



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS

**MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL
EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA
CIUDAD DEL CUSCO.**

Presentado por.

Bach. Gohid Castro Jordan

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor.

Mgt. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas

CUSCO – PERÚ

2021



Dedicatoria

A mi madre Hilda Jordán Baca, por su gran apoyo en mi formación personal y profesional, por el gran ejemplo de persona y perseverancia en la vida.

Agradecimientos

A la Universidad Andina del Cusco, a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que contribuyeron en mi formación profesional. A mi asesor Msc. Ing Miguel Alfredo Flores Dueñas, por el apoyo que siempre me brindó en esta investigación.



Resumen

A partir del año 2013, la ciudad del Cusco presenta un incremento de accidentes de tránsito en la red vial urbana, debido al incremento del parque automotor, deficiencias en el diseño geométrico, deterioro y falta de mantenimiento de la vía. Debido a esta problemática es necesario determinar una herramienta de seguridad vial y su correcta implementación en el ámbito urbano. Esta investigación está enfocada en el análisis de la seguridad vial en intersecciones de alto riesgo en accidentalidad en la ciudad del Cusco, aplicando una metodología alternativa que es la combinación del análisis de conflictos entre vehículos y el método de análisis de componentes principales.

El objetivo de la tesis es establecer un método alternativo que permita cuantificar la accidentalidad de una intersección mediante la obtención de una variable respuesta que es el índice de riesgo.

El desarrollo experimental se realizó mediante estudios de campo, donde se seleccionaron por conveniencia 6 intersecciones urbanas en forma de T y Cruz (+) donde se obtuvieron las variables que caracterizan los conflictos entre vehículos, los cuales son: distancia de frenado, velocidad de aceleración, tiempo hasta la colisión, tiempo posterior a la invasión y tiempo de evasión.

Se concluyó que los valores altos en el índice de riesgo representan mayor riesgo de que un conflicto termine en accidente, por lo que el rol de signos en cada variable es relevante. Dentro de este índice se tiene a la variable velocidad de aceleración con signo negativo, lo que demuestra una situación real de un conflicto, pues a mayor velocidad, es mayor la probabilidad de que exista una colisión en el conflicto estudiado. Los índices de riesgo obtenidos se encuentran entre el intervalo de 40.94 y 63.91, estos representan riesgos medianos de accidentalidad en las intersecciones estudiadas; además se ha determinado que las 2 intersecciones semaforizadas son menos riesgosas en comparación a las 4 intersecciones no semaforizadas, debido a que generalmente una intersección no semaforizada presenta menor volumen de vehículos que una intersección semaforizada.

Finalmente, es necesario mencionar que la metodología presentada en la investigación no es muy conocida en el Perú, por tanto, debería ser implementada para el análisis de la seguridad vial en áreas urbanas por las autoridades competentes.

Palabras clave: índice de riesgo, accidentalidad, seguridad vial, método alternativo.



Abstract

After 2013 Cusco city presents an increase of the traffic accidents in the urban vial network, due to the increment of the automotive stock, deficiencies in the geometric design, deterioration, and lack of maintenance of the network. A tool for the vial security of necessary to address this problem by implementing it in the urban sector. This study focus in the analysis of the vial security of high risk intersections in Cusco city applying an alternative methodology which is a combination of conflict analysis and principal component analysis

This thesis aims at establishing an alternative method which permit to quantify the accident rate of an intersections by obtaining a response variable, the risk index. The experimental development was made through field studies, by convenience urban intersections with T and cross (+) shape were selected for the characterization of the conflicts. The variables selected were the braking distance, velocity of acceleration, time to collision, time posterior to invasion and time of evasion.

It was concluded that high values of the risk index represent a higher risk that a conflict becomes an accident, thus the role of the sign in each variable is relevant. Velocity of acceleration has a negative sign in the risk index formula, since higher is the velocity, higher the probability that exist a collision in the studies conflict. The risk index obtained is between 10.94 and 63.91, these represent medium risk of accident in the two instrumented intersections. In addition, it was determined that the risk of these two intersections is smaller than the risk of the other four intersections. This is due to the fact that non-instrumented shows a smaller volume of traffic that instrumented intersections.

Finally, it should be said that the methodology presented in this study has not been employed previously in Peru. Then, further research should be implemented by authorities in urban areas.

Keywords: risk index, accident rate, vial security, alternative method



Introducción

La ciudad del Cusco, por ser parte de un país en vías de desarrollo, debe asumir estrategias necesarias para la prevención de accidentes de tránsito. De acuerdo a estadísticas de la organización mundial de la salud (OMS), esta organización estima que para el 2030 la causa de muertes por accidentes de tránsito podría situarse en una quinta posición, este escenario se demuestra de acuerdo a las estadísticas de la PNP al 2019 en el Perú.

Conocemos por intersecciones al encuentro de dos o más vías con interacción de sus usuarios, estos generando diferentes conflictos con naturaleza propia lo que conlleva a los accidentes a diferente escala generando diferentes consecuencias. Las intersecciones urbanas, generalmente son más peligrosas debido a la presencia de más vehículos y personas.

La presente tesis se realizó con el objetivo de establecer un método alternativo que permita cuantificar la accidentalidad de las intersecciones mediante la obtención de una variable respuesta que es el índice de riesgo de accidentalidad de una intersección urbana. El modo tradicional de estimar el nivel de seguridad según las normas técnicas que tenemos en el país, es mediante el registro de ocurrencia de accidentes de tráfico con una data de 3 años a más. Por tanto, la evaluación de la seguridad vial por este método dificulta tomar decisiones inmediatas.

