</li> </ul>	Sistemas inteligentes de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositivos ITS de tránsito</li> <li>Desempeño de la vía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unidad (unid.)</li> <li>Nivel de servicio (A, B, C, D, E y F)</li> </ul>	<i>Población:</i> Usuarios del distrito de Chaupimarca  <i>Muestreo:</i> MUESTREO NO PROBABILÍSTICO  <i>Muestra:</i> Intersección entre el Jr. San Cristóbal, Av. Circunvalación Arenales y la Av. Circunvalación Tupac Amaru

Nota. Elaboración propia, 2021.

**Figura 65** Vehículos utilizados para la simulación de tráfico en PTV Vissim



Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

**Figura 66** Estaciones de control vehicular



**Conteo vehicular (Tesista 01)**  
**Estación 01**



**Conteo vehicular (Tesista 02)**  
**Estación 02**



**Conteo vehicular (Tesista 02)**  
**Estación 01**



**Conteo vehicular (Tesista 01)**  
**Estación 02**



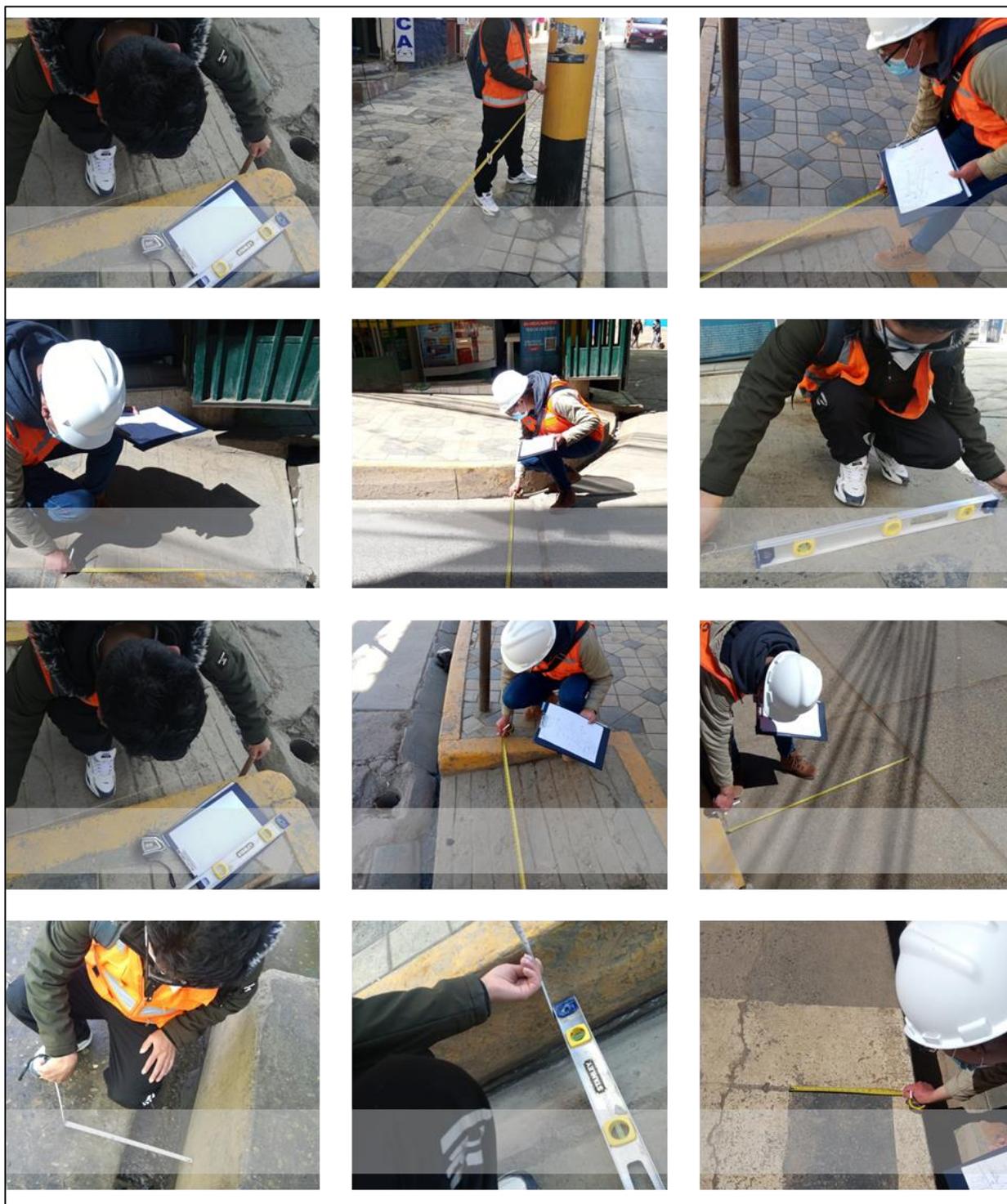
**Conteo vehicular (Tesista 01)**  
**Estación 01**



