

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE  
TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL –  
HUANCAYO**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JAVIER RAMOS, Gladys**

**ASESOR:**

**Mg. PORRAS OLARTE, Rando**

**Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo**

**HUANCAYO - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Dedico la presente investigación a mis padres y familiares por brindarme su apoyo antes, durante y después de la realización de esta investigación, siendo ellos mi razón de seguir adelante. A mis amistades por estar presente en mi vida y motivarme a seguir adelante pese a los problemas que puedan presentarse

*Gladys J. R.*

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Peruana los Andes por haberme permitido cursar mi carrera entre sus aulas. A los catedráticos, que impartieron su experiencia y conocimiento, quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, forjarnos como profesionales al servicio de la vocación de servir, y el de contribuir con la sociedad, ampliando mi conocimiento en mi carrera profesional.

Asimismo, a todas aquellas personas que aportaron en el desarrollo de este informe con valiosas recomendaciones, críticas constructivas, apoyo moral y materia.

Gladys

# CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0041 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**; Titulado:

## DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. JAVIER RAMOS GLADYS**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **ING. RANDO PORRAS OLARTE**

Fue analizado con fecha **17/01/2024**; con **130 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye Bibliografía.**

X

**Excluye citas.**

X

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **13** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 17 de enero de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## Contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Contenido .....	v
Contenido de tablas .....	viii
Contenido de figuras.....	ix
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Delimitación del problema.....	4
1.2.1. Delimitación espacial .....	4
1.2.2. Delimitación temporal .....	4
1.2.3. Delimitación conceptual o temática .....	4
1.3. Formulación del problema .....	5
1.3.1. Problema general .....	5
1.3.2. Problemas específicos .....	5
1.4. Justificación .....	5
1.4.1. Social .....	5
1.4.2. Teórica.....	5
1.4.3. Metodológica.....	6
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general .....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes .....	7
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	10
2.2. Bases Teóricas o Científicas .....	12
2.2.1. Indicadores de tránsito.....	12
2.2.2. Seguridad vial.....	20
2.3. Marco conceptual.....	28

CAPÍTULO III HIPÓTESIS .....	30
3.1. Hipótesis general.....	30
3.2. Hipótesis específicas .....	30
3.3. Variables .....	30
3.3.1. Definición conceptual de la variable .....	30
3.3.2. Definición operacional de la variable.....	31
3.3.3. Operacionalización de la variable.....	31
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA.....	35
4.1. Método de investigación.....	35
4.2. Tipo de investigación.....	35
4.3. Nivel de investigación .....	35
4.4. Diseño de la investigación .....	36
4.5. Población y muestra.....	36
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
4.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	37
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos .....	37
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	37
4.8. Aspectos éticos de la Investigación .....	37
CAPÍTULO V RESULTADOS .....	38
5.1. Descripción de resultados .....	38
5.1.1. Aforo Vehicular .....	38
5.1.2. Aforo Peatonal.....	41
5.1.3. Velocidad.....	42
5.1.4. Tráfico .....	43
5.1.5. Indicadores de seguridad vial .....	45
5.1.6. Indicadores de tránsito.....	50
5.2. Contrastación de hipótesis .....	56
5.2.1. Prueba de la primera hipótesis específica.....	56
5.2.2. Prueba de la segunda hipótesis específica .....	57
5.2.3. Prueba de la tercera hipótesis específica .....	58
5.2.4. Prueba de la cuarta hipótesis específica .....	61
5.2.5. Prueba de la hipótesis general .....	69
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	71

CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
ANEXOS .....	84
Matriz de Consistencia.....	85
Matriz de operacionalización de variables.....	87
Matriz de operacionalización del instrumento.....	90
Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....	93
Ficha de observacion y programa para simulacion (SYNCHRO).....	94
Solicitud y ficha de juicio de expertos .....	98
Captura de Google Map zona de estudio .....	104
Captura de coordenadas UTM del punto de estudio.....	105
Captura de distancia del punto de estudio .....	105
Panel fotográfico.....	106

## Contenido de tablas

<b>Tabla 1</b> Índices de serviciabilidad de referencia.....	14
<b>Tabla 2</b> Nivel de serviciabilidad y demora por parada por vehículo.....	15
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de las variables .....	32
<b>Tabla 5</b> Flujo promedio mixto vehicular por hora según la dirección del vehículo.....	38
<b>Tabla 6</b> Flujo vehicular por tipo de vehículo, Sur a Norte .....	38
<b>Tabla 7</b> Flujo vehicular por tipo de vehículo, Norte a Sur .....	39
<b>Tabla 8</b> Flujo vehicular por tipo de vehículo, Oeste a Este Carril 1.....	40
<b>Tabla 9</b> Flujo vehicular por tipo de vehículo, Oeste a Este Carril 2.....	40
<b>Tabla 10</b> Aforo peatonal en la intersección 3, Tramo Huancayo - Ocopilla .....	41
<b>Tabla 11</b> Aforo peatonal en la intersección 4, Tramo Huancayo - Ocopilla .....	41
<b>Tabla 12</b> Velocidad de vehículos mixtos Vía Huancayo - Chilca / Huancayo - El Tambo	42
<b>Tabla 13</b> <i>Velocidad de vehículos mixtos Vía Huancayo – Ocopilla</i> .....	43
<b>Tabla 14</b> Condiciones de tráfico en la Vía Huancayo – Ocopilla.....	43
<b>Tabla 15</b> Condiciones de tráfico en la Vía Huancayo – El Tambo / Huancayo – Chilca...	44
<b>Tabla 16</b> Resultados de nivel de exposición al riesgo .....	45
<b>Tabla 17</b> Resultados del Índice de peligrosidad (IP).....	46
<b>Tabla 18</b> Resultados del Índice de peligrosidad grave (IPG) .....	46
<b>Tabla 19</b> Resultados del Índice de Mortalidad (IM).....	47
<b>Tabla 20</b> Resultados del Índice de Accidentalidad (IA).....	48
<b>Tabla 21</b> Resultados de Índices de accidentalidad mortal (IAM) .....	49
<b>Tabla 22</b> <i>Resultados de VHMD y FHMD</i> .....	50
<b>Tabla 23</b> <i>Resultados de volumen del tráfico promedio diario anual</i> .....	50
<b>Tabla 24</b> Características geométricos de la vía .....	51
<b>Tabla 25</b> <i>Resultados de nivel de servicio en intersección Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca</i> .....	51
<b>Tabla 26</b> <i>Nivel de servicio por intersección</i> .....	52
<b>Tabla 27</b> <i>Cálculo de demora y nivel de serviciabilidad</i> .....	54
<b>Tabla 28</b> <i>Análisis comparativo de resultados</i> .....	77



## Contenido de figuras

<b>Figura 1</b> Mortalidad provocada por lesiones por accidentes de tránsito .....	2
<b>Figura 2</b> Evolución del número de accidentes de tránsito en el Perú .....	3
<b>Figura 3</b> Metodología del análisis de riesgo .....	25
<b>Figura 4</b> Área de visión exacta en el ojo humano .....	27
<b>Figura 5</b> Visibilidad relativa del destino del objeto .....	27
<b>Figura 6</b> SemafORIZACIÓN .....	53
<b>Figura 7</b> Determinación del nivel de serviciabilidad en las vías .....	59
<b>Figura 8</b> Simulación final .....	60
<b>Figura 9</b> Interfaz del programa SYNCHRO .....	61
<b>Figura 10</b> Inserto de captura de imagen de Google Earth y codificación de coordenadas. ....	62
<b>Figura 11</b> Creación de carriles, direcciones y número de vehículos que circularan por las vías.....	63
<b>Figura 12</b> Ingreso del nombre de las vías .....	64
<b>Figura 13</b> Ingresando número de peatones por hora que cruzan las vías .....	65
<b>Figura 14</b> Ingreso de velocidades en cada vía .....	65
<b>Figura 15</b> Ingresando y estandarizando ancho de carriles.....	66
<b>Figura 16</b> Estandarizando factor de hora punta.....	67
<b>Figura 17</b> Determinación del nivel de serviciabilidad en las vías .....	68
<b>Figura 18</b> Simulación final .....	68

## Resumen

La investigación tuvo como problema general ¿De qué manera el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo? De modo que, se propuso como objetivo determinar la manera en que el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo. Metodológicamente, se planteó un estudio desarrollado bajo el método científico, siendo de tipo aplicado y de nivel explicativo, aplicando un diseño experimental de corte transversal, el cual, para la recolección de datos utilizó la observación, con apoyo de una ficha de observación, el tramo de la Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo. Como resultados, se encontró que el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito, en promedio, fue de nivel E, indicando que el tiempo de demora para el avance de un vehículo va entre los 40 y 60 segundos. También, se estimaron los volúmenes del tránsito vehicular en las vías de tránsito, siendo su valor de 859 VHMD; por lo que, se determinó que, con la optimización del sistema de tránsito y el nivel de serviciabilidad A y B, de mejoró el nivel E actual, basado en la reducción de demora de las paradas de los vehículos de 60 segundos a un máximo de 15, logrando optimizar el tránsito. Por tanto, el trabajo concluye que el diseño y cálculo de indicadores de tránsito mejoran los niveles de seguridad vial en la provincia de Huancayo.

**Palabras clave:** Seguridad vial, serviciabilidad, VHMD, indicadores de seguridad vial, índice de tránsito, SYNCHRO, optimización.

## Abstract

The research had as a general problem: How the design and calculation of traffic indicators influence road safety in the city of Huancayo? So, the objective was to determine the way in which the design and calculation of traffic indicators influence road safety in the city of Huancayo. Methodologically, a study developed under the scientific method was proposed, being of an applied type and of an explanatory level, applying a cross-sectional experimental design, which, for data collection, used observation, with the support of an observation sheet, the section of Av. Ferrocarril Cdra. 13 and Jr. Cajamarca Cdra. 7-Huancayo. As results, it was found that the serviceability level of the transit roads, on average, was level E, indicating that the delay time for a vehicle to advance is between 40 and 60 seconds. Also, the volumes of vehicular traffic on the roads were estimated, with a value of 859 VHMD; Therefore, it was determined that, with the optimization of the transit system and the level of serviceability A and B, the current level E was improved, based on the reduction of the delay of vehicle stops from 60 seconds to a maximum of 15, managing to optimize traffic. Therefore, the work concludes that the design and calculation of traffic indicators improve the levels of road safety in the province of Huancayo.

**Keywords:** Road safety, serviceability, VHMD, road safety indicators, traffic index, SYNCHRO, optimization.

## Introducción

La seguridad vial es considerada como el conjunto de mecanismos, que combinan los esfuerzos sistemáticos de la sociedad para la obtención de un beneficio público. No obstante, en los últimos años, a pesar que estos mecanismos tengan como principal propósito la minimización de los accidentes de tránsito y los daños provocados, los siniestros de tránsito han sido calificados como la tercera causa de la mortalidad al 2020 (1). En tal sentido, se propone implementar procesos de gestión de la seguridad vial que se encarguen de disminuir el nivel de daño que ocasionen los siniestros de tránsito, creando condiciones que contribuyan a la prevención de estos. Por lo que, se toma como referencia a la norma ISO 39001, la cual especifica a los indicadores de tránsito basados en la política suscrita a la legislación (2). Indicadores que contribuirán a la mejora de la seguridad vial en Huancayo. Bajo esta premisa, se formula la siguiente interrogante: ¿De qué manera el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo? Así como plantea el siguiente objetivo: Determinar la manera en que el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo. Además, con la aplicación de una metodología de tipo aplicada y nivel explicativo – descriptivo, realizando un análisis detallado mediante la observación de la Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo, se formula la hipótesis que el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito mejoran la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

Entonces, la tesis se divide en cinco capítulos. El primero, compuesto por el planteamiento del problema, describiendo la realidad de esta, su delimitación y justificación, así como enlistando los objetivos. El segundo, relata el marco teórico del estudio referente a las variables “indicadores de tránsito” y “seguridad vial”. El tercero, conformado por las hipótesis y la operacionalización de las variables. El cuarto, que describe la metodología aplicada al estudio. Por último, el quinto capítulo que contiene la descripción de resultados y comprobación de las hipótesis. Asimismo, se detalla el análisis y discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

La autora.

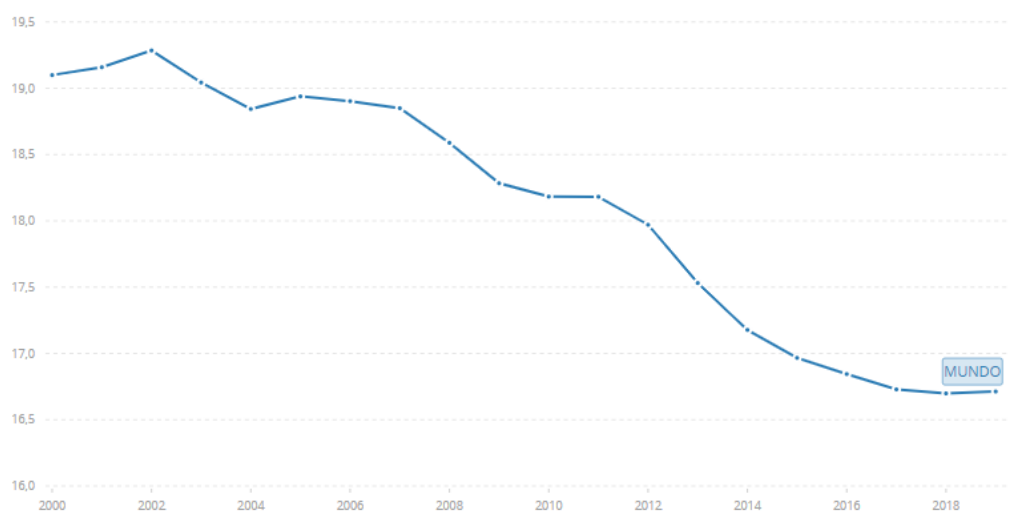
## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Se considera a la seguridad vial como el conjunto de acciones y mecanismos, resultados de los esfuerzos sistemáticos de una sociedad, para obtener un beneficio público, importante para el desarrollo de una sociedad determinada. No obstante, implica una serie de retos para la sociedad debido a que, la incursión de vehículo, hoy por hoy, tiene primacía sobre las del individuo que demanda una dinámica libre de conflictos y contradicciones con el fin de hacer prevalecer la vida de las personas (2). Asimismo, a pesar que la seguridad vial tenga como tarea principal la minimización de los daños y efectos provocados por los accidentes de tránsito, su optimización sigue siendo considerada un problema de gran relevancia. Pues según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, se ha considerado a los “sinistros de tránsito” como los accidentes de carretera, una epidemia, al ser considerada la décima causa de muerte en el mundo y la tercera causa de mortalidad en el año 2020 (1).

#### Figura 1

*Mortalidad provocada por lesiones por accidentes de tránsito*



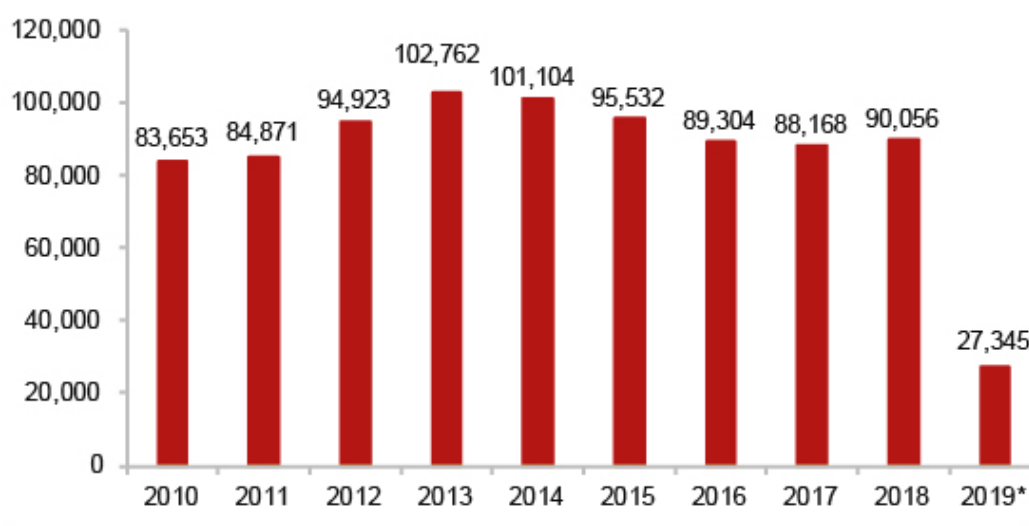
*Nota.* Tomada de Banco Mundial, 2020.

Según la Figura 1, analizando los datos proporcionados por el Banco Mundial (3), se ha registrado una disminución de los índices de mortalidad de 19.099 por 100 000 personas en el 2000 a 16.713 por 100 000 personas el 2019. No obstante, según la

Organización Mundial de la Salud (1), en el año 2020 se reportó una cantidad de decesos mayor a 1.3 millones, los cuales pudieron ser prevenibles, y una cifra que asciende a los 50 millones de lesiones, donde, más del 30% se convierte en la causa de mortalidad en niños y adolescentes. De igual manera, reportan que este tipo de accidentes le cuestan más del 3% del PBI a los países, sobre todo a los de más bajos recursos. Países que cuentan con más del 60% de vehículos en el mundo, los cuales registran más del 93% de defunciones, donde se menciona que los principales afectados son los niños y jóvenes entre los 5 – 29 años (4).

**Figura 2**

*Evolución del número de accidentes de tránsito en el Perú*



*Nota.* Tomada de ComexPerú, 2020.

Asimismo, en Perú, tal como muestra Figura 2 detalla reportes de la Policía Nacional del Perú (PNP), el primer trimestre del 2019, en todo el país, se registró un total de 27,345 accidentes de tránsito, con relación al 2018, esto es un incremento de más del 4.4%. Asimismo, según la figura, fue en el 2013 donde se alcanzó el pico más alto, dando como resultado 102,762 accidentes. A estas cifras se le suma que más del 88% de accidentes de fueron reportados en vías urbanas, y en la capital, Lima, la región que englobó más del 59% de estos. De igual manera, los vehículos con mayor implicancia son los automóviles con un 55%, las motos con 17%, siendo los conductores varones los mayores involucrados. Por otro lado, como principales causas de los siniestros, se registró a la imprudencia, estado de ebriedad del conductor, la imprudencia de los peatones y el mal estado de las vías (5).

En la Región Junín, al año 2019, se reportaron más de tres mil accidentes de tránsito, donde la cifra de fallecidos ascendió a 155, reportando una reducción a comparación del año anterior. Se reportó que la provincia de Huancayo fue la que mayor cantidad de accidentes de tránsito registró, con un 40.14%, siendo la principal causa los atropellos y despistes ocasionados en carretera (6). De esta problemática surge la idea de formular indicadores de tránsito, que logren reducir las cifras anteriormente mencionadas. Así pues, se obtiene una información precisa sobre las variables y parámetros involucrados en los accidentes, optimizando el desarrollo de los sistemas de tránsito, reduciendo el gasto económico en el que se incurre y garantizando la seguridad vial a los actores involucrados y, por ende, una reducción en los accidentes de tránsito y los siniestros que puede causar (7).

Por lo que, en la presente investigación, desarrollada en la ciudad de Huancayo, ciudad que día a día se enfrenta al incremento de unidades de tránsito particulares y de servicio público, así como el incumplimiento de normas existentes y el aumento de los niveles de accidentes de tránsito, se propone el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito que mejoren los niveles de seguridad vial. Por lo que, formula la siguiente interrogante.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La investigación fue desarrollada en la provincia de Huancayo, tomando como escenario de estudio a la Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

Los datos recolectados correspondieron al año 2021 y primer trimestre del 2022.

### **1.2.3. Delimitación conceptual o temática**

Como variables de la investigación se consideraron los conceptos de seguridad vial, los indicadores de tránsito, además, se aplicaron las normativas vigentes decretadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿De qué manera el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo?
2. ¿Cuál es el volumen de tránsito vehicular de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo?
3. ¿Cómo influye el Sistema de Tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo?
4. ¿Qué garantiza el optimizar el tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo?

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Social**

Debido al creciente índice de los accidentes de tránsito en la Región Junín, el estudio propuso el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito que figuran en la norma ISO 39001:2012 y reglamento del MTC; por lo que, el desarrollo de este, brindó alternativas de solución y mejora a la gestión vial y problemas que involucra el incumplimiento de la normativa de tránsito; además que se orientó a la reducción de los altos índices de mortalidad y las lesiones ocasionadas por estas, llegando a ser replicadas a nivel nacional, regional y local.

#### **1.4.2. Teórica**

En el estudio se consideraron los conceptos incluidos en el Manual de Seguridad Vial normado por el MTC, el Reglamento Nacional de Tránsito y Reglamento Nacional de Vehículos. Asimismo, los indicadores fueron tomados de la Norma ISO 39001:2012. Siendo que, la investigación, servirá como antecedente para



futuras investigaciones o proyectos en los que se consideren mejorar la gestión de la seguridad vial en el país.

### **1.4.3. Metodológica**

La investigación, guiada bajo un diseño no experimental transversal, como instrumento de recolección de datos se utilizó una ficha de observación. Esta ficha incluyó los indicadores relacionados con la seguridad vial y los indicadores de tránsito; asimismo, una vez validada por los expertos quedó a disposición para que futuras investigaciones puedan adaptarlas y utilizarlas.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la manera en que el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Determinar el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo.
2. Estimar el volumen de tránsito vehicular en las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo.
3. Explicar la influencia del Sistema de Tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.
4. Identificar que garantiza el optimizar el tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Márquez (8) en su tesis “*Determinación de la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - túnel punta olímpica km 0+000 al km 49+000, para reducir los índices de accidentes viales, en la región Áncash – 2018*”, realizada para obtener el Título Profesional de ingeniero Civil, en la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad, en Huaraz – Ancash.

La tesis se desarrolla con el fin de identificar los principales puntos de la seguridad vial en la carretera para establecer posibles medidas orientadas a disminuir los índices de accidentes viales. La investigación fue de tipo aplicada y descriptiva al caracterizar el hecho de estudio, tomando como muestra a los tramos Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. Para la recolección de datos se empleó la observación del comportamiento de los indicadores de seguridad vial, apoyado de las normativas y manuales decretados por el MTC, así como la ficha de observación y de registro de información, validando los datos conforme a los accidentes viales publicados por la Policía Nacional del Perú. Entre los resultados: i) en 2017, se produjeron 31 accidentes de tránsito sobre el tramo observado, dando una cifra de 25 fallecidos y 43 heridos, ii) no se encontró evidencia sobre un registro de accidentabilidad, iii) se detectaron grandes tramos de distancia entre las pendientes de la carretera y señalizaciones reguladoras del tránsito, iv) se identificó presencia de obstrucciones sobre la carretera, afectando el alumbrado público y soportes de señalización, deduciendo que el mantenimiento realizado no es el adecuado o es nulo. Como medida de mejora y solución se planteó la implementación de señalizaciones verticales, sobre todo, advirtiendo la presencia de los principales impedimentos u obstáculos en el camino; además de, la mejora en aspectos de mantenimiento de los tramos y colocación de barreras de seguridad que regulen el tránsito. Por lo tanto, el autor concluyó que la seguridad vial de la carretera no es la más adecuada y requiere una mejor implementación de indicadores de control que permitan reducir la cantidad de accidentes de tránsito y mejorar la seguridad de las vías y, por ende, la confianza entre los usuarios.

Guevara y Norabuena (9) en la investigación “Análisis y propuesta de mejora de la seguridad vial en la carretera Panamericana Norte, tramo variante de Pasamayo del km 55 al km 70 aplicando la metodología del manual de seguridad vial”, con el propósito de obtener el grado de Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.

Los autores llevaron a cabo la investigación con el fin de estudiar y evaluar la seguridad vial de las carreteras empleando la metodología mencionada en el manual planteado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La investigación fue de enfoque cuantitativo y de nivel descriptivo correlacional con diseño no experimental pasando a ser experimental en la segunda etapa del análisis. La muestra del estudio la conformaron los 15 km comprendidos por la carretera analizada; además, para la recolección de datos se utilizó el análisis documental y la información obtenida sobre accidentalidad, volumen de tránsito y otros dispositivos de medición como instrumento. Entre los resultados: i) el 42% de accidentes fueron provocado por los despistes y volcaduras producidas en la carretera, siendo que, gran parte de estos, son producidos en los tramos de estudio de despiste, con mayor participación de automóviles, ii) se registró un incremento del volumen de tránsito, donde las variantes de garita fueron las que más resaltaron, iii) se evidenció que los meses de enero, julio y diciembre, se registró el mayor tránsito de vehículos, iv) los controles de los dispositivos mejoraron la seguridad y permitieron reaccionar de manera acertada a las condiciones geométricas y otros elementos, v) se predijo una reducción en el porcentaje de accidentes de tránsito. Los autores concluyeron que entre los elementos de la inseguridad vial se consideraron a la escasa cantidad de barreras de seguridad, el poco mantenimiento de dispositivos, la nula implementación de bandas sonoras y transversales; se encontró que luego de la implementación de la metodología se redujo el 51% de accidentes, apuntando al incremento de un 54%.

Llanos e Ynga (10) en su tesis “*Diseño geométrico para la mejora de la seguridad vial de tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el Distrito de El Agustino, Lima – Perú*”, realizada para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.

La investigación se desarrolló con el objetivo de plantear nuevas modificaciones de diseño geométrico para garantizar la optimización de la seguridad vial. El diseño fue de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo correlacional; de manera que trabajó con las calles de la Av. César Vallejo y 1ero de mayo; así también, para la recolección de datos, utilizó la observación como técnica con una ficha observación. Entre los resultados: i) la vía contaba con un único acceso al distrito, reportando 75 accidentes de tránsito por invasión del carril, que involucraron vehículos privados, afectando a 130 personas, ii) se detectó una inadecuada programación de los tiempos asignados a la semaforización y un elevado índice de aforo vehicular, siendo los buses y vehículos particulares los que más abundaron, iii) se evaluó el diseño geométrico empleado; por lo que clasificaron a la muestra como una vía colectora que cuenta con una medida de 3.30 m. manifestando la falta de señalización en el entorno. De manera que el autor concluyó que, a pesar del bajo índice de accidentalidad, es necesaria la aplicación de factores de expansión en la zona; así como también la modificación del diseño geométrico.

Alcázar y Cornejo (11) en su tesis “Análisis y propuesta de mejora de la seguridad vial en la avenida de evitamiento de la ciudad del cusco aplicando una inspección de seguridad vial de la metodología del Manual de Seguridad Vial MSV-2017”, desarrollada para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Andina del Cusco. Cusco, Perú.

El estudio se realizó con el propósito de estudiar y proponer alternativas de mejora sobre la seguridad vial aplicando la inspección y metodología del manual de presupuesto por el MTC. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, tipo descriptivo y diseño no experimental; asimismo, tomó muestra a los kilómetros de la avenida que integran los distritos de San Jerónimo, Saylla y San Sebastián. Para la recolección de datos se empleó la lista de chequeo de inspección, fichas de aforo vehicular, aforo peatonal y los instrumentos de ingeniería. Como resultado: i) la composición vehicular de los sistemas viales, donde predominaron los autos con un 78% y el horario donde mayor afluencia de fue 7:00 – 8:00 a.m, ii) el 41% de señales verticales y un 59% de señales horizontales se encuentran en estado deficiente, iii) para la mejora la seguridad vial es necesario precisar la ISV aplicada a la avenida de Evitamiento de la ciudad del Cusco, permitiendo identificar las posibles causas de

accidentes de tránsito, iv) entre las deficiencias se observaron: la escasa visibilidad que tiene 33% de deficiencia en la calzada izquierda y un 38% de deficiencia en la calzada derecha, en una inspección de seguridad vial estos porcentajes son considerados muy altos lo que genera una alta probabilidad de ocurrencia de accidentes, v) la aplicación de indicadores de la seguridad vial y su operación lograron identificar oportunamente las carencias de las carreteras para la reducción de las probabilidades de que ocurra un accidente. Por lo tanto, los autores concluyeron que existe la necesidad de establecer propuestas de mejora que permitan cubrir las principales deficiencias encontradas.

Estrada y Soto (12) en su investigación *“Análisis de la seguridad vial en la av. Atahualpa, que une los distritos de Cajamarca y Baños del Inca, aplicando la metodología de inspección de seguridad vial y el método predictivo del Manual HSM 2010, para la reducción de accidentes de tránsito”* realizada para lograr el Título Profesional de Ingeniero civil en la Universidad Peruana del Norte, Cajamarca, Perú.

Los autores analizaron la gestión de la seguridad vial, la metodología expuesta en Manual HSM, con el propósito de disminuir la cantidad de accidentes de tránsito. La investigación utilizó la metodología HSM-2010, la cual se enfocó en reducir los accidentes de tránsito; aplicar el análisis de los datos y características geométricas de las vías de tránsito, señalización e implementación de dispositivos de control. Como resultado: i) se determinó que, las frecuencias promedio, diarias de accidentes, en la vía analizada, ascendieron a 17, cada año, ii) al implementar las metodologías señaladas en el manual, estas se redujeron en un 78%. Por lo tanto, el autor concluyó que los porcentajes de influencia de los indicadores, de los dispositivos de control de tránsito y su accesibilidad, variaron entre 18 a 20%, siendo óptimo para la comprobación de la hipótesis planteada.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Montoya et al. (13) en el artículo *“Análisis de seguridad vial en carreteras de alto riesgo: caso de estudio en Baja California, México”* 6 (45) pp. 1 – 18, publicado por la revista Safety. Baja California, México.

Los autores realizaron la investigación con el propósito de implementar nuevos procedimientos que evalúen e identifiquen los riesgos, los cuales tienen como tarea la promoción de la siniestralidad de usuarios de la vía, con la visión que tienen de mejorar la seguridad mediante la implementación y empleo de estrategias técnicas operativas. La investigación integró cada uno de los datos representativos de los accidentes de tránsito, la superficie pavimentada, el rendimiento de las vías en función a su diseño geométrico, los grados de curvatura, pendientes y evaluación del dispositivo de seguridad vial en base a las técnicas geodésicas. Se determinó que la carretera cuenta con una tasa de accidentes elevada, siendo considerada de alto riesgo; asimismo, se detectó que el tipo de accidentes que más se produjo fueron las volcaduras y descensos, y su mayor concentración fue en zonas montañosas. Entre las condiciones del pavimento se detectó un deterioramiento avanzado; no obstante, los tramos ascendentes presentaron óptimas condiciones en un 70%. Por otro lado, se determinó que las áreas analizadas no cumplieron con la normativa relacionada con la señalización; de igual manera, no se pudo implementar un Plan Integrado de Reducción de Riesgos. Por lo que los autores concluyeron que, los procedimientos contribuyeron a la determinación de las áreas de riesgo y generación de un plan de reducción de riesgos, óptimo, para apoyar el futuro en la toma de decisiones que garantice un mejor desempeño a los usuarios de la vía.

Chica et al. (14) en su artículo *“Indicadores de movilidad sostenible, análisis y sus perspectivas para el desarrollo en el caso del Cantón Santa Rosa”* 4(1), pp. 22-43, publicada por la Revista Conciencia Digital. México.

Los autores desarrollaron el estudio con el fin de formular una serie de indicadores base que permitan la medición de las vías de movilización bajo un enfoque de sostenibilidad; de manera que mejoren los servicios de transporte, la accesibilidad de estos, la seguridad vial y protejan al medio ambiente. El estudio analítico descriptivo, aplicó un cuestionario a un total de 428 hogares, consultándoles sobre la seguridad que sienten los integrantes al momento de transportarse de un lugar a otro, según la necesidad que se les presente. Los resultados evidenciaron: i) en un día, aproximadamente se realizaron 76327 viajes, siendo el promedio de la distancia recorrida de 2.6 Km en movilidad propia u auto particular; ii) se detectó un incremento en la tasa de motorización, a comparación del 2019 – 2020, ii) se resaltó

gran relevancia en la implementación de políticas públicas que mejoren los niveles de afluencia de otros tipos de transporte como los buses, bicicletas, motocicletas, entre otros, iii) se identificó la necesidad de hacer un mejor uso de espacios públicos y vías de tránsito, reduciendo los índices de accidentalidad y brindando facilidades para la optimización de los sistemas de transporte público y su accesibilidad a todos los sectores de la localidad. En tal sentido, los autores concluyeron que los indicadores de movilidad resultaron ser de gran importancia para la evaluación y verificación de los avances o retrocesos sobre los aspectos de medición de los sistemas de transporte.

Lozano et al. (15) en su artículo titulado “Perspectiva de la seguridad vial en países en desarrollo – Colombia”, 39(42), pp. 11-22, publicado en la Revista Espacios.

Como objetivo, se analizó la perspectiva de la seguridad vial con la finalidad de velar por el cumplimiento de esta por parte de la población colombiana. Para ello, se desarrolló una investigación dividida en dos fases: recopilación de información y el análisis (y síntesis) del objeto de revisión. Como resultados; i) el contexto de la seguridad vial se definió bajo la Norma ISO 39001, presentando una serie de factores condicionantes en los accidentes de tránsito, debido a la creciente cifra de estos, ii) se halló que cada vez son más los países preocupados por las medidas que mejoren la actual situación de la seguridad vial, lanzando planes para prevenir los accidentes. Se concluyó que la seguridad vial afectó el desarrollo económico del país, así como el social y cultural, debido al incremento de los accidentes de tránsito.

## **2.2. Bases Teóricas o Científicas**

### **2.2.1. Indicadores de tránsito**

Definidos como todo tipo de dato que proporcione información precisa y sin ambigüedad; también, son considerados como herramientas cualitativas o cuantitativas que muestran señales sobre una situación cotidiana y la relaciona con los resultados (16). La definición de los indicadores incluye cuatro elementos: instrumentos de medición, elección de la variable relevante, la realidad compleja y los intervalos referidas a un momento y periodo determinado. Asimismo, los indicadores cumplen

dos funciones principales: i) brindar información referida al estado real de lo que se pretende explicar y, ii) adición de la información a los juicios objetivos del valor (17).

En resumen, son los datos que proporcionan información precisa de las variables de tránsito, las cuales, mediante la incorporación de un software especializado, facilitan el diseño y la implementación de medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo (7).

#### A. Dimensiones

##### a. Serviciabilidad de las vías de tránsito

Según Maqbool et al., esta descrito como un sistema donde la capacidad de servicio del pavimento es evaluado, de manera subjetiva, por un panel compuesto por hombres seleccionados para representar a un grupo importante de usuarios de carreteras mediante un análisis de regresión múltiple. Según el AASTHO, se define como una condición que tiene el pavimento luego de concluir su construcción, resultando necesaria la consideración de los métodos de construcción según la calidad del pavimento la requiera (18). Los valores de referencia son los reflejados en la Tabla 1.



**Tabla 1***Índices de serviciabilidad de referencia*

<b>Condición del pavimento</b>	<b>Índice de serviciabilidad (p)</b>
Asfáltico nuevo	4.2
Hormigón nuevo	2.5
Restauración exigente	2.5
Adoptado	2

Nota. Tomada de “Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados”, Pradena, 2006, p. 18.

Asimismo, la ecuación formulada para el cálculo de su valor es el siguiente:

$$p = 5.03 - 1.91 \log (1 + Sv) - 0.01 (Cf + P)^{0.5} - 1.38 RD^2$$

Donde:

Sv: variación de las cotas de la rasante, conocida como la rugosidad longitudinal.

Cf: suma de las áreas fisuradas.

P: área bacheada en pies<sup>2</sup>.

RD: profundidad media de ahuellamiento.

- Análisis del nivel de servicio de intersecciones con semáforo, tomando en cuenta la media de la demora por vehículo ocasionado por las detenciones de tránsito. Este método se compone con 6 niveles de servicio considerados en las intersecciones con semáforo: A, B, C, D, E y F, según los criterios considerados en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

*Nivel de serviciabilidad y demora por parada por vehículo*

<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Demora por parada por vehículo (seg.)</b>
<b>A</b>	$\leq 5.0$
<b>B</b>	$> 5.0$ y $\leq 15.0$
<b>C</b>	$> 15.0$ y $\leq 25.0$
<b>D</b>	$> 25.0$ y $\leq 40.0$
<b>E</b>	$> 40.0$ y $\leq 60.0$
<b>F</b>	$> 60$

*Nota 1: El nivel de servicio "C" es un objetivo de diseño deseable.*

*Nota 2: Es posible tener demoras en el Nivel de Servicio "F" (inaceptable) mientras que la relación v/c sea menor a 1 ( $v/c < 1$ ), posiblemente tan bajo como 0.75 o 0.85, por lo tanto, los retrasos altos pueden ocurrir relaciones de v/c que tengas las condiciones de: (a) la longitud de ciclo es larga (b) el grupo de carriles tiene un tiempo rojo largo y (c) la progresión de tráfico pobre.*

*Nota 3: Un grupo saturado de carriles (relación v/c cercano a 1.0) genera demoras bajas si: (a) la longitud de ciclo es corto o (b) la progresión de tráfico es favorable para el grupo de carriles en cuestión o ambas.*

*Nota 4: Cuando la precisión de la demora es requerida para relaciones v/c mayores que 1.0, se realiza estudios más detallados de volúmenes de tráfico, índices de flujo de saturación y otras características operacionales que deben ser realizadas.*

- Metodología del análisis operacional de intersecciones con semáforo, ceñida en la determinación de la capacidad y el nivel de servicio para cada carriles o acceso, contando con cinco módulos: de entrada, de ajuste del volumen, de flujo de saturación, de análisis de capacidad y del Nivel de Servicio

b. Volúmenes de tránsito

Se define al tránsito vehicular como el fenómeno originado por el flujo constante de automóviles u otros vehículos en una calle, vía o autopista determinada. Al ser uno de los aspectos importantes del Sistema de Tránsito, resulta esencial el conocimiento de este fenómeno y el rol que asume. Así pues, en cuanto al análisis de los elementos son considerados como las características observables del comportamiento del tránsito y como requisitos indispensables para la operación y planteamiento de nuevas carreteras. Entonces se describe al análisis del flujo vehicular como la forma en que los vehículos, sin importar su viabilidad, permite determinar el volumen total del tránsito vehicular (19). Este expresa el volumen de tránsito y mide la cantidad total de vehículos que pasan por una sección, carril, punto o calzada establecida, en un periodo determinado (20); tomando en cuenta la fórmula:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q: cantidad de vehículos en una unidad de tiempo (expresada como el vehículo sobre el periodo).

N: número total de vehículo.

T: periodo de tiempo.

El volumen de tránsito se clasifica en:

- Volumen de tránsito absoluto: se define como la cantidad total de vehículos que pasan en un periodo de tiempo determinado, según los siguientes indicadores:
  - Tránsito anual (TA): donde t equivale a los 365 días del año (20).
  - Tránsito mensual (TM): donde t equivale a 30 días (20).
  - Tránsito semanal (TS): donde el valor de t es equivalente a los 7 días de la semana (20).
  - Tránsito promedio diario (TPD): considera el número de vehículos transcurridos en las 24 horas del día (20).
  - Tránsito horario (TH): En esta el número de vehículos es calculado en relación a 60 minutos (20).
  - Tránsito flujo (q): calculado sobre lapsos inferiores a los 60 minutos (20).
- Volumen promedio diario: es el total de vehículos que transcurren en un periodo determinado menor o igual al año, pero mayor a un día (24 hrs) asimismo, el volumen de tránsito horario es seleccionado en base a la hora establecida (20).
  - Volumen horario máximo anual (VHMA): es el índice equivalente al máximo volumen de un punto durante los 365 días del año (20).

- Volumen horario máximo demanda (VHMD): considera el máximo volumen de vehículos que trascurren sobre un punto en función a los 60 minutos que equivalen a la hora (20).
  - Volumen horario de proyecto (VHP): indicador que tiene como función determinar las características geométricas de las vías (20).
- Características de los volúmenes de tránsito, tomando en cuenta las diversas variaciones de volúmenes de tránsito en relación a su distribución por carriles, direccionalidad y su composición.
- Distribución y composición del volumen de tránsito:
  - En vías urbanas con 3 o más carriles de operación en un sentido.
  - En carreteras, el carril que se encuentra más cerca de la faja separadora central utilizado por los vehículos.
  - En autopistas, se encuentra mayor cantidad de volumen en el carril cercano a la faja separadora central.
- Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda, considerando que existen periodos en las horas en las que las tasas de flujo son mayores a la hora misma. Por lo que, para realizar el cálculo y análisis se aplica la siguiente fórmula matemática:

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

Donde:

FHMD = Factor Horario de Máxima Demanda

VHMD = Volumen Horario de Máxima Demanda

N = Número de periodos durante la hora de máxima demanda

qmax = Flujo máximo

- Variación horaria del volumen de tránsito, tomando en cuenta que el tipo de ruta y la actividad que prevalezca

- Variación diaria del volumen de tránsito, dependiendo de los días, por ejemplo, de lunes a viernes se registran valores intermedios en comparación a los fines de semana pues se añade la demanda de usuarios de tipo turístico y recreacional.
- Variación mensual del volumen de tránsito, pues los meses que cuentan con más volúmenes de tráfico elevado son los meses escolares, meses de vacación de fin de año, mes de alguna festividad regional, etc.

c. Sistema de Tránsito

Conjunto de elementos involucrados en la movilización, sobre las vías de tránsito, que persiguen los siguientes objetivos:

- Satisfacer la necesidad de accesibilidad de los individuos, y sociedad en general (21).
- Asequibilidad y operación eficiente (21).
- Consumo responsable de los recursos (21).
- Brindar alternativas que reduzcan los altos índices de contaminación ambiental (21)

Por otro lado, los principales actores de los sistemas de tránsito son:

- Vehículo: medio utilizado para trasladar bienes o personas sobre un espacio físico determinado. Estos medios facilitan la movilidad de los actores de la sociedad y los dotan de accesibilidad a determinados territorios (20). El Reglamento Nacional de Vehículos, en su artículo 12 menciona que, como requisito general de los vehículos, estos deben contar con las condiciones de la fábrica de origen y contar con los determinados dispositivos (22), clasificándose en:
  - Vehículos de motor que cuenten con, al menos, cuatro ruedas, diseñadas para transportar pasajeros. Tienen la categoría M, los cuales val desde el  $M_1 - M_4$  (22).

- Vehículos de motor que cuenten con, al menos, cuatro ruedas, diseñadas para el transporte de mercancías. Son designados a la categoría N y van desde  $N_1 - N_3$  (22).
- Remolques, seleccionados en la categoría O y varían desde  $O_1 - O_4$  (22).
- Conductor: persona encargada de la conducción del vehículo, que cumple una función importante: la del traslado de las personas o bienes. El conductor es quien procesa la información, en función a sus condiciones físicas y mentales (23).
- Vía pública: definida como una carretera, camino o vía rural y urbano que permite la circulación de vehículos públicos y de peatones (23).

#### d. Optimización del tránsito

Relacionada con la eficiencia de los sistemas de tránsito, cuya única finalidad es la reducción de los accidentes de tránsito. Así pues, se consideran ciertos puntos como:

- Control de tráfico: el cual funciona sobre dos niveles funcionales en la información y captura (23).
- La detección y gestión de incidentes: basada en la clasificación de los datos recolectados, los cuales son procesados por un sistema de logaritmos (23).

Por otra parte, en el manual de seguridad vial indica un método de optimización, mayormente utilizado en la identificación de proyectos orientados a maximizar el presupuesto asignado (23). Este método depende de los siguientes factores:

- Consideración de las restricciones presupuestarias.
- El tipo de software disponible para su ejecución.

Asimismo, considera los siguientes métodos especializados:

- Optimización empleando la programación lineal.
- Optimización por la programación integral.
- Optimización por la programación dinámica.

### 2.2.2. Seguridad vial

Se identifica a la seguridad vial como un componente esencial que debe integrarse en las carreteras y su sistema de gestión, con el fin de proporcionar un entorno seguro a los usuarios de las carreteras. No obstante, según Lozano et al. el concepto hace referencia al comportamiento de los usuarios (peatones, pasajeros o conductores) para propiciar su seguridad integral y la de los ciudadanos; de manera que, esta disciplina propone una serie de programas, reglas, normativas y leyes que permitan la regulación del orden vial. Así pues, engloba a uno de los grandes retos de la ciudadanía y su desarrollo, sobre todo en las áreas donde la incursión de vehículos tiene una mayor ventaja, incluso sobre los peatones. En tal sentido, Pico et al. indican que se convierte en un sistema integrado, que considera el algo como un todo, considerando un conjunto de actividades realizados por los actores involucrados en el ambiente físico.

Según la Norma ISO 39001, la seguridad vial se encarga de determinar los factores y condicionantes de accidentes de tráfico y otros tipos de incidentes que generen gran impacto en los usuarios de la vía. Por lo tanto, la seguridad vial, como disciplina, aplica las acciones y mecanismos dentro del buen funcionamiento de las vías públicas, involucrando al factor humano, infraestructura y medios de transporte. Según los investigadores, la seguridad vial se clasifica en los siguientes niveles: (i) seguridad vial sustantiva, que toma en cuenta la relación del diseño de la vía y la cantidad de accidentes, así como determina el nivel de seguridad previsto a largo, mediano o corto plazo de una vía, (ii) seguridad vial nominal, referido a la adhesión entre las guías, recomendaciones y normativas, revisando y evaluando las características de los valores indicados en las normas (19).

Asimismo, la seguridad vial toma en cuenta dos conceptos:

- Accidentabilidad. Responden a una serie de patrones que componen una población en relación al tiempo, circunstancia y lugar de relevancia (24). Según

la ley considera los eventos o sucesos involuntarios que, causados por un vehículo en movimiento, generando daño sobre sus ocupantes (25).

- Riesgo. Factor permanente dentro de la existencia del hombre, considerándose como una permanente preocupación en la sociedad actual.

#### A. *Gestión de la seguridad vial*

Según Pico et al., es definida como el efecto que se tiene de asumir y ejercer las funciones señaladas en un determinado grupo de acciones para disminuir los niveles de daños ocasionados en las vías de tránsito. En tal sentido, se establece la norma ISO 39001, norma que especifica los requisitos necesarios para la buena administración de los sistemas administrativos de seguridad vial. Dentro del Estándar Internacional, estos requisitos incluyen el desarrollo e implementación de políticas suscritas a la legislación para el acercamiento de los criterios relacionados con el tema principal y el control de los mismos. No obstante, en Perú, el Manual de Seguridad Vial proporcionado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (23) plantea las siguientes medidas: límite y control de velocidad, márgenes de la carretera, cruce de peatones, estacionamiento sobre las calzadas, cambio en las condiciones y áreas de detención y paradas de buses,

#### B. *Dimensiones*

##### a. Indicadores de exposición al riesgo

Considerados como aquellos indicadores que, para su cálculo toman en cuenta la exposición al riesgo, los tipos de usuario y otros factores como el historial de los conductores; asimismo, varían en función al tipo de vehículo o transporte empleado, siendo recomendable priorizar la información tangible sobre los indicadores de desempeño (26). Según, el ISO 39001 registra los siguientes indicadores:

- i. Distancia recorrida. Basada en el cálculo de la longitud de camino recorrida por un cuerpo que se encuentra en movimiento, esta se mide por el número total de viajes realizados con el vehículo; permitiendo la generación de estadísticas para el planteamiento de nuevas alternativas de



solución a los accidentes producidos en las carreteras (27). El MTC (23), para su cálculo, considera la siguiente ecuación.

$$s = \left( \frac{V_o^2 - V_f^2}{2a} \right) \sin \alpha = \left( \frac{V_o^2 - V_f^2}{2\mu g} \right) \sin \alpha$$

Donde:

s: distancia lateral recorrida respecto al borde de la cascada.

$V_o$  = velocidad de salida de calzada (m/s).

$V_f$  = velocidad final del vehículo.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

g = gravedad acelerada.

$\alpha$  = ángulo de salida del vehículo.

- ii. Nivel de exposición al riesgo (NER). Medido en función a un periodo de tiempo “t”, tránsito y el índice medio diario anual (IMDA) realizado en una parte de la vía en específico, este es calculado por cada 100 millones de Kg, recorridos sobre el tramo, porque este depende de la cantidad total de los kilómetros que tienen recorridos (23). De manera que, emplea la siguiente fórmula:

$$N.E.R. = \frac{IMDA * t * l}{10^8} (vh * km)$$

Donde:

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

t: periodo de tiempo, expresado en días.

l: longitud recorrida, en kilómetros.

#### b. Indicadores de resultado de seguridad vial

Considerados sobre la práctica en la determinación del alcance de las heridas generadas por los accidentes de tránsito, así como el alcance del mismo sobre la salud y los factores de la seguridad vial. Muchas instituciones priorizan el cálculo y determinación de estos indicadores tratando de encontrar soluciones

óptimas que minimicen las pérdidas y los altos costos que demanda (26). Los principales indicadores de resultados de seguridad vial son:

- i. Índice de peligrosidad (IP). Explica los niveles de peligro al momento que el sujeto se expone al riesgo de sufrir algún tipo de accidente (28). El MTC (23) lo define como el cociente, resultado de la división del número de accidentes, incluida las víctimas, y la distancia recorrida del vehículo, expresado por cada 100 millones de kilómetros. Su cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$I.P = \frac{ACV \times 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde:

ACV: n° de accidentes con víctimas.

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

t: periodo de tiempo, expresado en días.

l: longitud recorrida, en kilómetros.

Asimismo, considera al índice de peligrosidad grave (IPG), calculado sobre el total de accidentes que dejaron víctimas graves, los kilómetros recorridos; además, este indicador considera también el número de días, recomendando expresar los casos producidos por año (23).

$$I.P = \frac{ACV \times 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde:

ACV: N° de accidentes con víctimas, expresados por cada 100 millones de km.

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

l: longitud recorrida por tramo en kilómetros.

- ii. Índice de mortalidad (IM). Relacionado con el análisis demográfico y comportamiento de las variables edad y sexo. En caso de la seguridad vial,

se calcula dividiendo el número de víctimas mortales que dejó un accidente de tránsito entre la distancia recorrida por el vehículo. Incluye los datos del tráfico según el aforo y se expresa por cada 100 millones de km recorridos (23), apoyado de la siguiente fórmula.

$$I. M. = \frac{Fallecidos \times 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde:

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

l: longitud recorrida por tramo en kilómetros.

t: periodo de tiempo en relación con la exposición al riesgo.

iii. Índice de accidentalidad (IA). Constituido por un marco de evaluación del punto de protección a los actores del sistema y los riesgos que presenta el entorno. Según el MTC (23), establece la relación entre la cantidad total de accidentes reportados y la manera en que enfrentan a los riesgos. Se calcula en base a los tramos de la distancia recorrida, empleando la fórmula:

$$I. A. = \frac{ACC \times 10^8}{IMDA * t * l}$$

Donde:

ACC: Control de velocidad de

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

l: longitud recorrida por tramo en kilómetros.

t: periodo de tiempo.