**Conteo vehicular (Tesista 02)**  
**Estación 02**

Nota. Creado y extraído del programa PTV Vissim 2021

**Figura 67** Mediciones de las características geométricas de las vías



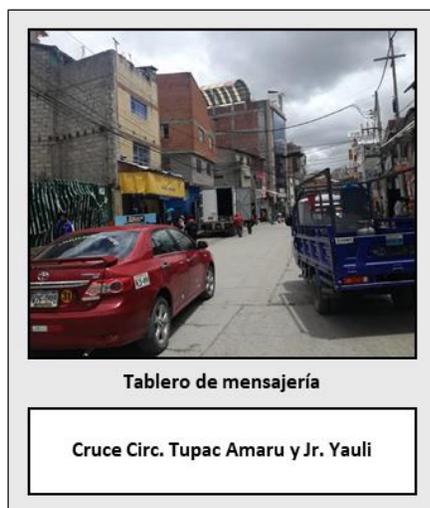
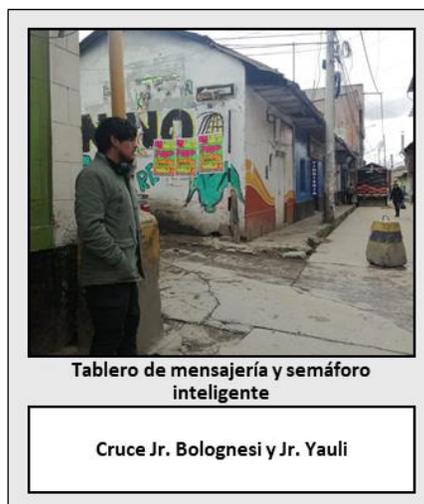
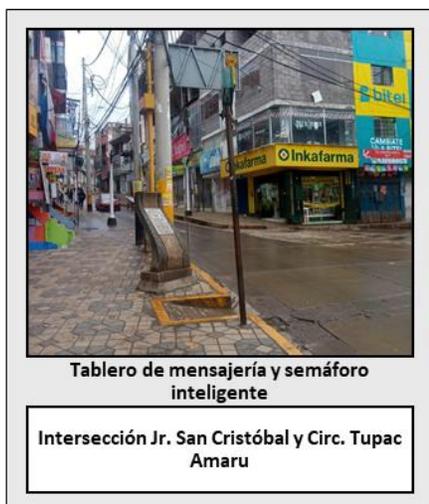
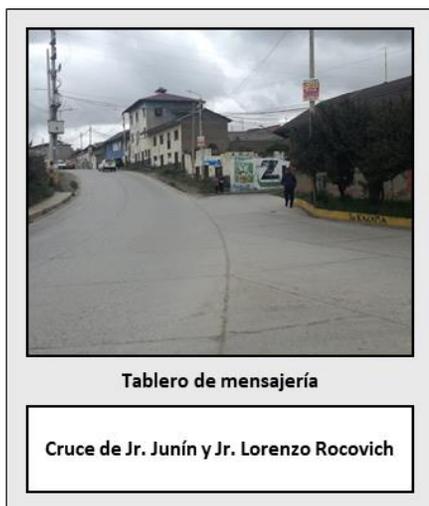
Nota. Fotografías propias

**Figura 68** Estado actual de las vías



Nota. Fotografías propias

**Figura 69** *Ubicación de los ITS propuestos a implementar*



Nota. Fotografías propias