Por otro lado, es necesario el cálculo de los índices de accidentalidad mortal (IAM), este considera el tráfico definido y nivel de exposición de quienes podrían resultar más afectados (23). Se aplica la siguiente fórmula:

$$I. A. = \frac{ACVM \times 10^8}{TPDA * t * l}$$

Donde:

ACVM: Circulación de vehículos a motor.

IMDA: índice medio anual, expresado en vehículos/día.

l: longitud recorrida por tramo en kilómetros.

t: periodo de tiempo.

iv. Análisis de riesgo. Metodología aplicada, y basada, en la cantidad de accidentes producidos y las variaciones que la misma demande (23). Este análisis se resume en el inventario de la carretera, que facilitan el conteo de los elementos encontrados en la misma, como señalizaciones, rompemuelleres, entre otro; de manera que, se clasifiquen en:

- Accidentalidad por concentración, el cual se basa en la carretera sobre la cual, la ocurrencia de accidentes de tránsito (23).
- Accidentes potencialmente evitables, basado en la relación del riesgo y en las características geométricas de la vía; en ese sentido, se presenta un grado de accidentalidad que supere el promedio establecido en las normativas (23).

La **Figura 3**, refleja la metodología planteada el MTC.

**Figura 3**

*Metodología del análisis de riesgo*



*Nota.* Tomada “Manual de la Seguridad Vial” MTC, 2017, p. 139

#### c. Indicadores intermedios

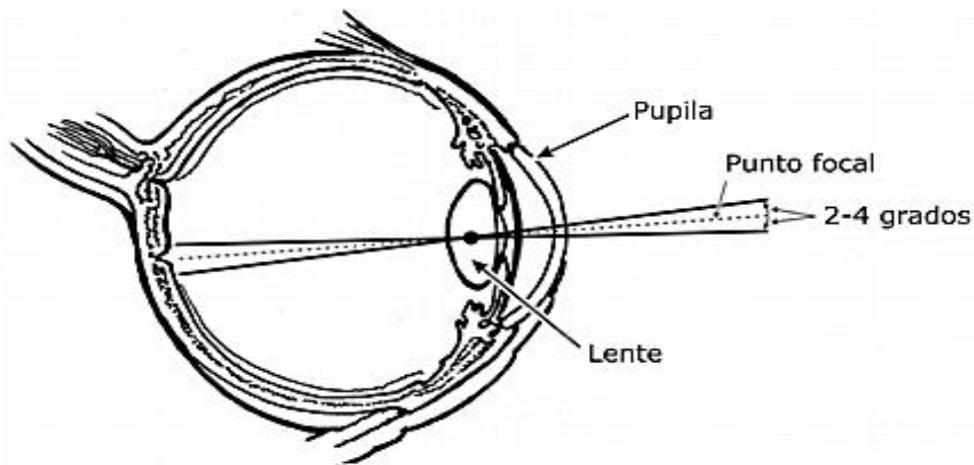
Mediciones que mejoran el desempeño final y reducen los límites de velocidad permitidos sobre la optimización de los sistemas de seguridad,

mediante la aplicación de las mejoras propuestas por el organismo encargado de su supervisión y evaluación (26). Los principales indicadores son:

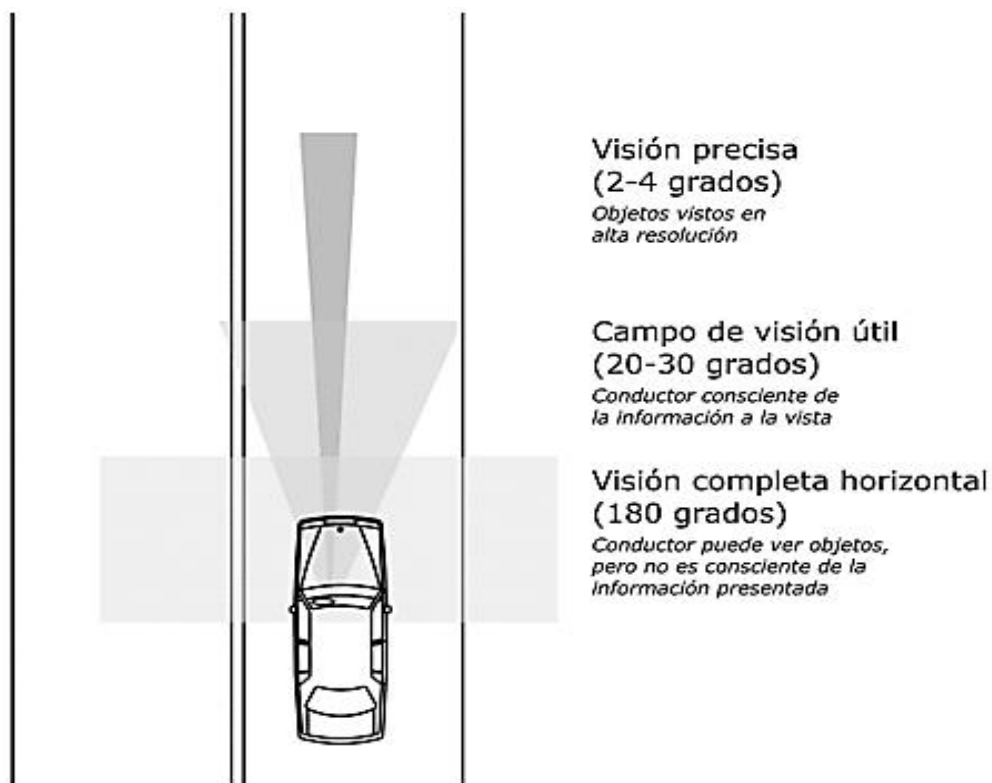
- i. Diseño geométrico. Modelo que garantiza la circulación ininterrumpida de los vehículos, cuyo fin es la conservación de los óptimos niveles de operación de las velocidades y las condiciones de las vías de tránsito (29). Este considera los siguientes elementos:
  - Alineamiento vertical, considerando las pendientes de curvas verticales y la distancia de visibilidad, muchas veces, asociadas a la frecuencia de accidentes (23).
  - Alineamiento horizontal, que afecta la seguridad de las curvas sobre el ancho de acotamiento, circulación y longitud de las curvas (23).
  - Sección transversal, donde los parámetros de las carreteras representan altos niveles de accidentalidad y se relacionan con el acondicionamiento de bermas sobre las superficies (23).

El diseño geométrico en planta y el alineamiento que se tiene, está constituido por los alineamientos que son rectos, las curvas circulares y el grado de curvatura que permiten la transición de los alineamientos, englobando la posibilidad de trazabilidad de las calzadas a diferente nivel y ejes (29), considerando: (i) centro del separador principal, (ii) variación del ancho simétrico de las vías, y (iii) borde interior de las vías en caso de duplicación.

- ii. Velocidad segura y condición del conductor. Considera la elección de la velocidad como uno de los aspectos claves dentro de la seguridad vial (23). También toma en cuenta la visión periférica y los factores perceptivos de cognición que se tienen sobre esta. Por otro lado, los conductores han demostrado que la interpretación de su entorno es considerada como un todo sobre el fomento de la velocidad; por lo que, su interpretación de “velocidad segura” responde a su campo visual (23). Esto se explica con lo señalado en la **Figura 4** y **Figura 5**.

**Figura 4***Área de visión exacta en el ojo humano*

*Nota.* Tomada “Manual de la Seguridad Vial” MTC, 2017, p. 51.

**Figura 5***Visibilidad relativa del destino del objeto*

*Nota.* Tomada “Manual de la Seguridad Vial” MTC, 2017, p. 52.

- iii. Formación en respuestas de emergencia. Considerado como uno de los cinco pilares dentro de la seguridad vial. Esta mejora involucra a la optimización de las capacidades dentro de los actores de salud, los cuales

bridan protección civil a víctimas de accidentes de tránsito (23). Dentro de las respuestas de emergencia, se involucran a las siguientes actividades:

- Creación de sistemas de atención prehospitalaria en el lugar donde acontece el suceso, incluyendo la extracción de la víctima dentro del siniestro e identificación de los vehículos (23).
- Creación de sistemas que brinden una atención traumatológica hospitalaria, en el que se evalúe la calidad de atención al paciente (23).
- Investigación exhaustiva de los accidentes, causas y actores involucrados (23).
- Fomento de estímulos para la contratación de personas capaces que aliente el mejoramiento de la respuesta al accidente y realicen el correcto seguimiento al tratamiento asignado (23).

### 2.3. Marco conceptual

- **Indicadores de exposición al riesgo:** considera los límites de exposición a los riesgos dentro de los sistemas viales y la información adquirida sobre ellos (26).
- **Indicadores de resultado de la seguridad vial:** referentes a la práctica tomada en cuenta para la determinación del alcance de las heridas generadas por los accidentes de tránsito (26).
- **Indicadores de tránsito:** datos que proporcionan información precisa sobre las características que tiene la variable tránsito, las que, al ser analizadas mediante un software, ayudan a diseñar e implementar las medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo (7).
- **Indicadores intermedios:** aquellos que siguen los resultados finales de la seguridad vial y los relacionan con lo de los indicadores anteriormente mencionados (26).
- **Seguridad vial:** Se entiende como el resultado de los esfuerzos deliberados y sistemáticos por parte de los sectores sociales (tanto como agencias

gubernamentales y no gubernamentales), producto de la cada vez mayor y alarmante tasa de accidentes de tráfico.

- **Optimización de tránsito:** relacionada con la eficiencia de los sistemas de tránsito, cuya única finalidad es la reducción de los accidentes de tránsito.
- **Serviciabilidad:** condición del pavimento una vez concluida su construcción, que se relaciona con las evaluaciones sobre las características físicas, cuantificadas de manera objetiva (18).
- **Sistema de tránsito:** conjunto de elementos involucrados en la movilización, sobre las vías de tránsito (21).
- **Volumen de tránsito:** cantidad total de vehículos que pasan por un punto, un carril, una sección o calzada establecida, en un tiempo determinado (20);



## **CAPÍTULO III HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis general**

El diseño y cálculo de los indicadores de tránsito mejoran la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

### **3.2. Hipótesis específicas**

1. El nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo en promedio es de nivel E.
2. El volumen de tránsito vehicular de la ciudad de Huancayo es de 700-800 VHMD en promedio.
3. El sistema de tránsito influye de forma significativa en la seguridad vial de la ciudad de Huancayo.
4. La optimización del tránsito garantiza los altos niveles de seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

### **3.3. Variables**

#### **3.3.1. Definición conceptual de la variable**

- Variable dependiente: resultado de los esfuerzos deliberados y sistemáticos por parte de los sectores sociales (tanto como agencias gubernamentales y no gubernamentales), producto de la cada vez mayor y alarmante tasa de accidentes de tráfico. Actualmente, se identifica a la seguridad vial como un componente esencial que debe integrarse en las carreteras y su sistema de gestión, con el fin de proporcionar un entorno seguro a los usuarios de las carreteras (30).
- Variable independiente: datos que proporcionan información precisa sobre las características del tránsito, las cuales, al ser incorporadas a un software especializado, facilitan el diseño e implementación de las medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo (7).

### **3.3.2. Definición operacional de la variable**

- Indicadores de tránsito: datos que proporcionan información precisa sobre la caracterización del sistema nacional de tránsito. Estos indicadores se dividen en exposición al riesgo, intermedios y el resultado de la seguridad vial.
- Seguridad vial: es el conjunto de esfuerzos sistemáticos que componen parte esencial de la integración del sistema de tránsito nacional; de manera que se emplean factores como la serviciabilidad, sistema de tránsito, volumen y optimización del mismo.

### **3.3.3. Operacionalización de la variable**

**Tabla 3***Operacionalización de las variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Medida	Instrumento	
Indicadores de tránsito	Datos que proporcionan información precisa sobre las características de las variables del tránsito, las que, al incorporarlas en un software, facilitan el diseño e implementación de medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo (Rodrigo, 2017).	Datos que proporcionan información precisa sobre la caracterización del sistema nacional de tránsito. Es así que es posible evaluar el volumen, el sistema y la optimización del tránsito	Serviciabilidad	Índice de serviciabilidad	Nivel de servicio (HCM 2010)	Po	Ficha de observación	
			Volumen de tránsito	Volumen de tránsito absoluto	Tránsito anual	TA		
					Tránsito mensual	TM		
					Tránsito semanal	TS		
					Tránsito diario	TD		
					Tránsito horario	TH		
					Tránsito flujo	q		
			Volumen promedio diario	Volumen promedio diario	Volumen horario máximo anual	VHMA		
					Volumen horario máximo demanda	VHMD		
					Volumen horario de proyecto	VHP		
			Sistema de tránsito	Sistema de tránsito	Vehículo	Tipo de vehículo.		M, N, O.
					Vía pública	N° de vías.		N° de vías.
Optimización de tránsito	Optimización de tránsito	Gestión de incidentes	Clasificación de datos.	Sistema de logaritmos.				

		Plan de optimización	Tipo de programación	Programación lineal		
				Programación integral		
				Programación dinámica		
Seguridad vial.	<p>Resultado de los esfuerzos deliberados y sistemáticos por parte de los sectores sociales (tanto como agencias gubernamentales y no gubernamentales), producto de la cada vez mayor y alarmante tasa de accidentes de tráfico. Actualmente, se identifica a la seguridad vial como un componente esencial que debe integrarse en las carreteras y su sistema de gestión, con el fin de proporcionar un entorno seguro a los usuarios de las carreteras (30).</p> <p>Conjunto de esfuerzos sistemáticos que componen parte esencial de la integración del sistema de tránsito nacional; de manera que se evalúan los indicadores de exposición al riesgo, los indicadores de la seguridad vial y los indicadores intermedios</p>	Indicadores de exposición al riesgo.	Distancia recorrida	Longitud del recorrido	Km.	
			Nivel de exposición al riesgo.	Índice medio diario anual	IMDA	
			Índice de peligrosidad	Normal	IP	
				Grave	IPG	
			Índice de mortalidad	Normal	IM	
			Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Índice de accidentalidad	Leve	IA
					Mortal	Iam
			Análisis de riesgo	Accidentalidad por concentración		Número de accidentes
				Accidentes potencialmente evitables		
			Indicadores intermedios.	Diseño geométrico	Alineamiento vertical	Curvas verticales
			Alineamiento horizontal	Ancho de acotamiento		

---

	Sección transversal	Nivel de accidentalidad
Velocidad segura y condición del conductor	Visión precisa	2 - 4 grados
	Visión útil	20 - 30 grados
	Visión completa horizontal	180 grados
Formación en respuestas de emergencia	Sistemas de atención temprana	Sistema de atención

---

## CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

### 4.1. Método de investigación

La investigación se realizó utilizando el método científico, usado para producir nuevos saberes y adquirir conocimientos; de manera que, para poseer el término “científico” se basa en la investigación empírica y medición de los principios. Este brinda una serie de lineamientos que debe cumplir el estudio, iniciando por la formulación de la interrogante de la cual se basó la misma (30).

La investigación se apoyó del método analítico-sintético, mayormente utilizado en investigaciones científicas que analizan las variables por separado. Este método espera obtener respuestas lógicas que respondan a la problemática y confirmen las hipótesis planteadas (Hernández et al, 2014).

### 4.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada. Esta tiene como propósito generar nuevas fuentes de conocimiento que partan de la aplicación directa de los saberes previos. Asimismo, se justifica mediante la aplicación de leyes, teorías o normativas, que generen un impacto en una población determinada, presentando, de manera oportuna, el desarrollo de los procesos de investigación, (31). Entonces, la presente fue aplicada, pues empleó las definiciones e indicaciones del Reglamento Nacional de Tránsito, Reglamento Nacional de Vehículos, Manual de Seguridad Vial para el diseño y cálculo de indicadores viales que mejoren la gestión de la seguridad vial.

### 4.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue explicativo, se considera que una investigación de este nivel pretende describir, de manera detallada, cada uno de los componentes del estudio (30). Así pues, una investigación descriptiva se encarga de la puntualización de las características que tiene la población que se planea estudiar sin alterar alguna variable de su entorno (Hernández et al, 2014). Por otro lado, la investigación recurrió al nivel explicativo, encargado de determinar la relación causal de las variables; de manera que se acerque, cada vez más a la solución del problema de estudio (30). De manera que, la presente investigación pretende explicar y describir

a los indicadores de tránsito y la manera que estos influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

En la investigación se aplicará el diseño experimental transversal, la investigación no experimental es caracterizada por ser aquella donde el investigador no interviene de manera directa en el estudio, sino que cumple el papel de observador. En esta investigación no se puede manipular ninguna de las variables que se están estudiando; por lo que los resultados obtenidos provienen según el comportamiento de las mismas y su comportamiento en su entorno real (Hernández et al, 2014). Por otro lado, una investigación transversal es aquella que recopila la información, necesaria para el desarrollo del estudio, en un lapso de tiempo o periodo determinado, previo acuerdo del investigador (30). La investigación aplica el siguiente esquema:

**M: O1 · O2**

Donde:

M: muestra del estudio, Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo.

O1: variable independiente, seguridad vial.

O2: variable dependiente, indicadores de tránsito.

#### **4.5. Población y muestra**

La población es el universo total o el conjunto de elementos que comparten características en común, son seleccionados para realizar el estudio. Estos pueden ser finitos o infinitos y su selección depende del tema de investigación (32). Mientras que, la muestra se define como el subconjunto de la población, cuya selección es llevada a cabo por una técnica o especial o criterio del investigador (32). En la investigación, la población se conformó por las vías de tránsito de la Ciudad Huancayo, tomando como muestra a la Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo.

## **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.6.1. Técnicas de recolección de datos**

En la investigación, como técnica de recolección de datos, se aplicará la observación, la observación es una técnica cuyo propósito es la exploración detallada del elemento, hecho o fenómeno de estudio para la toma de información y registro oportuno del mismo; así pues, la información recolectada durante el desarrollo de esta técnica permitió su registro y análisis sistemático, de manera que se responda a la problemática inicial formulada (32). Asimismo, para la simulación del sistema de tránsito se empleó el software SYNCHRO.

### **4.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento de recolección de datos se aplicó la ficha de observación, este es considerado como un instrumento de investigación el cual realiza descripciones específicas del hecho o fenómeno de estudio. Esta ficha de observación se convierte en el material de apoyo donde el investigador apunta los datos obtenidos para su posterior análisis; asimismo, esta ficha puede complementarse con otro tipo de instrumentos para un mejor detalle de los datos obtenidos (32).

## **4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Se utilizó la estadística descriptiva, cuyos datos fueron obtenidos al culminar con los procesos de recojo de información y aplicación de la ficha de observación. Esta técnica permitió ordenar cada uno de los datos mediante tablas, gráficos y distribución de las frecuencias. Para procesar la información se emplean los softwares Excel y SYNCHRO.

## **4.8. Aspectos éticos de la Investigación**

El desarrollo de la investigación se realizó respetando estrictamente los artículos 27 y 28 del Reglamento de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes y el de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Así mismo, se respetó los derechos de autor (citado en las fuentes), desarrollándose bajo los principios deontológicos: respeto, honestidad, responsabilidad y prudencia.







## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1. Descripción de resultados

#### 5.1.1. Aforo Vehicular

**Tabla 4**

*Flujo promedio mixto vehicular por hora según la dirección del vehículo*

DIRECCIÓN					TOTAL
Sur - norte	0	58	51	761	870
Norte - sur	0	92	29	919	1039
Oeste - este (1)	137	100	0	147	384
Oeste - este (2)	45	0	0	590	635

Según la Tabla 4, la cual presenta datos sobre la cantidad vehicular recolectada e la intersección según cada carril y dirección, independientemente del tipo de vehículos que transiten. En esta se encuentra un mayor flujo vehicular horario en las direcciones de norte a sur y viceversa, teniendo mayor aforo de los vehículos que se dirigen al sur con dirección a Chilca alcanzando una cantidad de 919 vehículos por hora. Por otro lado, el aforo con menor incidencia se da en el carril con sentido oeste a este con 384 vehículos, de los cuales 137 vehículos giran su dirección hacia Chilca y 100 cambian de sentido hacia Huancayo al cruzar la intersección.

**Tabla 5**

*Flujo vehicular por tipo de vehículo, Sur a Norte*

TIPO DE VEHÍCULO	FLUJO HORARIO	FLUJO DIARIO	FLUJO CADA 3 HORAS y MEDIA	FLUJO CORREGIDO
MOTOTAXIS	36	854	122	120
AUTO	55	1320	189	185
TAXI	323	7739	1106	1083
CAMIONETA	41	978	140	137
COMBI	313	7506	1073	1051
MICROBÚS (B2)	101	2403	344	333
BUS (B3-1)	2	27	4	4

TIPO DE VEHÍCULO	FLUJO HORARIO	FLUJO DIARIO	FLUJO CADA 3 HORAS y MEDIA	FLUJO CORREGIDO
CAMIONES (C2, C3,C4, 8X4, T2S1,T2S2, T2S3,T3S2,T3S3)	3	59	9	9
<b>Flujo vehicular mixto corregido</b>				2918

En la Tabla 5 se presentan los datos obtenidos del conteo de flujo por cada tipo de vehículo en el carril con dirección de sur a norte. El mayor flujo diario según tipo de vehículo se presenta en los taxis con un valor de 7739 y lo preside el flujo de las combis siendo 7506 por hora; por otro lado, los vehículos con menor incidencia son los buses de tipo B3-1 y los camiones con una cantidad de 27 y 59 respectivamente. Finalmente, se logra hacer una corrección en el flujo presentando un flujo vehicular mixto de 2918 vehículos.

**Tabla 6**  
*Flujo vehicular por tipo de vehículo, Norte a Sur*

TIPO DE VEHÍCULO	FLUJO HORARIO	FLUJO DIARIO	FLUJO CADA 3 HORAS y MEDIA	FLUJO CORREGIDO
MOTOTAXIS	14	344	49	48
AUTO	62	1490	213	208
TAXI	455	10917	1560	1527
CAMIONETA	45	1071	153	150
COMBI	377	9058	1294	1267
MICROBÚS (B2)	59	1405	201	194
BUS (B3-1)	10	233	33	32
CAMIONES (C2, C3,C4, 8X4, T2S1,T2S2, T2S3,T3S2,T3S3)	18	421	60	58
<b>Flujo vehicular mixto corregido</b>				3486

En la Tabla 6 se muestran los datos obtenidos del conteo de flujo por cada tipo de vehículo en el carril con dirección de norte a sur. En un conteo diario, los vehículos con mayor presencia fueron los taxis con una cantidad de 10917 y las combis con un valor de 9058. Entre los vehículos con menor incidencia en el carril de norte a sur son los 233 buses de tipo B3-1 seguidos de las 344 mototaxis que transitan diariamente. Por último, se realiza una corrección en el flujo presentando un flujo vehicular mixto de 3486 vehículos.

**Tabla 7***Flujo vehicular por tipo de vehículo, Oeste a Este Carril 1*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>FLUJO HORARIO</b>	<b>FLUJO DIARIO</b>	<b>FLUJO CADA 3 HORAS y MEDIA</b>	<b>FLUJO CORREGIDO</b>
MOTOTAXIS	6	133	19	19
AUTO	25	598	85	84
TAXI	261	6267	895	877
CAMIONETA	7	157	22	22
COMBI	78	1866	267	261
MICROBÚS (B2)	8	202	29	28
BUS (B3-1)	0	0	0	0
CAMIONES (C2, C3,C4, 8X4, T2S1,T2S2, T2S3,T3S2,T3S3)	0	0	0	0
<b>Flujo vehicular mixto corregido</b>				1290

Se acuerdo con los datos presentados en la Tabla 7 del carril oeste a este 1, se evidenció que no existe el tránsito de buses ni camiones por ese tramo; sin embargo, la cantidad de taxis que transitan a diario por ese carril alcanza los 6267 vehículos por día, seguidamente de los 1866 combis que se movilizan por esa intersección en dicha dirección. Asimismo, se realiza una corrección en el flujo presentando un flujo vehicular mixto de 1290 vehículos.

**Tabla 8***Flujo vehicular por tipo de vehículo, Oeste a Este Carril 2*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>FLUJO HORARIO</b>	<b>FLUJO DIARIO</b>	<b>FLUJO CADA 3 HORAS y MEDIA</b>	<b>FLUJO CORREGIDO</b>
MOTOTAXIS	41	984	141	138
AUTO	65	1569	224	219
TAXI	213	5100	729	714
CAMIONETA	28	669	96	94
COMBI	206	4953	708	693
MICROBÚS (B2)	78	1860	266	257
BUS (B3-1)	0	0	0	0
CAMIONES (C2, C3,C4, 8X4, T2S1,T2S2, T2S3,T3S2,T3S3)	4	104	15	14
<b>Flujo vehicular mixto corregido</b>				2129

Según el conteo vehicular del carril oeste a este 2 mostrado en la Tabla 8 se puede comprender que no transitan buses por dicho carril y una cantidad mínima de 104 de camiones en el día. Por otro lado, similar a los carriles y direcciones anteriores, la mayor afluencia de vehículos se da por los taxis y combis con un valor de 5100 y 4953 a en el intervalo de 24 horas respectivamente. Se presenta también el flujo vehicular corregido el cual sigue la misma proporción con un valor total vehicular mixto de 2129.

### 5.1.2. Aforo Peatonal

**Tabla 9**

*Aforo peatonal en la intersección 3, Tramo Huancayo - Ocopilla*

DÍA	AFORO PEATONAL		
	SENTIDO		TOTAL
	NORTE - SUR	SUR - NORTE	
LUNES	835	827	1662
MARTES	804	817	1621
MIÉRCOLES	834	818	1651
JUEVES	828	832	1660
VIERNES	817	819	1636
SÁBADO	859	836	1695
DOMINGO	825	812	1636
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>829</b>	<b>823</b>	<b>1652</b>

La Tabla 9 muestra el aforo peatonal recolectado en la intersección 3 en el tramo con dirección de Huancayo a Ocopilla. Se logra observar que los días de mayor afluencia de personas en el sentido de norte a sur y viceversa se da el día sábado con un total de 859 y 836 personas respectivamente, siendo el día con menor tránsito peatonal el martes en dirección norte a sur con 804 peatones y el día domingo con 812 personas en la dirección sur a norte. En general se considera un promedio por día en ambos sentidos un tránsito total promedio de 1652 peatones.

**Tabla 10**

*Aforo peatonal en la intersección 4, Tramo Huancayo - Ocopilla*

DÍA	AFORO PEATONAL		
	SENTIDO		TOTAL
	NORTE - SUR	SUR - NORTE	
LUNES	476	480	956
MARTES	475	474	949
MIÉRCOLES	475	471	945
JUEVES	473	460	933

VIERNES	475	471	947
SÁBADO	491	479	970
DOMINGO	458	454	912
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>475</b>	<b>470</b>	<b>944</b>

Según la Tabla 10 los datos de aforo peatonal en la intersección 4 en el tramo Huancayo Ocopilla muestran que la mayor cantidad de transeúntes se encuentra el día sábado en el sentido de norte a sur con un total de 491 peatones, mientras que en el sentido sur a norte el día con mayor afluencia es el día lunes con 480 personas con una mínima diferencia del sábado. Por otro lado, se encuentra una menor cantidad en el flujo de peatones los días domingo disminuyendo a 458 peatones de norte a sur y 454 de sur a norte. Como aforo diario promedio calculado se tiene 944 peatones.

### 5.1.3. Velocidad

**Tabla 11**

*Velocidad de vehículos mixtos Vía Huancayo - Chilca / Huancayo - El Tambo*

DÍA	DIRECCIÓN	VELOCIDAD MEDIA	VELOCIDAD PARCIAL	VELOCIDAD PARCIAL MEDIA (Km/h)
LUNES	Norte - Sur	37.00	36.99	37.04
	Sur - Norte	36.98		
MARTES	Norte - Sur	37.01	37.04	
	Sur - Norte	37.08		
MIÉRCOLES	Norte - Sur	36.97	36.97	
	Sur - Norte	36.97		
JUEVES	Norte - Sur	37.01	37.09	
	Sur - Norte	37.16		
VIERNES	Norte - Sur	37.10	37.05	
	Sur - Norte	36.99		
SÁBADO	Norte - Sur	37.07	37.13	
	Sur - Norte	37.20		
DOMINGO	Norte - Sur	37.12	37.02	
	Sur - Norte	36.92		

De acuerdo con la Tabla 11 las velocidades de vehículos mixtos en la vía de Huancayo - Chilca (norte a sur) y de Huancayo – El Tambo (sur a norte) se calcularon en km/h en dirección norte a sur y viceversa para cada día de observación. Esta muestra una máxima velocidad media de 37.20 km/h en el día sábado de sur a norte y una velocidad media mínima de 36.92 km/h el día domingo en sentido sur a norte. Estos datos permitieron calcular una velocidad parcial promedio para cada día y a continuación determinar la velocidad media parcial para la semana en análisis de 37.04 km/h.

**Tabla 12***Velocidad de vehículos mixtos Vía Huancayo – Ocopilla*

DÍA	VELOCIDAD PARCIAL	VELOCIDAD PARCIAL MEDIA (Km/h)
LUNES	36.27	
MARTES	35.53	
MIÉRCOLES	35.55	
JUEVES	36.14	35.78
VIERNES	35.85	
SÁBADO	35.00	
DOMINGO	36.12	

La Tabla 12 presenta las velocidades parciales por cada día en la vía de Huancayo – Ocopilla en sentido oeste a este. Estas velocidades corresponden a vehículos mixtos varían desde 35 km/h a 36.27 km/h con una velocidad parcial media de 35.78 km/h.

#### 5.1.4. Tráfico

**Tabla 13***Condiciones de tráfico en la Vía Huancayo – Ocopilla*

CONDICIONES DE TRAFICO				
<b>INTERSECCIÓN:</b>	Av. Ferrocarril y Cajamarca (Vía de Huancayo a Ocopilla)			
<b>FECHA:</b>	3/07/2022			
<b>EJECUTOR:</b>	Gladys Javier Ramos			
<b>SUPERVISOR:</b>	Ing. Rando Porras			
<b>COMPOSICIÓN DEL TRAFICO</b>	Livianos	Buses	Camiones	Diversión
	87.12%	12.20%	0.68%	0%
<b>FACTOR HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA</b>	<b>494</b>			
<b>DISTRIBUCIÓN POR CARRIL</b>	Derecha	Izquierda		
	247	247		
<b>VELOCIDAD PROMEDIO</b>	35.78			

Los datos presentados en la Tabla 13 muestran las condiciones de tráfico en la intersección de la avenida Ferrocarril y Cajamarca en la vía de Huancayo a Ocopilla. El tráfico de dicha vía se compone en un 87.12% de vehículos livianos, 12.2% de buses y 0.68% de camiones. Se calculó un factor horario de máxima demanda (FHMD) de 494, lo cual permite una distribución de los carriles tanto izquierda como derecha de 247 vehículos por hora y una velocidad promedio de 35.78 km/h.

**Tabla 14***Condiciones de tráfico en la Vía Huancayo – El Tambo / Huancayo – Chilca*

<b>CONDICIONES DE TRAFICO</b>				
<b>INTERSECCION:</b>	Av. Ferrocarril y Cajamarca (Vía de Huancayo a El Tambo / Huancayo - Chilca)			
<b>FECHA:</b>	03/07/2022			
<b>EJECUTOR:</b>	Gladys Javier ramos			
<b>SUPERVISOR:</b>	Ing. Rando porras			
COMPOSICIÓN DEL TRAFICO	Livianos	Buses	Camiones	Diversión
	88.09%	11.63%	0.28%	0%
	97.38%	6.56%	1.69%	0%
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA	Norte - Sur		Sur - Norte	
	<b>1017</b>		<b>1111</b>	
DISTRIBUCION POR CARRIL	Derecho:	Izquierdo:	Derecho:	Izquierdo:
	510	507	557	554
VELOCIDAD PROMEDIO	Norte - Sur		Sur – Norte	Promedio
	37.041		37.043	37.042

La Tabla 14 presenta las condiciones de tráfico en la intersección de Ferrocarril y Cajamarca. Los datos de la vía norte a sur tienen una composición de 88.09% de vehículos livianos, 11.63% de buses y 0.28% de camiones; de esta manera el factor horario de máxima demanda (FHMD) se define como 1017; con una distribución en el carril derecho de la vía de 510 y para el izquierdo de 507. Por otro lado, los datos correspondientes a la vía de sur a norte, es decir, en el tramo Huancayo – El Tambo el tráfico se compone por vehículos livianos en un 97.38%, buses en un 6.56% y 1.69% de camiones. Con un FHMD igual a 1111 la distribución de carriles se muestra unos 557 vehículos para el carril derecho y 554 para el izquierdo. Finalmente, las velocidades medias de ambos sentidos logran un valor promedio de 37.04 km/h.

### 5.1.5. Indicadores de seguridad vial

#### A. Nivel exposición al riesgo

**Tabla 15**

*Resultados de nivel de exposición al riesgo*

NIVEL EXPOSICIÓN AL RIESGO (NER)					
AÑO	MES	IMDA	t (días)	l (km)	NER
2021	<b>Enero</b>	2769	7	0.5	0.000097
	<b>Febrero</b>	2774	7	0.5	0.000097
	<b>Marzo</b>	2812	7	0.5	0.000098
	<b>Abril</b>	2872	7	0.5	0.000101
	<b>Mayo</b>	2998	7	0.5	0.000105
	<b>Junio</b>	2993	7	0.5	0.000105
	<b>Julio</b>	3346	7	0.5	0.000117
	<b>Agosto</b>	2985	7	0.5	0.000104
	<b>Setiembre</b>	2975	7	0.5	0.000104
	<b>Octubre</b>	2964	7	0.5	0.000104
	<b>Noviembre</b>	2879	7	0.5	0.000101
	<b>Diciembre</b>	3002	7	0.5	0.000105
2022	<b>Enero</b>	2987	7	0.5	0.000105
	<b>Febrero</b>	2897	7	0.5	0.000101
	<b>Marzo</b>	2991	7	0.5	0.000105
	<b>Abril</b>	2980	7	0.5	0.000104

En la **Tabla 15** se detalla los valores del nivel de exposición al riesgo (NER) de los meses de Enero de 2021 hasta Abril de 2022, en la cual se encuentra el máximo valor de  $NER=0.000117$  en el mes de julio y el mínimo valor de  $NER=0.000097$  en los meses de enero y febrero de 2021. Lo que significa que, en el ámbito del análisis de la accidentalidad en carretera, en el mes de julio 2021 hubo mayor intensidad de tráfico, por lo cual existió mayor riesgo de sufrir un accidente de tránsito. Caso contrario pasa en los meses de enero y febrero 2021. Cabe indicar, que las razones de esto pueden ser factores sociales como festividades, que se traducen a un mayor movimiento comercial. Como se puede ver en los meses de julio y diciembre que tienen valores de NER superiores a la media ( $NER=0.000103$ ), que podrían ser por las fiestas patrias y fiestas navideñas, respectivamente.



### B. Índice de peligrosidad

**Tabla 16**

*Resultados del Índice de peligrosidad (IP)*

ÍNDICES DE PELIGROSIDAD (IP)				
AÑO	MES	ACV	NER	IP
2021	<b>Enero</b>	4	0.000097	41273.3
	<b>Febrero</b>	4	0.000097	41198.9
	<b>Marzo</b>	1	0.000098	10160.5
	<b>Abril</b>	3	0.000101	29844.8
	<b>Mayo</b>	5	0.000105	47650.8
	<b>Junio</b>	7	0.000105	66822.6
	<b>Julio</b>	5	0.000117	42694.9
	<b>Agosto</b>	3	0.000104	28715.0
	<b>Setiembre</b>	4	0.000104	38415.4
	<b>Octubre</b>	3	0.000104	28918.4
	<b>Noviembre</b>	2	0.000101	19848.2
	<b>Diciembre</b>	7	0.000105	66622.3
2022	<b>Enero</b>	4	0.000105	38261.0
	<b>Febrero</b>	0	0.000101	0.0
	<b>Marzo</b>	13	0.000105	124182.1
	<b>Abril</b>	4	0.000104	38350.9

En la **Tabla 16** se detalla los valores del índice de peligrosidad (IP) de los meses de Enero de 2021 hasta Abril de 2022, este índice se refiere a el número de accidentes con víctimas por la longitud recorridos en un tiempo determinado, esta longitud esta expresada en 100 millones de kilómetros, en la cual se encuentra el máximo valor de IP=124182.070 en el mes de marzo de 2022 y el mínimo valor de IP=10160.536 en el mes de marzo 2021. Lo que significa que, en el ámbito del análisis de la accidentalidad en carretera, en el mes de marzo de 2022 hubo mayor intensidad de tráfico, por lo cual existió mayor peligro de sufrir un accidente de tránsito. Caso contrario pasa en el mes de marzo de 2021. Cabe indicar, que las razones de esto pueden ser el contexto político y social como la reactivación económica progresiva después de la pandemia COVID-19. El valor de IP en el mes de febrero de 2022 se considera atípico por que no existió accidentes con víctimas ese mes.

### C. Índice de peligrosidad grave

**Tabla 17**

*Resultados del Índice de peligrosidad grave (IPG)*

ÍNDICES DE PELIGROSIDAD GRAVE (IPG)				
-------------------------------------	--	--	--	--

AÑO	MES	ACVG	IMDA	L (km)	IPG
2021	<b>Enero</b>	1	2769	1	36114.1
	<b>Febrero</b>	2	2774	1	72098.1
	<b>Marzo</b>	0	2812	1	0.0
	<b>Abril</b>	0	2872	1	0.0
	<b>Mayo</b>	2	2998	1	66711.1
	<b>Junio</b>	3	2993	1	100233.9
	<b>Julio</b>	2	3346	1	59772.9
	<b>Agosto</b>	1	2985	1	33500.8
	<b>Setiembre</b>	1	2975	1	33613.4
	<b>Octubre</b>	2	2964	1	67476.4
	<b>Noviembre</b>	0	2879	1	0.0
	<b>Diciembre</b>	2	3002	1	66622.3
2022	<b>Enero</b>	1	2987	1	33478.4
	<b>Febrero</b>	0	2897	1	0.0
	<b>Marzo</b>	5	2991	1	167168.2
	<b>Abril</b>	0	2980	1	0.0

En la **Tabla 17** se detalla los valores del índice de peligrosidad grave (IPG) de los meses de Enero de 2021 hasta Abril de 2022, este índice se refiere al cociente entre el número de accidentes con víctimas graves y el número de kilómetros recorrido por los vehículos, en la cual se encuentra el máximo valor de  $IPG=167168.171$  en el mes de marzo de 2022 y los valores mínimos de  $IPG=0.0000$  en los meses de marzo, abril y noviembre de 2021 y febrero y abril de 2022, en los cuales no hubo víctimas graves en los accidentes de tránsito.

#### D. Índice de Mortalidad (IM)

**Tabla 18**

*Resultados del Índice de Mortalidad (IM)*

AÑO	MES	ÍNDICES DE MORTALIDAD (IM)		
		FALLECIDOS	NER	IM
2021	<b>Enero</b>	0	0.000097	0.0
	<b>Febrero</b>	1	0.000097	10299.7
	<b>Marzo</b>	0	0.000098	0.0
	<b>Abril</b>	0	0.000101	0.0
	<b>Mayo</b>	0	0.000105	0.0
	<b>Junio</b>	2	0.000105	19092.2
	<b>Julio</b>	1	0.000117	8539.0
	<b>Agosto</b>	0	0.000104	0.0
	<b>Setiembre</b>	1	0.000104	9603.8
	<b>Octubre</b>	0	0.000104	0.0
	<b>Noviembre</b>	0	0.000101	0.0

	<b>Diciembre</b>	0	0.000105	0.0
2022	<b>Enero</b>	1	0.000105	9565.3
	<b>Febrero</b>	0	0.000101	0.0
	<b>Marzo</b>	2	0.000105	19104.9
	<b>Abril</b>	0	0.000104	0.0

En la **Tabla 18** se detalla los valores del índice de mortalidad (IM) de los meses de Enero de 2021 hasta Abril de 2022, este índice indica el número de víctimas mortales y el número de kilómetros recorridos por vehículos, en la cual se encuentra el máximo valor de IM= 19104.933849 en el mes de marzo de 2022 y el valor mínimo de IM=0.000 en los meses de enero, marzo, abril, mayo, agosto, octubre noviembre y diciembre de 2021 y febrero y abril de 2022. Esto debido a que en los meses mencionados no existió víctimas mortales. El valor de IM de junio de 2022, también es superior por la razón que existió 2 muertos en accidentes ese mes.

#### E. Índices de accidentalidad (IA)

**Tabla 19**

*Resultados del Índice de Accidentalidad (IA)*

AÑO	MES	ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD (IA)		
		ACC	NER	IA
2021	<b>Enero</b>	2	0.000097	20636.6
	<b>Febrero</b>	5	0.000097	51498.6
	<b>Marzo</b>	4	0.000098	40642.1
	<b>Abril</b>	5	0.000101	49741.3
	<b>Mayo</b>	8	0.000105	76241.3
	<b>Junio</b>	9	0.000105	85914.8
	<b>Julio</b>	8	0.000117	68311.8
	<b>Agosto</b>	5	0.000104	47858.3
	<b>Setiembre</b>	6	0.000104	57623.0
	<b>Octubre</b>	8	0.000104	77115.9
	<b>Noviembre</b>	2	0.000101	19848.2
	<b>Diciembre</b>	8	0.000105	76139.7
2022	<b>Enero</b>	6	0.000105	57391.6
	<b>Febrero</b>	2	0.000101	19724.8
	<b>Marzo</b>	16	0.000105	152839.5
	<b>Abril</b>	4	0.000104	38350.9

En la **Tabla 19** se detalla los valores del índice de accidentalidad (IA) de los meses de Enero de 2021 hasta Abril de 2022, este indica la relación entre los accidentes registrados y el nivel de exposición al riesgo de un accidente en un periodo de tiempo, en la cual se encuentra el máximo valor de IA=152839.470793 en el mes

de marzo de 2022 y el valor mínimo de IA= 19724.838503 en el mes de abril del mismo año. Esto debido a que el mes de marzo es el mes con más número de accidentes con 16 accidentes y que tuvo un NER de 0.000105 superior al promedio de los meses estudiados. Además, se interpreta que en el mes de marzo de 2022 se tenía mayor riesgo de sufrir un accidente en los tramos estudiados.

*F. Índices de accidentalidad mortal (IAM)*

**Tabla 20**

Resultados de Índices de accidentalidad mortal (IAM)

AÑO	MES	ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD MORTAL (IAM)		
		ACVM	NER	IAM
2021	<b>Enero</b>			
	<b>Febrero</b>	0	0.000097	0.0
	<b>Marzo</b>	1	0.000097	10299.7
	<b>Abril</b>	0	0.000098	0.0
	<b>Mayo</b>	0	0.000101	0.0
	<b>Junio</b>	0	0.000105	0.0
	<b>Julio</b>	2	0.000105	19092.2
	<b>Agosto</b>	1	0.000117	8539.0
	<b>Setiembre</b>	0	0.000104	0.0
	<b>Octubre</b>	1	0.000104	9603.8
	<b>Noviembre</b>	0	0.000104	0.0
	<b>Diciembre</b>	0	0.000101	0.0
2022	<b>Enero</b>	0	0.000105	0.0
	<b>Febrero</b>	1	0.000105	9565.3
	<b>Marzo</b>	0	0.000101	0.0
	<b>Abril</b>	2	0.000105	19104.9
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	0	0.000104	0.0

*G. En la Índices de accidentalidad mortal (IAM)*

**Tabla 20** se detalla los valores del índice de accidentalidad mortal (IAM) de los meses de enero de 2021 hasta Abril de 2022, este índice representa la relación entre los accidentes con muertos y el nivel de exposición al riesgo de sufrir un accidente, en la cual se encuentra el máximo valor de IAM= 19104.933849 en el mes de marzo de 2022 y el valor mínimo de IAM= 0.0000 en los meses de enero, marzo, abril, mayo, agosto, octubre noviembre y diciembre de 2021 y febrero y abril de 2022. Esto debido a que en los meses mencionados no existió víctimas mortales en los accidentes de tránsito en el tramo estudiado. El valor de IAM de junio de 2022, también es superior por la razón que existió 2 muertos en accidentes ese mes.

### 5.1.6. Indicadores de tránsito

#### A. Resultados de volumen horario de máxima demanda

**Tabla 21**

*Resultados de VHMD y FHMD*

Sentido	VHMD	FHMD
N-S	1017	0.97
S-N	1111	0.98
E-O	449	0.98
Promedio	859	0.98

En la **Tabla 21** se detalla los valores del volumen horario de máxima demanda (VHMD) y factor horario de máxima demanda (FHMD), el máximo valor de VHMD=1111 fue en el sentido de sur a norte y el mínimo de VHMD=449 en el sentido de este a oeste; además, se obtuvo un promedio de VHMD=859. En cuanto al FHMD, no hay mucha variación y se tiene una media de 0.98, lo que se interpreta como un valor típico de condiciones urbanas en condiciones de hora pico. Cabe recordar que cuanto más se acerca este valor a la unidad significa uniformidad.

#### B. Resultados de volumen del tráfico promedio diario anual

**Tabla 22**

*Resultados de volumen del tráfico promedio diario anual*

	HYO-TAMBO	HYO-CHILCA	HYO-OCOPILLA
<b>DOMINGO</b>	20355.84	18039.84	9763.92
<b>LUNES</b>	22695.84	28884	10812
<b>MARTES</b>	20560.08	26179.92	10476
<b>MIÉRCOLES</b>	20680.08	26859.84	10207.92
<b>JUEVES</b>	20731.92	25108.08	10407.84
<b>VIERNES</b>	20595.84	25216.08	10095.84
<b>SABADO</b>	20563.2	24283.2	10356

En la **Tabla 22** se detalla los valores del volumen del tráfico promedio diario anual, en la cual el valor máximo es 28884 automóviles los días lunes en el sentido de Huancayo centro hacia chilca, seguido de los días miércoles con 26180 automoviles, esto puede deberse a factores sociales como trabajo y ferias comerciales. En el caso

del valor mínimo se tiene 10096 en el sentido de Huancayo hacia Ocopilla los días viernes y domingo, esto puede ser debido a que la gente suele descansar esos días, por lo que habría poco tránsito.

### C. Diseño geométrico

**Tabla 23**

*Características geométricos de la vía*

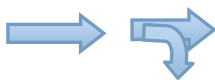
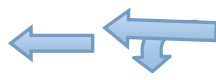

<b>Intersección:</b>	1	2	3	4
<b>Fecha:</b>	3/07/2022			
<b>Ejecutor:</b>	GLADYS JAVIER RAMOS			
<b>Supervisor:</b>	ING. RANDO PORRAS			
<b>Sentido:</b>	Norte - sur	Sur - norte	Oeste - este	
<b>Ancho de carril:</b>	3.6 m	3.6 m	3.6 m	3.6 m
<b>Ancho de calzada</b>	7.2 m	7.2 m	7.2 m	7.2 m
<b>Ancho de berma</b>	1 m	1 m	1 m por lado	1 m
<b>% zonas no rebase</b>	0%	11%	28%	0%
<b>Pendiente promedio</b>	(-)2%	(+)2%	5%	3%

*Nota.* 1/ Vía Huancayo- Chilca, 2/ Vía Huancayo- Tambo, 3-4/ Vía Huancayo- Ocopilla

### D. Resultados de serviciabilidad

**Tabla 24**

*Resultados de nivel de servicio en intersección Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca*

NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA						
CALCULO DE DEMORAS Y NIVEL DE SERVICIO ACTUAL 2022						
	SN - NE		NS - SE		NE - SE	
ACCESO						
Dirección	R	D-R	R	R-I	D-R	R-I
Capacidad del grupo de carriles (veh/h) $c_i = S_i(g_i/C)$	472	408	584	516	445	446
Volumen, v	421	385	531	495	210	172
Relacion volumen a Capacidad, $X_i$	0.53	0.51	0.58	0.55	0.47	0.39
Proporción de vehiculos que llegan en verde, P	0.3	0.3	0.28	0.27	0.3	0.35
Proporcion de tiempo verde disponible, g/C	0.45	0.45	0.4	0.4	0.4	0.4

Factor de ajuste suplementario por grupos vehicular que llegan durante el verde, fPA	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Factor de ajuste por coordinacion, PF	1.667	1.667	1.667	1.667	1.445	1.445
Demora uniforme, d1	18.56	18.76	18.67	18.55	16.78	16.83
Duración del periodo de analisis, T (hor)	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Demora incremental, d2	27.025	28.012	26.62	25.54	13.9	2.56
Demora inicial existente, d3	0	0	0	0	0	0
Demora, Di	45.34	46.65	46.54	44.89	29.4	27.8
NDS POR CARRIL	E	E	E	E	D	D

En la **Tabla 24** se detalla los valores de cálculo del nivel de servicio en intersección Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca, en todas las direcciones posibles, en los sentido de SN – NE y NS – SE se encontró un nivel de E y en el sentido de NE – SE se encontró un nivel de D.El nivel E se interpreta como una demora por parada por vehículo entre 40 segundos a 1 minuto, lo cual, según la teoría, se considera aceptable para la congestión vehicular en áreas metropolitanas. Mientras que el nivel D se interpreta como una demora por parada por vehículo entre 25 a 40 segundos, la cual se caracteriza por una mala progresión de tránsito o llegadas en fase roja; sin embargo, es aceptable.

**Tabla 25**

*Nivel de servicio por intersección*

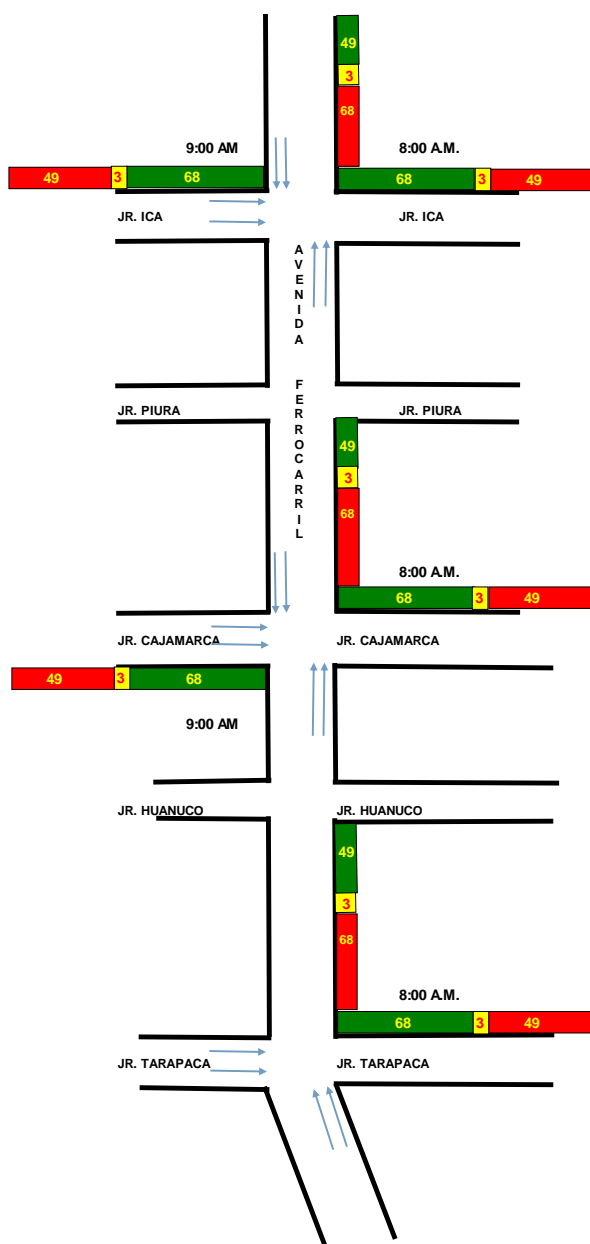
NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCION						
Demora x volumen	19088.14	17960.25	24712.74	22220.55	6174	4781.6
Sumat. (Dem x Volum)	37048.39		46933.29		10955.6	
Sumat. Volum	806		1026		382	
Sumat. (Demora x Volumen/ Sumat. Volumen)	45.96574442		45.74394737		28.67958115	
Demora Intersección			43.76			
NIVEL DE SERVICIO EN			E			

INTERSECCIO  
N

En la **Tabla 25** se detalla los valores de cálculo del nivel de servicio por intersección, en la cual se obtiene un nivel de E. El nivel E se caracteriza por tener un límite de retraso aceptable en el tránsito; asimismo, indican una muy mala progresión y longitud de ciclos largos.

*E. SemafORIZACIÓN*

**Figura 6**  
*SemafORIZACIÓN*





De acuerdo con el nivel de serviciabilidad y el tiempo de demora por vehículo se logra determinar los tiempos de semaforización como se muestra en la **Figura 6**. Se establece el tiempo de verde en 68 segundos para la vía de Huancayo – El Tambo y Huancayo -Chilca; es decir para los accesos en sentido norte a sur y viceversa se estableció un tiempo de verde mayor a un minuto debido al volumen de máxima demanda, de esta manera se logra un mejor flujo de este acceso por ser la vía principal por la cual gran cantidad de la población se traslada hacia sus centros de trabajo, estudio y otros. Por otro lado, para los accesos en sentido oeste a este el tiempo en verde es menor de un minuto, estos 49 segundos considerados aseguran un tránsito vehicular aceptable en relación con el volumen vehicular de máxima demanda en dicha dirección, ya que estos accesos son calles secundarias con una menor demanda a comparación de la avenida Ferrocarril.

*F. Nivel de serviciabilidad*

**Tabla 26**  
*Cálculo de demora y nivel de serviciabilidad*

Acceso	Huancayo – El Tambo	Huancayo – Chilca	Huancayo - Ocopilla	
Mov. por grupo de carriles	FD	FI	FI	FD
Relación " $(v/c)_i=X_i$ "	0.605	0.742	0.391	0.472
Relación de verde " $g_i/C$ "	0.567	0.567	0.408	0.408
Longitud del ciclo (seg.) " $C$ "	120	120	120	120
Demora uniforme (s/veh) " $d_{1i}$ "	27.03	26.62	18.99	19.77
Capacidad del grupo de carriles (veh/h) " $c_i$ "	1444.05	1500.78	445.49	445.49
Demora incremental (s/veh) " $d_{2i}$ "	0.530	1.307	0.301	0.610
Factor de ajuste por efecto de la progresión "FP"	1.667	1.667	1.445	1.445
Demora ajustada para el grupo de carriles (s/veh) " $d_{3i}$ "	45.93	46.56	27.88	29.45
Nivel de servicio del grupo de carriles	E	E	D	D
Demora en el acceso (s/veh) " $d_A$ "	46	45	28.46	

---

Nivel de servicio del acceso	E	E	D
------------------------------	---	---	---

---

La **Tabla 25** se muestran los datos a partir de los cuales se calcula la serviciabilidad del acceso. Se analizaron tres accesos, sur a norte el acceso Huancayo – El Tambo, norte a sur es el acceso Huancayo – Chilca y en sentido oeste a este es el acceso Huancayo a Ocopilla. En los accesos de norte a sur y viceversa presentan un nivel de servicio “E”, este nivel considera una demora por vehículo en el rango de 40 a 60 segundos, ya que para estos accesos el tiempo de demora es de 45 segundos se considera dentro del nivel E dentro del límite de un retraso aceptable en el diseño del sistema; por otro lado, para el acceso con sentido oeste a este el nivel de servicio definido es “D” con un tiempo de demora de alrededor 28 segundos, dentro de este nivel las demoras se generan por un tránsito inadecuado con una influencia de congestión mayor.

Ambos niveles demuestran que los vehículos se detienen con mayor frecuencia y muestran un ciclo malogrado. A partir de estos niveles se puede establecer que los tiempos de demora por vehículo se encuentran dentro del rango aceptable para el diseño de sistema y de la semaforización; asimismo, mantienen una relación  $v/c$  menor a 1, en este caso con valores tan bajos como 0.39; por lo tanto, aseguran un adecuado nivel de serviciabilidad en el cual se puede dar una longitud de ciclo largo o la progresión de tráfico sea pobre.

## 5.2. Contrastación de hipótesis

### 5.2.1. Prueba de la primera hipótesis específica.

La hipótesis indica que: El nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo en promedio es de nivel E.

En la **Tabla 25** se puede evidenciar que el nivel de serviciabilidad entre los tramos de sur a norte (Huancayo- Tambo) respecto al nivel de servicio del grupo de carriles, como el nivel de servicio del acceso alcanzó el nivel E. De igual forma, la serviciabilidad entre los tramos de norte a sur (Huancayo- Chilca) evidenció un acceso y servicio de grupo de carriles de nivel E. No obstante, se encontró que el acceso de Huancayo hacia Ocopilla, tanto en el tramo izquierdo y derecho fue de nivel D. Los resultados demostraron que, en promedio, la serviciabilidad de las vías de tránsito fue de nivel E, cuya demora en intersección en promedio fue de 43.76 segundos, cuyo nivel de servicio en intersección también fue E.

Por otro lado, el nivel de serviciabilidad fue estimado a través de la evaluación de la capacidad de servicio del pavimento por medio de los indicadores de comodidad y seguridad vial, determinados por la antigüedad del asfáltico, hormigón y la restauración exigente. Estos datos hallados denotaron que en las vías de tránsito de Huancayo se suscitan demoras vehiculares entre los 40 hasta los 60 segundos, los conductores concibieron a esta situación como el límite de un retraso aceptable. Indican una pobre progresión y longitudes de ciclo muy largos y relaciones altas de  $v/c$ ; en ese sentido, las vías de sur a norte y norte -sur se caracterizaron por la progresión de tránsito mala, la cual superó la fase roja; en tanto que el tramo de Ocopilla y Huancayo se caracterizó por presentar demoras entre los 25 y 40 segundos por vehículo, con 15 segundos de diferencia respecto al tramo sur – norte y viceversa, misma que presenta un nivel de congestión alto, cuyas longitudes son amplias y las relaciones de  $v/c$  altas.

En suma, los datos hallados comprueban la veracidad de la hipótesis; es decir, el nivel de serviciabilidad de la intersección Jr. Cajamarca y Av. Ferrocarril fue de nivel E. Asimismo, los datos evidenciaron las deficiencias del componte estructural de las vías, la detención de los vehículos se debe mayormente a los amplios ciclos malogrados aunado en las señales de tránsito inadecuadas que no regulan la circulación

y la velocidad vehicular. Tras lo referido, se concluye se aprueba que el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo en promedio es de nivel E, evidenciando un nivel inadecuado de transitabilidad y congestión vehicular alta.

### 5.2.2. Prueba de la segunda hipótesis específica

La segunda hipótesis indica que: El volumen de tránsito vehicular de la ciudad de Huancayo se estima en promedio de 700-800 VHMD.

En la **Tabla 21** se puede observar que el volumen de tránsito vehicular entre la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca (Huancayo- Tambo) fue igual a 1017 vehículos por hora en sentido norte, con un valor de FHMD igual a 0.97. En tanto, el volumen de tránsito vehicular entre la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca (Huancayo- Chilca) fue igual a 1111 vehículos por hora en sentido sur, hallando un FHMD igual a 0.98. De igual forma, en la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca (Huancayo- Ocopilla) fue de 449 vehículos por cada sesenta segundos, en sentido oeste -este, cuyo factor horario de máxima demanda fue de 0.98. En ese sentido, se pudo hallar que el promedio de FHMD fue de 859 vehículos por hora, este valor indica que la hipótesis no se comprueba; sin embargo, la estimación realizada estuvo cerca al valor real.

Asimismo, se halló que el factor horario de máxima demanda fue igual a 0.98. El factor de hora pico indicó que existe concentración de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora, evidenciando que el volumen del tráfico en horarios de la madrugada es bajo; no obstante, entre 07:30 y las 09:30 horas se aprecia un incremento alto de la congestión vehicular e igualmente entre las 18:00 y las 20:00 horas. Por ello, se estimó que el promedio el VHMD fue de 859 vehículos, este flujo de vehículos es normal en vías multicarriles y muy congestionada como lo es entre las intersecciones de la Av. Ferrocarril, Jr. Cajamarca y el tramo hacia Ocopilla, dado que la zona se caracteriza por ser el centro de comercialización de toda la provincia de Huancayo, misma que alberga grandes cantidades de comerciantes informales que dificultan la transitabilidad vehicular.

A esta situación se le atañe que las vías estudias no comprende solo un tipo vehicular; en ese sentido, existen múltiples tipos de vehículos como camiones, buses,

carros de transporte público, motocicletas, triciclos y motos lineales que pasan por la vía principal que conecta la provincia de Huancayo con el resto de provincias. Por ello, en la presente investigación se afirma que el volumen de tránsito vehicular de la ciudad de Huancayo superó los 700-800 de VHMD, denotando en la alta congestión de vehículos, valores que permiten rechazar la hipótesis de la investigación.

### **5.2.3. Prueba de la tercera hipótesis específica**

La tercera hipótesis específica, indica que: El sistema de tránsito influirá de manera significativa en la seguridad vial – Huancayo.

A través del diseño del nuevo sistema de tránsito propuesto, calculado con el software SYNCHRO, se encontró que el nivel de nivel de serviciabilidad alcanzaría los niveles A y B; es decir, la transitabilidad y el tiempo de espera de los vehículos será entre los 5 a 15 segundos como máximo, evidenciando grandes diferencias respecto al nivel E de serviciabilidad actual, cuyo tiempo de espera oscila entre los 45 y 60 segundos, mostrando una diferencia significativa de 30 a 45 segundos de espera.

Sobre ello, se pudo apreciar que el diseño y cálculo de indicadores de tránsito contribuyen en alcanzar niveles altos de seguridad vial, dado que el adecuado diseño de las infraestructuras, sobre una base de definición de carriles y el cálculo de la cantidad de vehículos, aunado en las señalizaciones más adecuadas evitarán el desarrollo de accidentes de tránsito. Por ello, se hace factible referir un buen sistema de tránsito minimiza el nivel de exposición de riesgos, el índice de peligrosidad, mortalidad y accidentalidad a causa del mal empleo de los carriles en las carreteras y el pésimo diseño y la congestión vehicular.

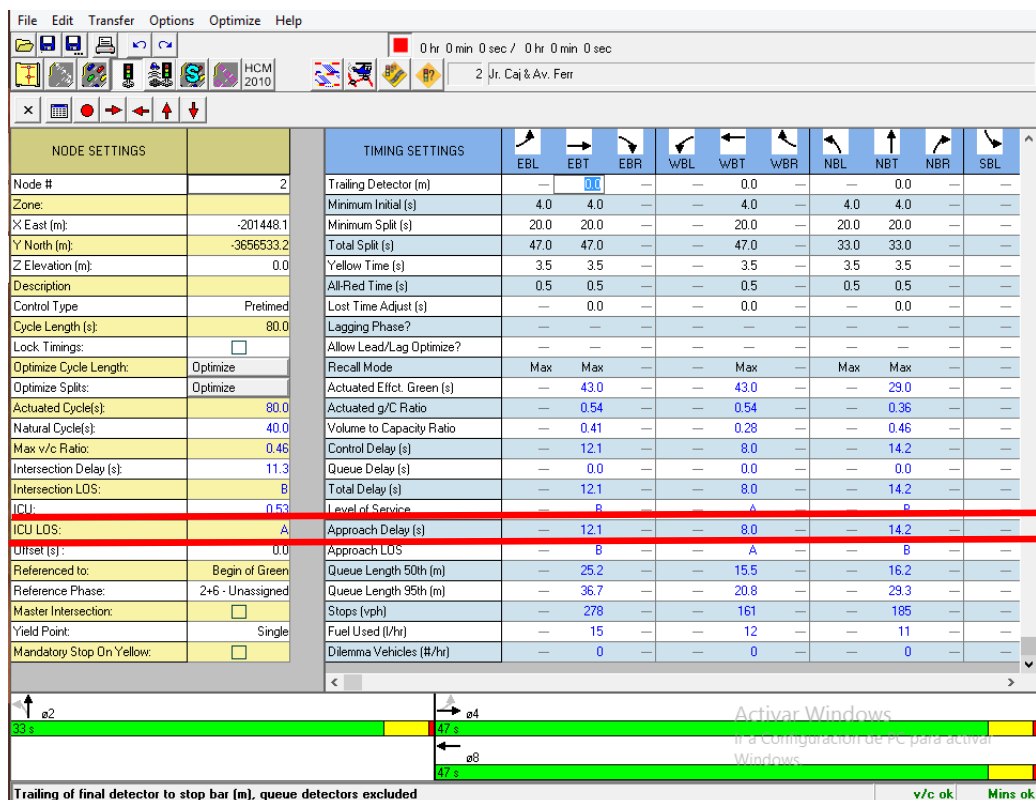
Es decir, fue importante analizar el sistema de tránsito actual, evidenciando la cantidad de vehículos y tipos de vehículos que se desplazan por hora, así como los conductores de los vehículos, ya que de estos depende la seguridad originado por el transporte, tránsito y el deterioro de la carretera; en efecto, el diseño del nuevo sistema optimiza los niveles de tránsito que consecuentemente mejora los niveles de seguridad vial, ya que el adecuado mantenimiento de las superficies pavimentadas, y considerando el diseño geométrico, los grados de curvatura, pendientes y evaluación contribuyen positivamente a alcanzar mejores niveles seguridad en las vías. Dicho ello, el nivel de serviciabilidad E, cuyas características estimaron una pobre progresión y

longitudes de ciclo muy largos, cambiarían a de manera significativa y positiva a una alta transitabilidad y ciclos más cortos.

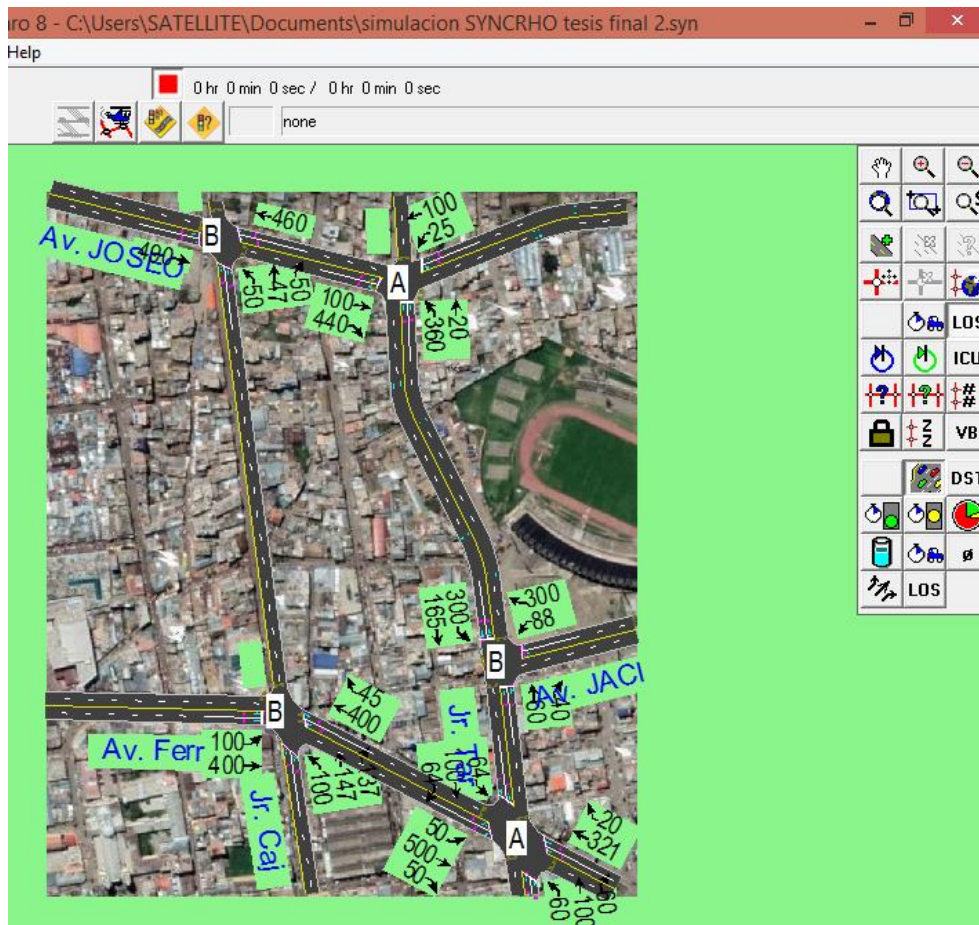
Asimismo, el nuevo sistema propuesto, con la semaforización. la velocidad de los vehículos y el nivel de serviciabilidad, reducirán el nivel de exposición al riesgo (NER), que consecuentemente reducirá los índices de peligrosidad (IP), peligrosidad grave (IPG), mortalidad (IM); misma que mitigará los altos veles de accidentalidad (ia) y los índices de accidentalidad mortal (IAM), todo ello haciendo que la seguridad vial en la intersección Cajamarca y ferrocarril sea mucho mayor; es decir el tiempo de espera de los carros no supera los 15 segundos, donde se cuenta con una alta eficiencia de la semaforización, niveles adecuados de velocidad e infraestructura vial adecuada que garantice el libre tránsito vehicular.

**Figura 7**

Determinación del nivel de serviciabilidad en las vías



**Figura 8**  
Simulación final



En la *Figura 7* y

**Figura 8** se observa que con el nuevo sistema de tránsito simulado con el software SYNCRHO, el nivel de servicibilidad será entre los niveles A y B, ello también influirá en las avenidas aleñadas entre las intersecciones de José Olaya e Ica, e intercesiones del Av Jacinto Ibarra y Tarapacá, las cuales, a su vez, tendrán un nivel de servicibilidad A y B; es decir, el tiempo de espera de los vehículos será de 5 segundos y un máximo de 15 segundos. Todo beneficiará en los indicadores de seguridad vial, como el nivel de exposición al riesgo, un índice de peligrosidad leve, índice de mortalidad y accidentabilidad leve, la misma que se verá reflejado en el nivel velocidad adecuado y seguro. En suma, considerando el postulado anterior, se acepta la hipótesis inicial de este indicador, estipulando que el nuevo sistema de tránsito influirá de manera significativa en la seguridad vial de Huancayo.

#### 5.2.4. Prueba de la cuarta hipótesis específica

Sobre la cuarta hipótesis indica que: La optimización del tránsito garantiza significativamente los altos niveles de seguridad vial en la provincia de Huancayo. En el trabajo al realizar la simulación con el software SYNCHRO se tomó en cuenta, el número de carriles de la intersección, el aforo peatonal, la velocidad promedio de las vías, el ancho de los carriles, el factor de hora punta, la semaforización, el tiempo de ciclo de la semaforización, y los giros y factores de protección (ver **Figura 10** hasta **Figura 16**). Con estos datos se lo logró hallar el nivel de serviciabilidad en las vías, resultando en un nivel B, para la intersección Cajamarca y Ferrocarril (ver **Figura 17**) y nivel de servicibilidad entre A y B para las intersecciones aledañas (ver simulación final

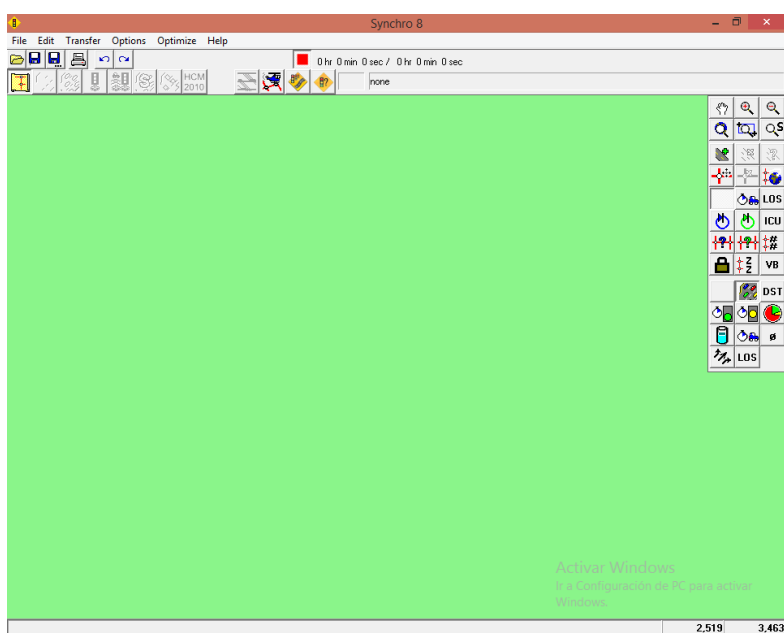
**Figura 18**). Estos nuevos valores de la simulación, en definitiva, aseguran altos niveles de seguridad vial. Es decir, la optimización del tránsito incide forma directa en la seguridad vial de las vías, debido a que el sistema de tránsito es mucho más eficiente, controlando mejor el tráfico vehicular, reduciendo el tiempo de demora por parada de los vehículos, reduciendo accidentes de tránsito y garantizando un mejor desempeño a los usuarios de la vía y la seguridad vial. Por lo tanto, se comprueba que



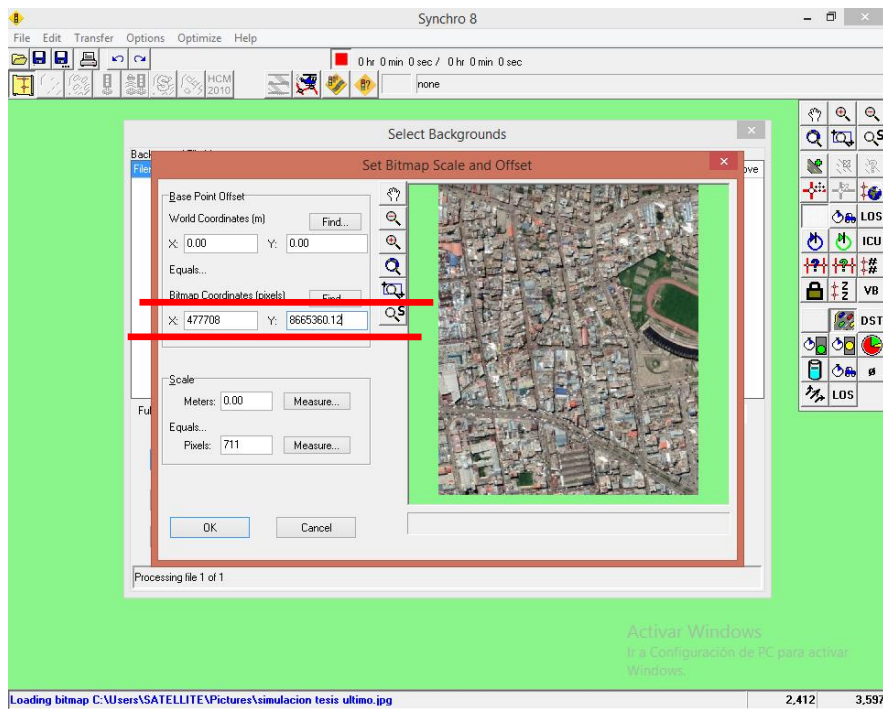
la hipótesis mencionada resulta ser cierta; es decir, optimizar el tránsito garantiza que se cuente con altos niveles de seguridad vial en la provincia de Huancayo.

Por otro lado, y como fue mencionado, la optimización del tránsito se desarrolló con el SYNCHRO, los pasos a seguir para la optimización se detallan a continuación:

**Figura 9**  
*Interfaz del programa SYNCHRO*



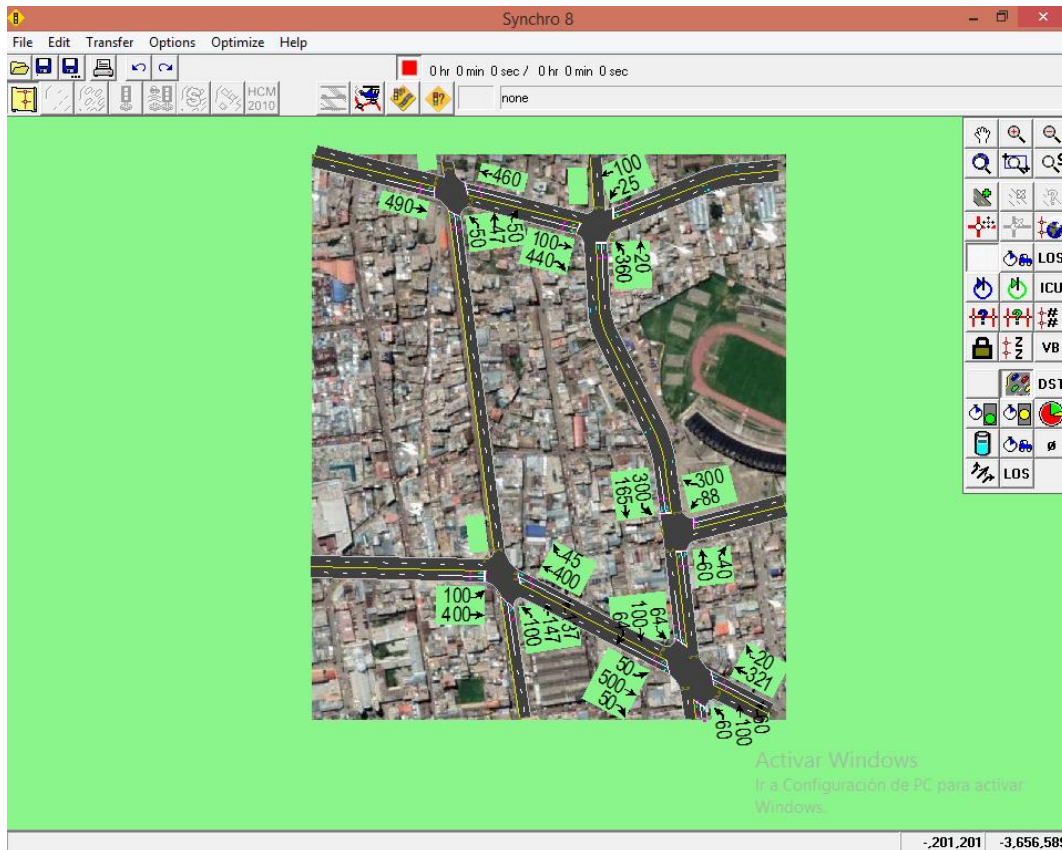
**Figura 10**  
*Inserto de captura de imagen de Google Earth y codificación de coordenadas*



Una vez se abre el programa (**Figura 9**) lo primero a realizar es cargar la imagen, obtenida de Google Maps, de las vías a evaluar; en este caso de la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca (**Figura 10**), en el programa para que identifique la intersección correctamente, es necesario que se coloquen las coordenadas geográficas.

### **Figura 11**

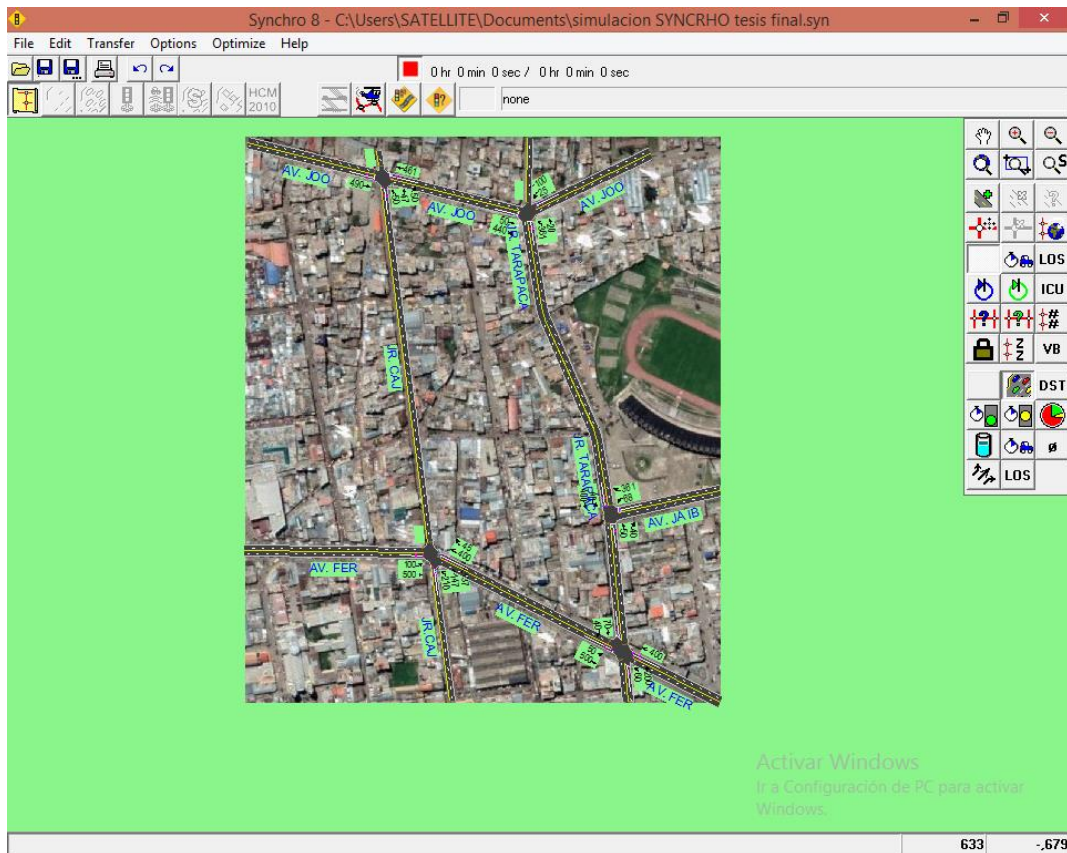
Creación de carriles, direcciones y número de vehículos que circularan por las vías



Una vez se haya cargado el mapa y colocado las coordenadas geográficas, el programa identifica las calles a evaluar, según el mapa o imagen que se cargó. Esto es necesario para crear los carriles, que en la Av. Ferrocarril consta de 4 a 6 carriles, con orientación de norte a sur, de sur a norte y de oeste a este; asimismo, se coloca las direcciones de los carriles y el número de vehículos que circulan en las vías (ver *Figura 11*).

**Figura 12**

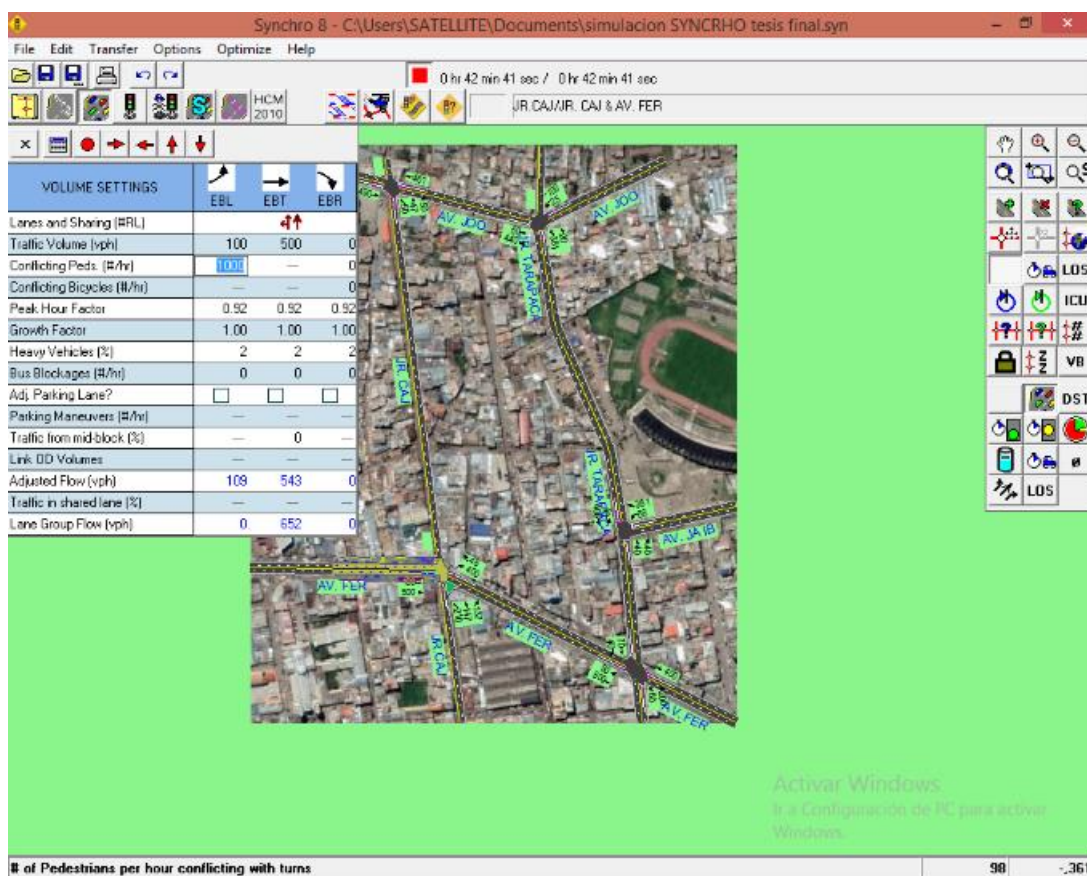
Ingreso del nombre de las vías



En el estudio, se identificó que en promedio el volumen vehicular promedio fue de 859 vehículos por hora, entre mototaxis, combis, taxis, camionetas, buses, buses de 6 ejes, y buses de carga pesada. Mientras que el aforo vehicular promedio fue de 2456 vehículos por día. Una vez se hayan registrado tales datos, se procede a colocar el nombre de las vías (ver **Figura 12**), ello para identificar e interpretar mejor los resultados de la simulación.

**Figura 13**

Ingresando número de peatones por hora que cruzan las vías

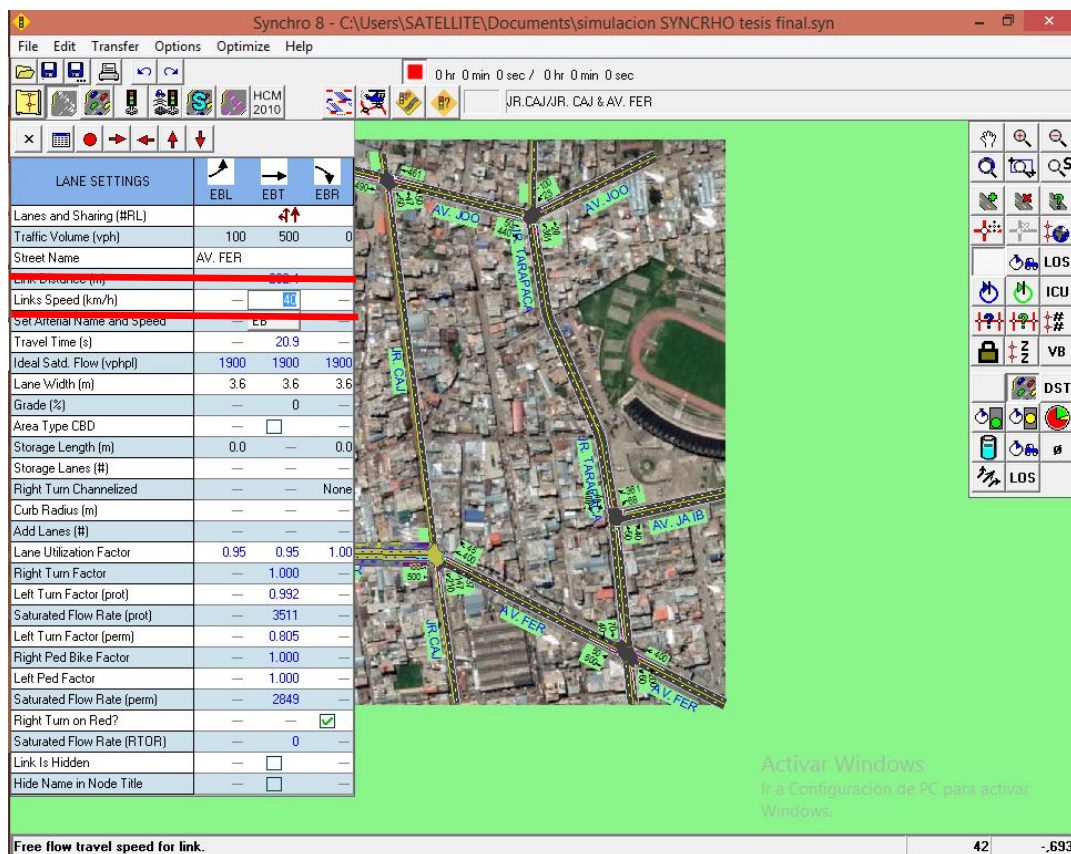


Entre otros de los factores para optimizar el tránsito, se encuentra la cantidad de peatones que cruzan las vías, en el estudio este número fue de 829 y 823 para la intersección 3 en el tramo Huancayo – Ocopilla, en ambos sentidos; mientras que para la intersección 4 fue de 475 y 470, personas en promedio, para el mismo tramo y ambos sentidos; haciendo un total de 1652 y 944 personas total en promedio para ambas intersecciones. Sin embargo, con la optimización, se calculó con un aforo peatonal de 1000 personas por hora que cruzan la vía.

**Figura 14**

Ingreso de velocidades en cada vía

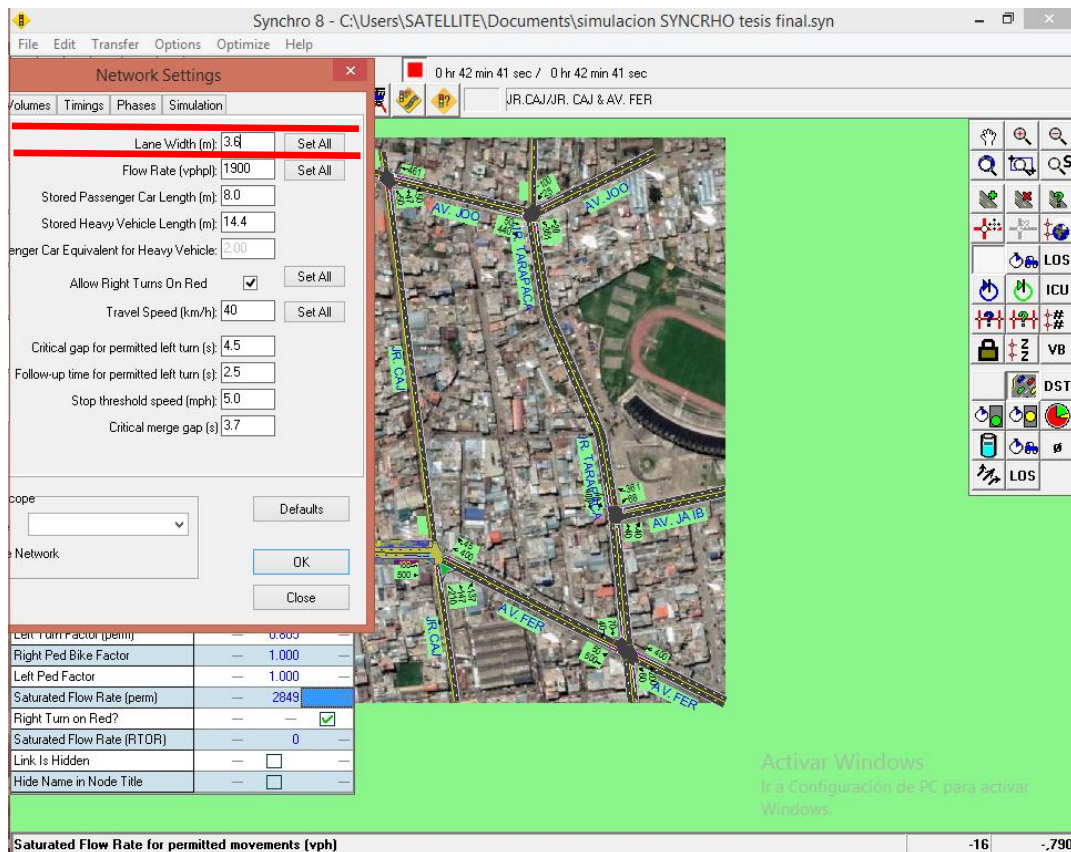




La velocidad en la que transitan los vehículos es de suma importancia para optimizar el tránsito; según la nueva disposición del Reglamento Nacional de Tránsito, los vehículos no podrán exceder los 30 km/h en calles y jirones, y los 50 km/h en avenidas, cómo es el caso de la intersección entre Jr. Cajamarca y Av. Ferrocarril; el cual segun los hallado la velocidad fue de 37.04 km/h, para la vía de Huancayo - Chilca y Huancayo - Tambo); mientras que en la vía de Huancayo - Ocopilla, fue de 35.78 km/h. Por otro lado, para la nueva optimización, se colocó un valor mayor de 40 km/h en todas las vías.

**Figura 15**

*Ingresando y estandarizando ancho de carriles*



**Figura 16**  
*Estandarizando factor de hora punta*

Synchro 8 - C:\Users\SATELLITE\Documents\simulacion SYNCRHO tesis final.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 42 min 41 sec / 0 hr 42 min 41 sec

2 JR CAJ/JR CAJ & AV FER

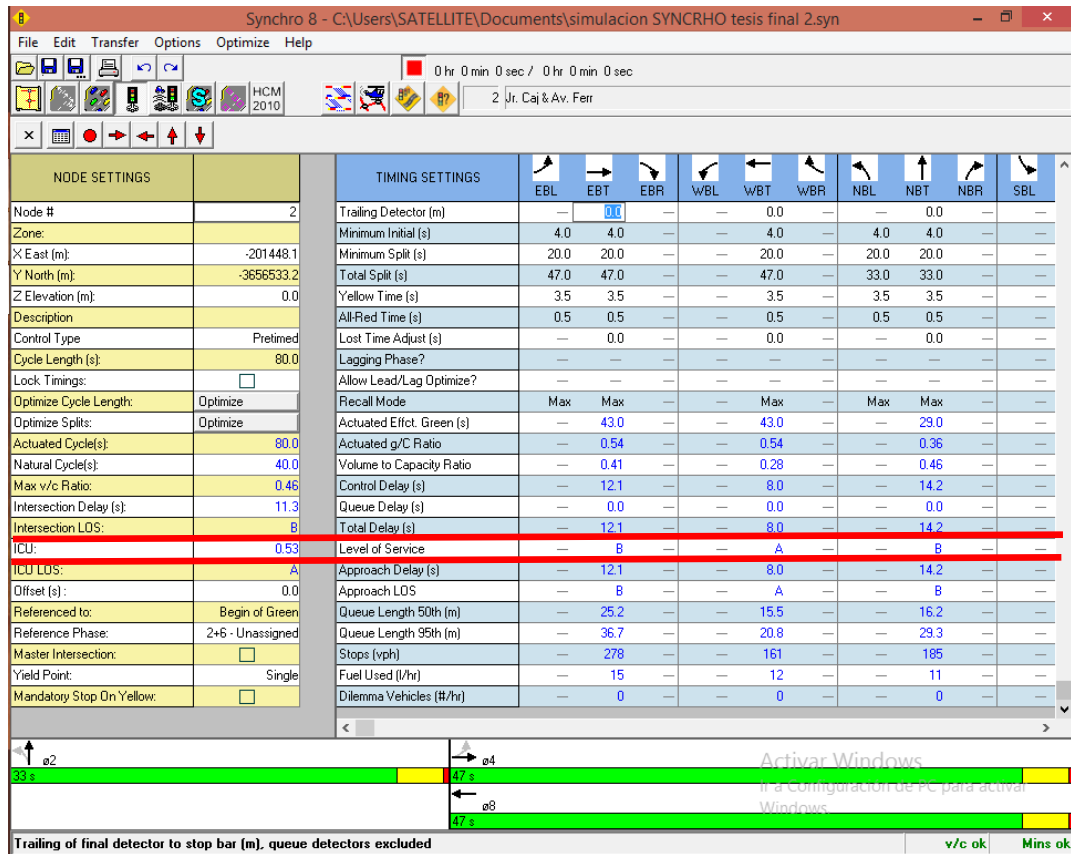
VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕					
Traffic Volume (vph)	100	500	0	0	400	45	210	147	137	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	1000	--	0	0	--	500	1000	--	1000	0	--	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Traffic from mid-block (%)	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--
Link OD Volumes	--	--	--	--	WB	--	--	--	--	--	SB	--
Adjusted Flow (vph)	109	543	0	0	435	49	228	160	149	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lane Group Flow (vph)	0	652	0	0	484	0	0	537	0	0	0	0

Los últimos valores, antes de determinar el nivel de serviciabilidad en las vías, es agregar el ancho de carriles y el factor de hora punta de las vías. En el estudio se encontró que el factor de hora punta fue de 0.98 en promedio, indicando una gran concurrencia y tráfico en las horas pico de la intersección Cajamarca y Ferrocarril. No obstante, para optimizar el sistema de tránsito, se colocó el valor del ancho de las

vías que fue de 3.6 m, y un factor de hora pico de 0.92, inferior al valor actual (ver **Figura 16**).

**Figura 17**

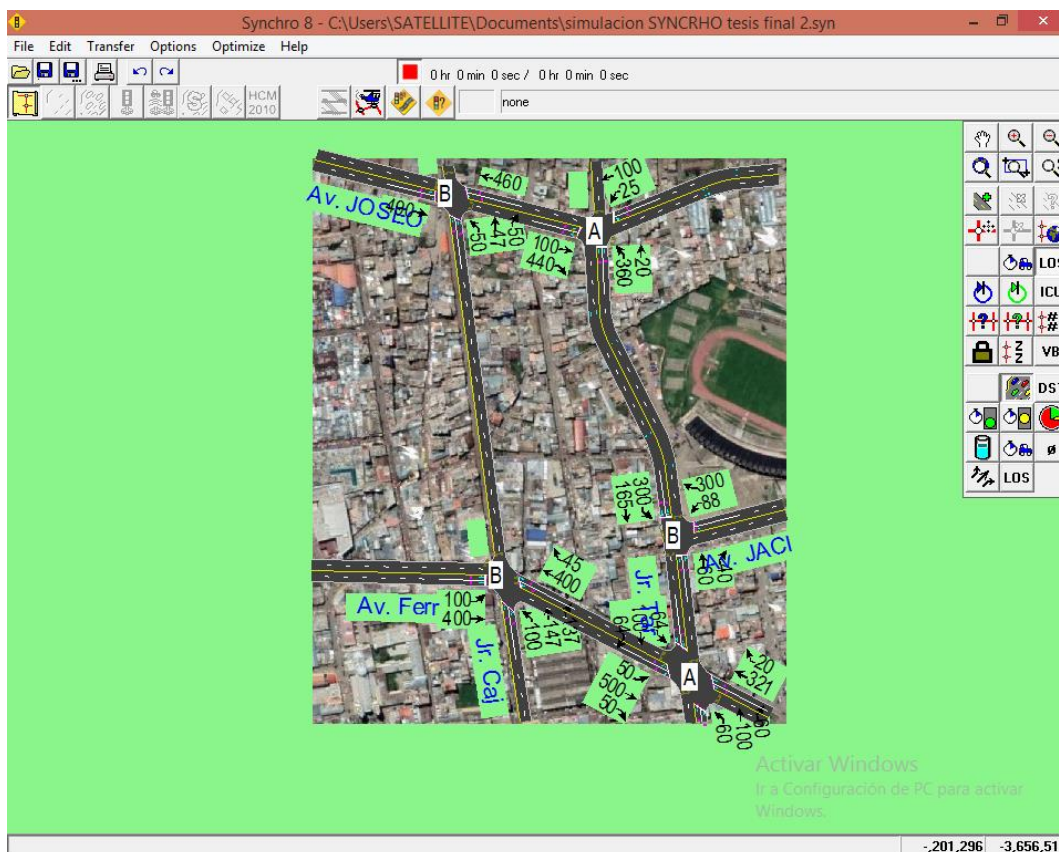
*Determinación del nivel de serviciabilidad en las vías*



**Figura 18**

*Simulación final*





En la **Figura 17**, se determina el nivel de servicio con los nuevos parámetros colocados en el programa SYNCHRO, obteniendo un nivel A y B para los tres sentido de la vía, norte-sur, sur-norte y oeste-este. Este valor, significa una gran mejora en el tiempo de demora para que un vehículo avance, reduciendo de 60 segundos (nivel E) a un máximo de 15 segundos (nivel B) o 5 segundos (nivel A) de demora. Esta mejora del nivel de servicio de la intersección evaluada, también influye a las avenidas e intersecciones aledañas, tal como se detalla en la

**Figura 18**, observándose que en las intersecciones de Jr. Cajamarca y Av. José Olaya, el nivel de serviciabilidad es B, para intersección Av. Ferrocarril y Jr. Tarapacá, un nivel A, similar para la intersección del Jr. Tarapacá con José Olaya. Por la tanto la nueva optimización del sistema de tránsito; en primer lugar, mejora el nivel de serviciabilidad, lo cual garantizará que los niveles de seguridad sean altos; debido a una mejor semaforización, respecto a la velocidad de vehículos, flujo peatonal, entre otros.

### **5.2.5. Prueba de la hipótesis general**

La hipótesis formulada indica que: El diseño y cálculo de indicadores de tránsito mejoran los niveles de seguridad vial –Huancayo, esto se comprueba ya que,

En términos generales, la hipótesis formulada se comprueba, ya que el sistema de tránsito y la optimización del tránsito influye de forma significativa en la seguridad vial. Esto revela que, al identificar los tipos de vehículos que recorren una vía pública se logra determinar las señalizaciones que se requiere para que no haya una congestión vehicular excesiva y lograr reducir los accidentes de tránsito debido al mal uso de los carriles, lo cual es muy usual cuando no se ubican que tipos de vehículos circulan por las vías. Asimismo, el gestionar los incidentes vehiculares que surgen como accidentes, mal uso de carriles, mala ubicación de las señalizaciones, el tiempo que se demoran los vehículos en transitar, etc. Lo cual facilita la implementación de un plan de optimización para mejorar lo anteriormente mencionado, con el fin de garantizar una mejor seguridad vial y reducir el índice de peligrosidad, de mortalidad, de accidentalidad causada por los accidentes de tránsito y analizar los riesgos que puede ocasionar dicha situación en la población. Por lo tanto, permite mejorar el nivel de la seguridad vial, como disciplina, aplica las acciones y mecanismos dentro del buen funcionamiento de las vías públicas, ya que involucra al factor humano, infraestructura y medios de transporte.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados hallados manifestaron que el diseño y cálculo de indicadores de tránsito mejoran los niveles de seguridad vial, es decir si las carreteras denotan un diseño de infraestructura adecuado, considerando señalizaciones, definición de carriles y el cálculo de la cantidad de vehículos que la recorrerán por hora se conseguirá optimizar la seguridad vial. De este modo, se evitarán los accidentes de tránsito y mejorará la percepción de los peatones y conductores frente a las reglas de tránsito. Dicho hallazgo coincide con el resultado obtenido por Márquez (8), este autor identificó en su tesis que, los accidentes de tránsito en un tramo logran ser evitados al mejorar los cálculos y el diseño del sistema tránsito, el volumen de tránsito y la serviciabilidad de las vías tránsito. Debido a que, al identificar tales indicadores se logró detectar la existencia de grandes tramos de distancia entre las pendientes de la carretera y señalizaciones reguladoras del tránsito. Esto le permitió identificar la presencia de obstrucciones sobre la carretera, siendo estas las que afectan en muchas ocasiones, el alumbrado público y soportes de señalización y; en consecuencia, perjudican los niveles de seguridad vial en la carretera. El autor afirmó que al hallar los indicadores se encuentran las delimitaciones en los tramos del pavimento y permite establecer y desarrollar el mantenimiento de los tramos y colocación de barreras de seguridad que regulen el tránsito, convirtiendo al pavimento como una de las principales señales de alerta en las mismas. Por lo tanto, confirmo que al mejorar el diseño del tránsito y calcular los indicadores de tránsito se mejorará la seguridad de las vías e incrementará la confianza entre los usuarios de la vía.

Asimismo, Guevara y Norabuena (9) en su investigación hallaron que, la seguridad vial se ve afectada por el diseño de la misma, provocando despistes y volcaduras en la carretera, siendo los automóviles los vehículos con mayor porcentaje de participación en estos. Asimismo, identificaron que el indicador que influye más en la seguridad vial es el volumen de tránsito, puesto que se registró un incremento del mismo, ocasionando accidentes y congestión vehicular. También, revelaron que los controles de los dispositivos mejoraron la seguridad y permitieron reaccionar de manera acertada a las condiciones geométricas y otros elementos, lo que llevo a predecir una reducción en el porcentaje de accidentes de tránsito. Es así que, los autores concluyeron que entre los elementos de la inseguridad vial se consideraron a la escasa cantidad de barreras de seguridad, el poco mantenimiento de dispositivos,

la nula implementación de bandas sonoras y transversales siendo los principales indicadores de para modificar y garantizar la seguridad vial.

El resultado descrito se comprueba con las teorías formuladas por Alfaro y Gómez (17), Ulloa (33), Rodrigo (7) y MTC (25), las cuales refieren que es importante identificar los indicadores que limitan la seguridad vial de las vías, ya que de este modo se consigue información precisa sin ambigüedad sobre el diseño de la carreta y el cálculo del tránsito que recorre sobre esta. Por lo tanto, los indicadores son herramientas cualitativas o cuantitativas que muestran señales sobre una situación cotidiana del tránsito, logrando mejorar el tránsito vehicular y reducir el incremento de accidentes de tránsito, que traen una elevada tasa de muertes y lesiones. De este modo, se consigue cumplir con las normas de tránsito y con las características y condiciones técnicas, como la iluminación señalización óptica, la revisión a los sistemas de frenos y neumáticos, la construcción, equipado y diseño de la carrocería. En tal sentido, se define a los indicadores de tránsito como los datos que proporcionan información precisa de las variables de tránsito, las cuales, mediante la incorporación de un software especializado, facilitan el diseño y la implementación de medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo.

Con respecto al nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito, se identificó que fue en promedio el nivel E, es decir los vehículos que transitan en la intersección de la Av. Ferrocarril y el Jr. Cajamarca demoran en promedio entre 50 segundos a 60 segundos cada vez que intentan transitar durante la congestión vehicular, este rango de retraso es considerado aceptable en los tramos largos; sin embargo, el tramo mencionado no lo es, señalando que el nivel de serviciabilidad puede llegar a ser un E, el cual es el rango menos aceptable debido a que indica una demora de más un 1 minuto en los vehículos durante la congestión vehicular. Este resultado se confirma con las teorías postuladas por Maqbool et al. (34) y Pradena (18), estas manifiestan que el nivel de serviciabilidad de las vías es un sistema que facilita la valoración de la capacidad de servicio del pavimento de manera subjetiva. Dicho análisis permite estimar de manera satisfactoria la calificación del pavimento y las medidas objetivas de los mismos, lo cual define el índice de serviciabilidad ( $P_o$ ) como una condición que tiene el pavimento luego de concluir su construcción; de manera que, para su construcción, resulta necesaria la consideración de los métodos de construcción según

la calidad del pavimento la requiera. Así pues, este índice se relaciona con las evaluaciones sobre las características físicas, cuantificadas de manera objetiva; además, describen las operaciones que considera las demoras por vehículo entre los 40 segundos hasta los 60 segundos. Estos niveles son considerados por agencias como un límite de un retraso aceptable. Indican una pobre progresión y longitudes de ciclo muy largos y relaciones altas de v/c.

Este hallazgo concuerda con los obtenidos por Llanos e Ynga (10), dichos autores identificaron en su estudio que las vías de tránsito se caracterizan por contar con acceso a distintas calles y que en la mayoría de los casos se ocasionan accidentes de tránsito por vehículos privados y por invasión del carril. Asimismo, indicaron que una inadecuada programación de los tiempos asignados a la semaforización y un elevado índice de aforo vehicular originan problemas en el tránsito. De manera que el autor concluyó que, a pesar del bajo índice de accidentalidad, es necesaria la aplicación de factores de expansión en la zona; así como también la modificación del diseño geométrico, ya que las demoras existentes por cada vehículo suelen ser entre 40s – 60s, originando mucho tráfico y accidentes vehiculares (10). Por otro lado, Alcázar y Cornejo (11) en su tesis hallaron lo siguiente: el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito se mide por la composición vehicular de los sistemas viales, predominando autos, la hora de afluencia vehicular y el rango de tiempo que permanecen parados. Además, hallaron que las deficiencias en los dispositivos de control de la avenida son considerados muy altos lo que genera una alta probabilidad de ocurrencia de accidentes y que contribuyen con permanencia de entre más de 1 min en las vías, originando congestión vehicular.

Con respecto al volumen de tránsito vehicular, la hipótesis indicó que se estimaba entre 700-800 VHMD; sin embargo, en el estudio se identificó que en el sentido Norte – Sur se identificó un promedio de 1017 VHMD, en el sentido Sur – Norte, un promedio de 1111 VHMD y en el sentido Este – Oeste, un promedio de 449 VHMD, haciendo un promedio de 859 VHMD, valor superior al planteado por la hipótesis. Por lo tanto, este flujo de vehículos es normal en las vías multicarriles con mucha congestión vehicular. Debido a que, la zona analizada (Av. Ferrocarril con Jr. Cajamarca), es una zona muy comercial que demanda el uso de distintos medios de transportes, ya que se encuentra ubicada en una zona de ventas céntrica. Asimismo,

evidencia mayor congestión vehicular en las horas pico, siendo por las mañanas entre las 7am a 9am y por las noches, desde las 5 pm hasta las 7 pm. Por tanto, se identificó que en el factor pico en los tres sentidos de la zona analizada fue de la siguiente forma: de Norte a Sur 0.97, de Sur a Norte 0.98 y de Este a Oeste 0.98, siendo el promedio 0.98. este valor es típico en las vías multicarriles, debido a que en las zonas urbanas la congestión vehicular se da en mayor cantidad durante las mañanas y noches, denotando estar entre 0.80 a 0.95, lo cual según Dextre (19) y Garber y Hoel (20) es la cantidad de vehículos que figuran en el tránsito vehicular, y se le define como el fenómeno originado por el flujo constante de automóviles u otros vehículos en una calle, vía o autopista determinada. Además, señalan que es uno de los aspectos esenciales del sistema de tránsito que permite informar y analizar el comportamiento del tránsito. Entonces se describe al análisis del flujo vehicular como la forma en que los vehículos, sin importar su viabilidad, permite determinar el volumen total del tránsito vehicular. Asimismo, Silvera (35) indica que la distribución del volumen de tránsito permite identificar la distribución de los volúmenes de tránsito que se da por cada carril en una vía junto con el flujo, el cual se considera como una herramienta hidráulica. Por tanto, el autor afirma que el volumen de tránsito varía según el tipo de zona, revelando que las zonas urbanas poseen un mayor volumen de tránsito durante las noches y mañanas. Esto señala la importancia de identificar el volumen promedio de vehículos, considerando el tipo de zona en la que está definida la carretera por analizar.

Con respecto al sistema de tránsito, se halló que influyó de manera significativa en la seguridad vial, puesto que un buen sistema de tránsito reduce el nivel de exposición de riesgos, el índice de peligrosidad, el índice de mortalidad y el índice de accidentalidad originado por la congestión vehicular, el inadecuado uso de los carriles en las carreteras y el pésimo diseño de las mismas. Este hallazgo concuerda con la teoría formulada por el MTC (23), Quintero (21) y Garber y Hoel (20), dichos autores indican que el sistema de tránsito es la suma de elementos involucrados en la movilización, sobre las vías de tránsito, que persiguen satisfacer la necesidad de accesibilidad de los individuos, operar de forma eficiente para brindar alternativas variadas de transporte, consumir de modo responsable los recursos no renovables y proporcionar alternativas que disminuyan los altos índices de contaminación ambiental causado por los vehículos. Para ello es prescindible identificar los sistemas de tránsito,

los cuales son la cantidad de vehículos y tipos de vehículos que se desplazan por hora, a los conductores de los vehículos, ya que son ellos los responsables de la información sobre las funciones mentales y físicas que ejecuta para transportar la carga que contiene su vehículo y el estado de la vía pública, si este cuenta con los indicadores necesarios que garantice la seguridad vial.

El resultado descrito concuerda con los hallazgos obtenidos por los investigadores Cabarkapa y Avramovic (36), quienes identificaron que el estado de la seguridad vial depende del nivel del riesgo público originado por el transporte de la carretera, por el sistema de tránsito de la carretera y por el deterioro de la misma. Por tanto, la implementación de mejoras en el diseño de la carretera y el cálculo del sistema de tránsito lograron mejorar la seguridad y vial y redujeron la cantidad de accidentes tránsito en las carreteras. De manera que, los autores concluyeron que la coordinación de actividades sobre el tipo de sistema de tránsito mostró la posibilidad de implementar nuevas técnicas de mejora y compartimiento de las responsabilidades, fomentando el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad vial en las comunidades, estableciendo un nuevo sistema de tránsito. Por otro lado, Portilla (37) en su investigación confirmó la influencia del sistema de tránsito en la seguridad vial, a partir de un adecuado gestionamiento del transporte y tránsito. Ya que al emplear un sistema de tránsito se logró determinar la capacidad vehicular de las carreteras, la afluencia de los transportes públicos por hora, permitiendo modificar las posibles fallas halladas para mantener una seguridad vial óptima y reducir de forma significativa la mortalidad debido a los accidentes de tránsito. Además, se concluyó que el no contar con un sistema de manejo de información del tránsito, se identifica una grave afectación en los resultados de los indicadores, produciendo impactos negativos sobre el sistema de transporte.

En relación a la optimización del tránsito, se identificó que garantiza significativamente los altos niveles de seguridad vial, dado que al optimizar el tránsito se logra gestionar los incidentes y diseñar un plan de optimización desde la programación de señalizaciones y tiempos requeridos para que no se genere congestión vehicular. De este modo, se obtiene datos y se programa las señalizaciones para evitar accidentes vehiculares. Lo cual se confirma con la teoría formulada por MTC (23) y Castán et al. (38), esta afirma que la optimización del tránsito incide forma directa en la seguridad vial de una carretera, ya que se encuentra relacionada con la eficiencia de

los sistemas de tránsito. Ello expresa como finalidad a la reducción de accidentes de tránsito, considerando el control de tráfico, la gestión y detección de accidentes sobre dos niveles funcionales encargadas de proveer las plataformas tecnológicas y funcionalidad de las capturas sobre la información y la gestión y detección de incidentes según la clasificación de los datos recolectados, los cuales son procesados por un sistema de algoritmos. De este modo, se logra determinar y garantizar la seguridad vial de una carretera, involucrando el mejoramiento de la programación lineal, de la programación integral y de la programación dinámica de la misma.

Este hallazgo coincide con los resultados obtenidos por Montoya et al. (13), Chica et al. (14) y Varhelyi (39), estos investigadores identificaron que optimización del tránsito garantizó altos niveles de seguridad vial, dado que al mejorar las superficies pavimentadas, el rendimiento de las vías en función a su diseño geométrico, los grados de curvatura, pendientes y evaluación, se consiguió incrementar el dispositivo de seguridad vial en base a las técnicas geodésicas. Por otro lado, determinaron que el área analizada al no cumplir con la normativa relacionada con la señalización perjudica de forma directa la seguridad vial. Por lo que los autores concluyeron que, los procedimientos contribuyeron a la determinación de las áreas de riesgo y generación de un plan de reducción de riesgos, óptimo, para apoyar el futuro en la toma de decisiones que garantice un mejor desempeño a los usuarios de la vía y la seguridad vial.

Finalmente, Maqbool et al. (34) reveló que la seguridad vial se logra acrecentar mediante la optimización de del tránsito, porque proporciona un entorno seguro a los usuarios de las carreteras y permite propiciar en los peatones, conductores un comportamiento oportuno, logrando propiciar la seguridad integral de los ciudadanos. Así pues, la seguridad vial se convierte en un sistema integrado, que considera el todo como un todo, considerando un conjunto de actividades realizadas por los actores involucrados en el ambiente físico. Puesto que, encarga de determinar los factores y condicionantes de accidentes de tráfico y otros tipos de incidentes que generen gran impacto en los usuarios de la vía. Por lo tanto, la seguridad vial, como disciplina, aplica las acciones y mecanismos dentro del buen funcionamiento de las vías públicas, involucrando al factor humano, infraestructura y medios de transporte.



**Tabla 28** Analisis comparativo de resultados

<b>ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS</b>			
<b>TESIS " INDICADORES DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL HUANCAYO"</b>			
<b>TESISTA: GLADYS JAVIER RAMOS</b>		<b>ASESOR:</b>	
<b>RANDO PORRRAS OLARTE</b>			
<b>ITEMS</b>	<b>EN LA ACTUALIDAD</b>	<b>SIMULADO CON SYNCHRO</b>	<b>PROYECTADO A 20 AÑOS</b>
<b>VOLUMEN DE TRAFICO</b>	2294	1539	2798
<b>VOLUMEN DE PEATONES</b>	2596	1739	2069
<b>CICLO DE SEMAFOROS</b>	120	80	80
<b>CICLO VERDE</b>	68	48	48
<b>CICLO ROJO</b>	49	30	30
<b>VELOCIDAD</b>	37	40	40
<b>ANCHO DE CARRIL</b>	3.6m	3.6m	3.6m
<b>ANCHO DE BERMA</b>	1.0m	1.0m	1.0m
<b>PENDIENTE</b>	3+ 3-	3+ 3-	3+ 3-
<b>IMDA</b>	2866	1921	2286
<b>DEMORA POR INTERSECCION</b>	46 seg	15 seg	25 seg
<b>INDICE DE EXPOSICION AL RIESGO</b>	0.000107	0.00008	0.00009
<b>NIVEL DE SERVICIABILIDAD</b>	E	B	c

## CONCLUSIONES

1. El diseño y cálculo de indicadores de tránsito mejoran los niveles de seguridad vial –Huancayo. Es decir, un sistema de tránsito, en el cual se conozca su nivel de serviciabilidad, el volumen de tráfico vehicular, el volumen de tráfico peatonal, factor de hora pico, semaforización, velocidad en que circulan los vehículos, índices de peligrosidad, índices de accidentabilidad, índices de mortalidad, etc., podrá realizar un rediseño de su sistema de manera óptima; a fin de mejorar los niveles de seguridad vial, ya que se lograrán tomar medidas y acciones correctivas para ello; ya sea mediante señalización, mejora del orden vial, mejora del orden peatonal, etc.
2. Se determinó que el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito – Huancayo, en promedio es de nivel E. Este nivel indica que el tiempo de demora para que un vehículo avance esté entre los 40 y 60 segundos, un nivel propio de zonas urbanas y de vías con varios carriles, como lo es la intersección de la Av. Ferrocarril y Jr. Cajamarca; sin embargo, representa un nivel preocupante para el tráfico y tránsito vehicular de la provincia de Huancayo.
3. Se logró estimar los volúmenes del tránsito vehicular en las vías de tránsito – Huancayo fue de 859 VHMD. En el sentido de norte a sur, se encontró un VHMD de 1017 vehículos por hora; en el sentido de sur a norte, el VHMD fue de 1111, y en el sentido de oeste a este, el VHMD fue de 449. Asimismo, se calculó que el Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD) en promedio, de los 3 sentidos, fue de 0.98; propio de vías congestionadas y con varios carriles.
4. Se concluye que el Sistema de Tránsito influye en la seguridad vial - Huancayo. En el estudio se evidenció que un adecuado sistema de tránsito reducirá los índices de accidentabilidad, nivel de riesgo, índice de mortalidad, etc., ya que el sistema de tránsito al estar caracterizado y se conozcan sus indicadores de tránsito, lograrán proponer mejorar para tener una mejor seguridad vial.

5. Se logró plantear la optimización del tránsito, garantizando la seguridad vía; por lo tanto, se encontró que optimizar el tránsito garantizan altos niveles de seguridad vial en la provincia de Huancayo. En el estudio, la simulación resultó con un nivel de serviciabilidad de nivel A y B, mejorando el nivel E actual, reduciendo la demora de parada de vehículos de 60 segundos a un máximo de 15 segundos; una mejora notable de la optimización del tránsito.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se desarrollen diseños y cálculos respecto a los indicadores, de manera que se obtenga una mejora sobre la seguridad vial en los tramos que compete el estudio, así como otros lugares, de esa manera se podrá conocer el volumen, la semaforación y los índices de accidentabilidad, mortalidad, entre otros.
2. Se recomienda en que el periodo que se establece para la espera en los semáforos sea la más adecuada, para ello es necesario realizar una evaluación en las vías principales, ya que tienen un periodo de demora inadecuado, permitiendo la ocurrencia de un tráfico en la vía.
3. Se da por recomendación a la Municipalidad el tener una gestión más óptima respecto a los horarios fijos en la que se generan los tráfico y la demora, y la cantidad de vehículos que transitan dentro de un tiempo establecido. Además, es necesario que se desarrollen información respecto al volumen, de manera constante, de forma que se tomen medidas, en las zonas que más se congestionan las calles debido a la alta demanda de vehículos.
4. Se le recomienda al Municipio de Huancayo, proponer un nuevo sistema de tránsito que considere, el ancho de las vías, el VHMD, el FHMD, los índices de seguridad vial, el aforo vehicular por hora, el aforo de peatones por hora y sobre todo, que considere los tipos de vehículos que puedan transitar sobre las vías evaluadas.
5. Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huancayo que se realice una optimización y evaluación continua del tránsito, ya que, al hacerlo, se permitirá garantizar que existan niveles de seguridad vial adecuados para las personas y para los vehículos, permitiendo que se reduzcan los índices de accidentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **OMS.** *Plan Mundial: decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030*. Ginebra : Organización Mundial de la Salud, 2021.
2. *Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública*. **Pico, María, González, Rosa y Noreña, Olga.** 2, 2011, Hacia la Promoción de la Salud, Vol. 16, págs. 190-204. ISSN 0121-7577.
3. **Banco Mundial.** Datos del Banco Mundial. *Datos del Banco Mundial*. [En línea] S.F. de S.F. de 2020. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.STA.TRAF.P5>.
4. **OMS.** Organización Mundial de la Salud. *Organización Mundial de la Salud*. [En línea] 21 de Junio de 2021. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
5. **ComexPerú.** ComexPerú. *ComexPerú*. [En línea] 17 de Enero de 2020. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/inseguridad-vial-haran-algo-al-respecto>.
6. **Diario Correo.** Diario Correo. *Diario Correo*. [En línea] 06 de Febrero de 2020. <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/mas-de-3-mil-son-las-victimas-de-accidentes-de-transito-en-el-2019-931805/>.
7. *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible*. **Rodrigo, Julián.** 40, 2017, Ambiente y Desarrollo, Vol. XXI, págs. 57-72.
8. **Márquez, Jaison.** *Determinación de la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - túnel punta olímpica km 0+000 al km 49+000, para reducir los índices de accidentes viales, en la región Áncash - 2018*. Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. Tesis de grado.
9. **Guevara, Percy y Norabuena, Jherson.** *Análisis y Propuesta de Mejora de la Seguridad Vial en la Carretera Panamericana Norte, tramo Variante de Pasamayo del km 55 al km 70 aplicando la Metodología del Manual de Seguridad vial*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. Tesis de grado .
10. **Llanos, Ximena y Ynga, Kevin.** *Diseño geométrico para la mejora de la seguridad vial de tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el Distrito de El Agustino, Lima - Perú*. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019. Tesis de grado.
11. **Alcázar, Jean y Cornejo, Franklin.** *Análisis y propuesta de mejora de la seguridad vial en la avenida de evitamiento de la ciudad del cusco aplicando una inspección de seguridad vial de la metodología del Manual de Seguridad Vial MSV-2017*. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2021. Tesis de grado.
12. **Estrada, Luz y Soto, Saira.** *Análisis de la seguridad vial en la av. Atahualpa, que une los distritos de Cajamarca y Baños del Inca, aplicando la metodología de inspección de seguridad vial y el método predictivo del Manual HSM 2010, para la reducción de accidentes de tránsito*. Cajamarca : Universidad Privado del Norte, 2021. Tesis de grado.
13. *Road Safety Analysis of High-Risk Roads: Case Study in Baja California, México*. **Montoya, Marco, y otros.** 45, 2020, Safety, Vol. 6, págs. 1-18.

14. *Indicadores de movilidad sostenible, análisis y sus perspectivas para el desarrollo en el caso del Cantón Santa Rosa*. **Chica, Joffre, Carriel, Viviana y Castillo, Yonimiler**. 1, 2021, *Conciencia Digital*, Vol. 4, págs. 22-43. ISSN 2600-5859.
15. *Perspectiva de la seguridad vial en países en desarrollo – Colombia*. **Lozano, Grace, Muñoz, Diego y Villalba, Vanessa**. 42, 2018, *Espacios*, Vol. 39, págs. 11-22. ISSN 0798 1015.
16. **CONEVAL**. *Manual para el diseño y la construcción de indicadores*. México D.F. : Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2013. ISBN 978-607-95986-6-2.
17. *Un sistema de indicadores para la medición, evaluación, innovación y participación orientado a la administración pública*. **Alfaro, César y Gómez, Javier**. 2, 2016, *methaodos.revista de ciencias sociales*, Vol. 4, págs. 274-290. ISSN 2340-8413.
18. *Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados*. **Pradena, Mauricio**. 2, 2006, *Revista de la Construcción*, Vol. 5, págs. 16-22. ISSN 0717-7925.
19. **Dextre, Juan**. *Seguridad vial: la necesidad de un nuevo marco teórico*. Departamento de Geografía . Bellaterra : Universidad Autónoma de Barcelona, 2010.
20. **Garber, Nicholas y Hoel, Lester**. *Ingeniería de tránsito y carreteras*. México D.F. : Thomson, 2005. ISBN 0-534-38743-8.
21. *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible*. **Quintero, Julián**. 40, 2017, *Ambiente y Desarrollo*, Vol. 21, págs. 57-72.
22. **MTC**. *Reglamento Nacional de Vehículos - Decreto Supremo N° 058-2003-MTC*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003.
23. —. *Manual de Seguridad Vial*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.
24. *Accidentes de tránsito con heridos información: caracterización general y tipologías de accidentes*. **Ruiz, José y Herrera, Aura**. 1, 2016, *Revista CES Psicología*, Vol. 9, págs. 32-46. ISSN 2011-3080.
25. **MTC**. *Reglamento Nacional de tránsito - Decreto Supremo N° 016-2009-MTC*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009.
26. **CMD Certification**. *Sistema de gestión de la seguridad vial: requisitos y recomendaciones de buenas prácticas*. - : CMD Certification, 2012.
27. **Góngora, Juan**. *Indicados Kilómetros - Vehículo Recorridos (KVR)*. México D.F. : Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo México, 2012. ISBN 978-607-95960-9-5.
28. *A hazard index for roadside of two-lane rural roads*. **Rivera, Juan y Echaveguren, Tomas**. 184, 2014, *Dyna*, Vol. 81, págs. 55-61. ISSN 0012-7353.
29. **MTC**. *Manual de carreteras: diseño geométrico DG - 2018*. Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.
30. **Bernal, César**. *Metodología de la investigación*. Tercera. Bogotá : Pearson, 2010.

31. *Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria*. **Lozada, José**. 2014, CIENCIAMÉRICA, págs. 34-39.
32. **Arias, Fidiás**. *El Proyecto de Investigación*. Séptima. Caracas : Ediciones El Pasillo, 2016.
33. *El tránsito vehículo-peatonal desde un punto de vista psicocultural*. **Ulloa, Gilbert**. 45-46, 2011, Revista Costarricense de Psicología, Vol. 30, págs. 95-112.
34. *Road safety and road accidents: an insight*. **Maqbool, Younus, Sethi, Ankit y Singh, Jagdeep**. 4, 2019, International Journal of information and computing science, Vol. 6, págs. 93-105. ISSN 0972-1347.
35. **Silvera, M**. *Distribución del volumen de tránsito*. 2013.
36. *Road Safety Management in Local Communities*. **Čabarkapa, Milenko y Avramović, Zoran**. 1, 2016, Journal of Information Technology and Applications, Vol. 6, págs. 34-43.
37. **Portilla, Vicente**. *Metodología para la construcción y cálculo de indicadores de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial aplicados en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, para el Caso Municipal Lago*. Quito : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016. Tesis de maestría.
38. *Control de tráfico basado en agentes inteligentes*. **Castán, José, y otros**. 50, 2014, Polibits, págs. 61-68. ISSN 1870-9044.
39. *Road Safety Management – The Need for a Systematic Approach*. **Varhelyi, Andras**. 1, 2016, The Open Transportation Journal, Vol. 10, págs. 137-155.

**ANEXOS**



## Anexo 1

## Matriz de Consistencia

Título: DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

Autor: Gladys, Ramos Javier.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<b>Problema General:</b>  ¿De qué manera el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo?	<b>Objetivo General:</b>  Determinar la manera en que el diseño y cálculo de los indicadores de tránsito influyen en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.	<b>Hipótesis General:</b>  El diseño y cálculo de los indicadores de tránsito mejoran la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.  <b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable dependiente:</b>  Indicadores de tránsito.  <b>Variable independiente:</b>  Seguridad vial.	<b>Tipo de Investigación:</b>  Aplicada.  <b>Nivel de Investigación:</b>  Explicativo descriptivo.  <b>Método General:</b>  Analítico sintético.  <b>Diseño:</b>  No experimental transversal.	<b>de Población:</b>  Vías de tránsito de la Ciudad Huancayo.  <b>Muestra:</b>  -  .Av. Ferrocarril Cdra. 13 y Jr. Cajamarca Cdra. 7 – Huancayo.	<b>Técnicas:</b>  Observación.  <b>Instrumentos:</b>  Ficha de observación.
<b>Problemas específicos</b>  1. ¿Cuál es el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo? 2. ¿Cuál es el volumen de tránsito vehicular de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo? 3. ¿Cómo influye el Sistema de Tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo? 4. ¿Qué garantiza el optimizar el tránsito en	<b>Objetivos específicos</b>  1. Determinar el nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito en la ciudad de Huancayo. 2. Estimar el volumen de tránsito vehicular en las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo. 3. Explicar la influencia del Sistema de Tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo. 4. Identificar que garantiza el optimizar el	  1. El nivel de serviciabilidad de las vías de tránsito de la ciudad de Huancayo en promedio es de nivel E. 2. El volumen de tránsito vehicular de la ciudad de Huancayo es de 700-800 VHMD en promedio. 3. El sistema de tránsito influye de forma significativa en				

---

la seguridad vial en la ciudad de Huancayo?	tránsito en la seguridad vial en la ciudad de Huancayo.	la seguridad vial de la ciudad de Huancayo. 4. La optimización del tránsito garantiza los altos niveles de seguridad vial en la ciudad de Huancayo.
---------------------------------------------	---------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

## Anexo 2

## Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Medida	Instrumento	
Indicadores de tránsito	Datos que proporcionan información precisa sobre las características de las variables del tránsito, las que, al incorporarlas en un software, facilitan el diseño e implementación de medidas de gestión y seguridad que optimicen su desarrollo (Rodrigo, 2017).	Datos que proporcionan información precisa sobre la caracterización del sistema nacional de tránsito. Es así que es posible evaluar el volumen, el sistema y la optimización del tránsito	Serviciabilidad	Índice de serviciabilidad	Nivel de servicio (HCM 2010)	Po	Ficha de observación	
			Volumen de tránsito	Volumen de tránsito absoluto	Tránsito anual	TA		
					Tránsito mensual	TM		
					Tránsito semanal	TS		
					Tránsito diario	TD		
					Tránsito horario	TH		
					Tránsito flujo	q		
			Volumen promedio diario	Volumen promedio diario	Volumen horario máximo anual	VHMA		
					Volumen horario máximo demanda	VHMD		
					Volumen horario de proyecto	VHP		
			Sistema de tránsito	Sistema de tránsito	Vehículo	Tipo de vehículo.		M, N, O.
					Vía pública	N° de vías.		N° de vías.
Optimización de tránsito	Optimización de tránsito	Gestión de incidentes	Clasificación de datos.	Sistema de logaritmos.				

		Plan de optimización	Tipo de programación	Programación lineal		
				Programación integral		
				Programación dinámica		
Seguridad vial.	<p>Resultado de los esfuerzos deliberados y sistemáticos por parte de los sectores sociales (tanto como agencias gubernamentales y no gubernamentales), producto de la cada vez mayor y alarmante tasa de accidentes de tráfico. Actualmente, se identifica a la seguridad vial como un componente esencial que debe integrarse en las carreteras y su sistema de gestión, con el fin de proporcionar un entorno seguro a los usuarios de las carreteras (Maqbool et al., 2019).</p> <p>Conjunto de esfuerzos sistemáticos que componen parte esencial de la integración del sistema de tránsito nacional; de manera que se evalúan los indicadores de exposición al riesgo, los indicadores de la seguridad vial y los indicadores intermedios</p>	Indicadores de exposición al riesgo.	Distancia recorrida	Longitud del recorrido	Km.	
			Nivel de exposición al riesgo.	Índice medio diario anual	IMDA	
		Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Índice de peligrosidad		Normal	IP
					Grave	IPG
		Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Índice de mortalidad		Normal	IM
				Índice de accidentalidad	Leve	IA
		Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Análisis de riesgo			Mortal
					Accidentalidad por concentración	Número de accidentes
		Indicadores intermedios.	Diseño geométrico		Alineamiento vertical	Curvas verticales
					Alineamiento horizontal	Ancho de acotamiento
			Sección transversal	Nivel de accidentalidad		

---

	Velocidad segura y condición del conductor	Visión precisa	2 - 4 grados
		Visión útil	20 - 30 grados
		Visión completa horizontal	180 grados
	Formación en respuestas de emergencia	Sistemas de atención temprana	Sistema de atención

---

### Anexo 3

#### Matriz de operacionalización del instrumento

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Medida
Indicadores de tránsito	Serviciabilidad	Índice de serviciabilidad	Grado de estructura	Po
			Tránsito anual	TA
	Volumen de tránsito	Volumen de tránsito absoluto	Tránsito mensual	TM
			Tránsito semanal	TS
			Tránsito diario	TD
			Tránsito horario	TH
			Tránsito flujo	q
			Volumen horario máximo anual	VHMA
			Volumen promedio diario	VHMD
			Volumen horario de proyecto	VHP
	Sistema de tránsito	Vehículo	Tipo de vehículo.	M, N, O.
			Vía pública	N° de vías.
	Optimización de tránsito	Gestión de incidentes	Clasificación de datos.	Sistema de logaritmos.
			Plan de optimización	Tipo de programación

			Programación integral	
			Programación dinámica	
Seguridad vial.	Indicadores de exposición al riesgo.	Distancia recorrida	Longitud del recorrido	Km.
		Nivel de exposición al riesgo.	Índice medio diario anual	IMDA
	Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Índice de peligrosidad	Normal	IP
			Grave	IPG
		Índice de mortalidad	Normal	IM
		Índice de accidentalidad	Leve	IA
			Mortal	Iam
		Análisis de riesgo	$\frac{\text{Accidentalidad por concentración}}{\text{Accidentes potencialmente evitables}}$	Número de accidentes
	Indicadores de indicadores intermedios.	Diseño geométrico	Alineamiento vertical	Curvas verticales
			Alineamiento horizontal	Ancho de acotamiento
			Sección transversal	Nivel de accidentalidad
		Velocidad segura y condición del conductor	Visión precisa	2 - 4 grados
	Visión útil		20 - 30 grados	

---

	Visión completa horizontal	180 grados
Formación en respuestas de emergencia	Sistemas de atención temprana	Sistema de atención

---



## Anexo 4

### Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

Prueba de campo:

Lugar:

Responsable:

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	VALOR	OBSERVACIÓN		
<b>Indicadores de tránsito</b>	Serviciabilidad	Índice de serviciabilidad	Grado de estructura				
	Volumen de tránsito	Volumen de tránsito absoluto		Tránsito anual			
				Tránsito mensual			
				Tránsito semanal			
				Tránsito diario			
				Tránsito horario			
				Tránsito flujo			
		Volumen promedio diario			Volumen horario máximo anual		
					Volumen horario máximo demanda		
					Volumen horario de proyecto		
	Sistema de tránsito			Vehículo	Tipo de vehículo.		
				Conductor	Información del conductor		
				Vía pública	N° de vías.		
	Optimización de tránsito			Control de tráfico	Niveles funcionales		
Gestión de incidentes				Clasificación de datos.			
Plan de optimización				Tipo de programación			
<b>Seguridad vial</b>	Indicadores de exposición al riesgo.	Distancia recorrida	Longitud del recorrido				
				Nivel de exposición al riesgo	Índice medio diario anual		
				Índice de peligrosidad	Normal		
	Indicadores de resultado de la seguridad vial.	Índice de mortalidad	Índice de accidentalidad		Grave		
					Normal		
					Leve		
					Mortal		
					Accidentalidad por concentración		
					Accidentes potencialmente evitables		
	Indicadores intermedios.	Diseño geométrico	Velocidad segura y condición del conductor	Visión completa horizontal	Alineamiento vertical		
					Alineamiento horizontal		
					Sección transversal		
					Visión precisa		
					Visión útil		
	Indicadores intermedios.	Formación en respuestas de emergencia			Sistemas de atención temprana		
Recuperación y rehabilitación después del accidente					Tipo de lesiones		

## ANEXO 5





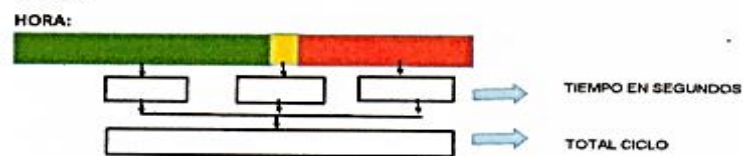
2.5 INSTRUMENTO 5: FORMATO DE CONDICIONES DE TRAFICO

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
CONDICIONES DE TRAFICO				
INTERSECCION:				
FECHA:				
EJECUTOR:				
SUPERVISOR:				
COMPOSICION DEL TRAFICO	LIMANOS	BUSES	CAMIONES	RECREACION
	%	%	%	%
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA	N-S		S-N:	
VELOCIDAD PROMEDIO	N-S	S-N:	PROMEDIO:	

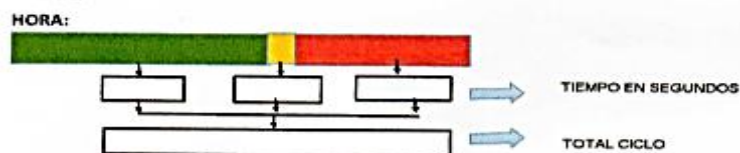
2.6 INSTRUMENTO 6: FORMATO PARA SEMAFORIZACION

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
FORMATO DE SEMAFORIZACION	
INTERSECCION:	
FECHA:	
EJECUTOR:	
SUPERVISOR:	

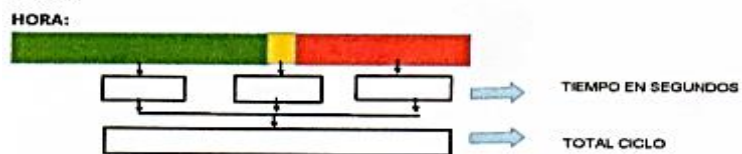
NUDO 1



NUDO 2



NUDO 3



2.7 INSTRUMENTO 7: SYNCHRO v8





## Solicitud y ficha de juicio de expertos

TITULO: DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

### FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

TITULO: DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

SOLICITO: OPINION Y CALIFICACION DE EXPERTO

SEÑOR (A): CASTRO CAYLLAHUA MARCIAL

Yo, Gladys, JAVIER RAMOS con DNI N° 41865188, bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana los Andes, me dirijo a usted para saludarlo(a) cordialmente y exponer lo siguiente.

Conociendo de su trayectoria profesional elijo a usted como JUEZ EXPERTO, para que pueda revisar, opinar y calificar el contenido del instrumento que pretendo utilizar para la recolección de datos, la cual podré aplicar a mi tesis para poder optar el grado de título como Ingeniero Civil.

El instrumento medirá las variables de los INDICADORES DE TRANSITO, para lo cual se requiere determinar la validez de su contenido, por lo que solicito a su persona la validación del instrumento. Adjunto los instrumentos, formato de validación y matriz de operacionalización de variables.

Agradezco por anticipado su colaboración.

Huancayo, Noviembre del 2021.




Bach. JAVIER RAMOS, Gladys

DNI N° 41865188

Activar  
Ir a Confi  
Windows



## ANALISIS, OPINION Y CALIFICACION DEL EXPERTO

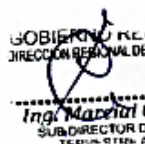
	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>  <b>FORMATO DE VALIDACION POR EXPERTOS</b></p>
<b>TESIS:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO	
<b>TESISTA:</b> GLADYS JAVIER RAMOS	
<b>AÑO:</b> 2021	

## III. OPINION DE APLICATIVIDAD DEL EXPERTO

Un puente peatonal seria una alternativa,  
 si fuera subterranea seria mejor.  
 otra alternativa seria activar el carril como  
 tren electrico.

## IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100% DEL EXPERTO

98%

  
 GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN  
 DIRECCION REGIONAL DE TRANSP Y COM.LINC. - JUNIN  
 Ing. Marcial Castro Cayllahua  
 SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA  
 TELECOMUNICACIONES Y AFHEO

FIRMA:.....

NOMBRE: Marcial Castro CayllahuaDNI: 20087130CELULAR: 964608315

Activar  
 Ir a Configuración  
 Windows.

**FICHA DE JUICIO DE EXPERTO**

**TITULO:** DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

**SOLICITO:** OPINION Y CALIFICACION DE EXPERTO

SEÑOR (A): CORILLA RUIZ ELIZABETH

Yo, Gladys, JAVIER RAMOS con DNI N° 41865188, bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana los Andes, me dirijo a usted para saludarlo(a) cordialmente y exponer lo siguiente.

Conociendo de su trayectoria profesional elijo a usted como JUEZ EXPERTO, para que pueda revisar, opinar y calificar el contenido del instrumento que pretendo utilizar para la recolección de datos, la cual podré aplicar a mi tesis para poder optar el grado de título como Ingeniero Civil.

El instrumento medirá las variables de los INDICADORES DE TRANSITO, para lo cual se requiere determinar la validez de su contenido, por lo que solicito a su persona la validación del instrumento. Adjunto los instrumentos, formato de validación y matriz de operacionalización de variables.

Agradezco por anticipado su colaboración.

Huancayo, Noviembre del 2021.




Bach. JAVIER RAMOS, Gladys

DNI N° 41865188

Activar  
Ir a Confi  
Windows



## ANALISIS, OPINION Y CALIFICACION DEL EXPERTO

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>FORMATO DE VALIDACION POR EXPERTOS</b>
<b>TESIS:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO	
<b>TESISTA:</b> GLADYS JAVIER RAMOS	
<b>AÑO:</b> 2021	

## III. OPINION DE APLICATIVIDAD DEL EXPERTO

---



---



---

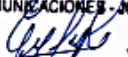


---

## IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100% DEL EXPERTO

98%
-----

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES  
Y COMUNICACIONES - JUNIN

FIRMA:  CIP 176495  
 NOMBRE: Elizabeth Y. Corillo Ruiz  
 DNI: 43506196  
 CELULAR: 994849225

Activar  
Ir a Confi  
Windows

## FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

swopuM

**TÍTULO:** DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

**SOLICITO:** OPINION Y CALIFICACION DE EXPERTO

SEÑOR (A): GODIÑO POMA FRANCISCO

Yo, Gladys, JAVIER RAMOS con DNI N° 41865188, bachiller de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana los Andes, me dirijo a usted para saludarlo(a) cordialmente y exponer lo siguiente.

Conociendo de su trayectoria profesional elijo a usted como JUEZ EXPERTO, para que pueda revisar, opinar y calificar el contenido del instrumento que pretendo utilizar para la recolección de datos, la cual podré aplicar a mi tesis para poder optar el grado de título como Ingeniero Civil.

El instrumento medirá las variables de los INDICADORES DE TRANSITO, para lo cual se requiere determinar la validez de su contenido, por lo que solicito a su persona la validación del instrumento. Adjunto los instrumentos, formato de validación y matriz de operacionalización de variables.

Agradezco por anticipado su colaboración.


Huancayo, Noviembre del 2021.



Bach. JAVIER RAMOS, Gladys

DNI N° 41865188

## ANALISIS, OPINION Y CALIFICACION DEL EXPERTO

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>FORMATO DE VALIDACION POR EXPERTOS</b>
<b>TESIS:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO	
<b>TESISTA:</b> GLADYS JAVIER RAMOS	
<b>AÑO:</b> 2021	

## III. OPINION DE APLICATIVIDAD DEL EXPERTO

BUSCAR INFORMACIÓN DE LA CANTIDAD REAL  
DE VEHICULOS LIVIANOS Y PESADOS INSCRITOS  
A LA MUNICIPALIDAD. PARA APOYO EN  
SUSTENTO DE INDICADORES DE TRANSITO

## IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100% DEL EXPERTO

97%


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE JUNÍN

FIRMA:   
 Ing. Francisco Cyl Godino Poma  
 DECANO

NOMBRE: FRANCISCO GODINO POMA  
 DNI: 20047228  
 CELULAR: 964074174

Activar  
Ir a Config  
Windows.

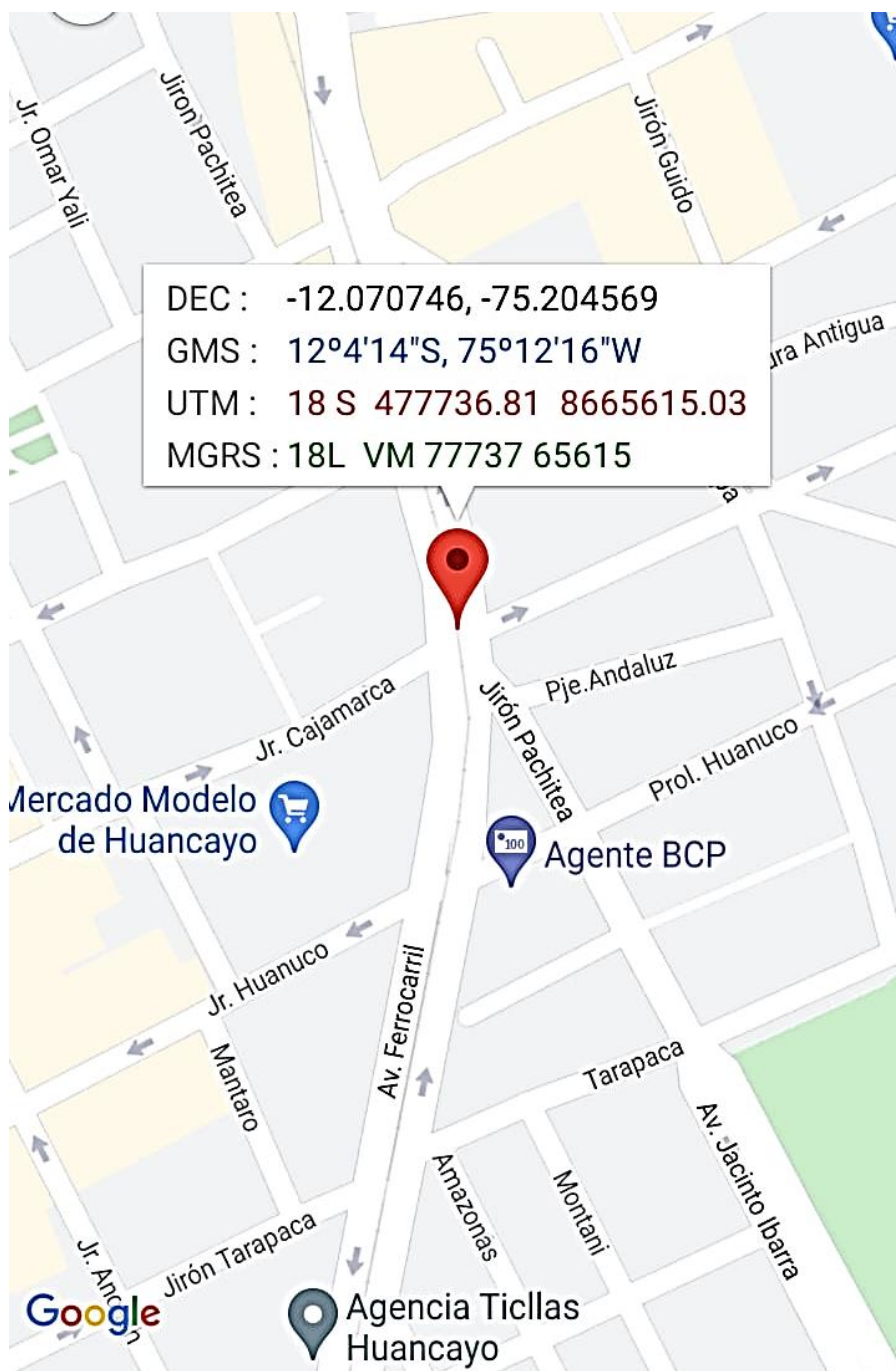


**Captura de Google Map zona de estudio**



**ANEXO 8**

### Captura de coordenadas UTM del punto de estudio



### ANEXO 9

### Captura de distancia del punto de estudio





## ANEXO 10

### Panel fotográfico

TITULO: DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES DE TRÁNSITO EN LA SEGURIDAD VIAL – HUANCAYO

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO - CHILCA



FOTOGRAFIA 1: Tomando medida de la sección transversal de la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección N-S.



INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO -  
OCOPILLA



FOTOGRAFIA 2: Tomando medida de la sección transversal de la intersección  
Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección E-O.



INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 3: Tomando medida de la sección transversal de la intersección  
Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección S-N

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 4: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección S-N

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 4: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección N-S



INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 5: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección N-S

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 6: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección N-S

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA CHILCA-  
HUANCAYO



FOTOGRAFIA 7: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr.  
Cajamarca, dirección S-N



INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA CHILCA-  
HUANCAYO



FOTOGRAFIA 8: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección S-N

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 9: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección S-N



INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 10: Aforo Vehicular en la intersección Av.Ferrocarril y Jr. Cajamarca, dirección S-N

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA



FOTOGRAFIA 10: SemafORIZACION en la intersección Av.Ferrocarril y Jr.  
Cajamarca, dirección S-N

INTERSECCION AV. FERROCARRIL Y JR. CAJAMARCA VIA HUANCAYO-  
CHILCA