La metodología utilizada en la tesis es descriptiva y se da de la combinación del método de análisis de componentes principales y la técnica de análisis de conflictos entre vehículos, donde se analizará los elementos del sistema viario en intersecciones de la ciudad del Cusco.

De acuerdo al actual modelo de sociedad, se determinó metodologías aplicadas vigentes que son, el estado actual del escenario vial, presencia y estado actual de la señalización vial, conflictos de tráfico, criterios para la identificación de una situación de conflicto, metodologías estadísticas de análisis multivariante, análisis de componentes principales y la determinación de la medida alternativa de riesgo en accidentalidad.

La tesis corresponde a la obtención de una metodología que brinde resultados rápidos, confiables y de bajo coste para cuantificar la seguridad vial en intersecciones urbanas; para luego ser puesta a disposición de autoridades competentes en la prevención de accidentes de tráfico.



Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Introducción	iv
Índice de figuras	x
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.1.1. Descripción del Problema	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	2
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.....	2
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	2
1.2. Justificación e importancia de la investigación	2
1.2.1. Justificación técnica	2
1.2.2. Justificación social	3
1.2.3. Justificación por viabilidad	3
1.2.4. Justificación por relevancia	3
1.3. Limitaciones de la Investigación	3
1.4. Objetivo de la Investigación	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la tesis	5
2.1.1. Antecedentes a nivel nacional	5
2.1.2. Antecedentes a nivel inter nacional	7
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes	9
2.2.1. Planeamiento de Tráfico	9
2.2.2. Redes Viarias	11
2.2.2.1. Redes Viarias Urbanas.....	11
2.2.2.2. Accidentalidad en la ciudad del cusco	12



2.2.3.	Accidentes de Tráfico en Intersecciones	14
2.2.3.1.	Factor Humano	15
2.2.3.2.	Influencia del Vehículo.....	16
2.2.3.3.	Influencias de las condiciones de circulación.	17
2.2.3.3.1.	Velocidad de Circulación.....	17
2.2.3.4.	Infraestructura.....	19
2.2.3.4.1.	Limitaciones de los accesos y separación de los sentidos de circulación.	19
2.2.3.4.2.	Sección transversal	21
2.2.3.4.3.	Trazado en Planta y Alzado	21
2.2.3.4.4.	Estado del pavimento.....	21
2.2.4.	Técnicas de análisis multivariante.	21
2.2.4.1.	Valores y vectores propios.....	22
2.2.4.2.	Descripción de datos multivariantes.	23
2.2.4.2.1.	Tipos de variables	23
2.2.4.2.2.	Matriz de datos	23
2.2.4.2.3.	Matriz de varianzas y covarianzas	24
2.2.4.2.4.	Matriz de correlación	24
2.2.4.3.	Análisis de componentes principales (ACP).	25
2.2.4.3.1.	Calculo de los componentes.....	26
2.2.4.3.2.	Propiedades de las componentes	27
2.2.4.3.3.	Selección del número de componentes	28
2.2.5.	Técnica de los conflictos de tráfico.	29
2.2.5.1.	Definición de los conflictos en intersecciones.	30
2.2.5.1.1.	Tipologías de conflicto de tráfico en intersecciones.....	33
2.2.5.1.2.	Definición de línea y punto de conflicto en una intersección	40
2.2.6.	Metodología para el análisis de conflictos de tráfico, a través del cálculo de medidas alternativas de seguridad.	42
2.2.6.1.	Elección de las medidas alternativas de seguridad vial.	42
2.2.6.2.	Procedimiento para el registro de datos en campo.	43
2.2.6.2.1.	Acondicionamiento de la intersección.	44
2.2.6.2.2.	Criterio para la identificación de una situación de conflicto.	46
2.2.6.3.	Procedimiento para el cálculo de las medidas alternativas de seguridad vial, utilizando el registro de datos de campo.	48
2.2.7.	Metodología estadística para el análisis de las variables características de los conflictos de tráfico.	52
2.2.7.1.	Procedimiento general para la construcción del modelo de clasificación cuantitativo del riesgo.	52



2.2.8.	Procedimiento general para el registro de datos en campo	54
2.2.9.	Medida indirecta o alternativa del riesgo de accidentalidad	56
2.2.9.1.	La experiencia europea	58
2.2.9.2.	La experiencia en américa del norte.....	59
2.3.	Hipótesis	60
2.3.1.	Hipótesis General	60
2.3.2.	Sub Hipótesis	60
2.4.	Definición de Variables	60
2.4.1.	Variables Independientes	60
2.4.2.	Variables Dependientes	62
2.4.3.	Cuadro de operacionalización de variables	62
Capítulo III: Metodología		64
3.1.	Metodología de la investigación	64
3.2.	Diseño de la investigación	65
3.2.1.	Diseño metodológico	65
3.2.2.	Diseño de Ingeniería	65
3.3.	Población y Muestra	66
3.3.1.	Población	66
3.3.1.1.	Descripción de la población	66
3.3.1.2.	Cuantificación de la población.....	66
3.3.2.	Muestra	66
3.3.2.1.	Descripción de la muestra.....	66
3.3.2.2.	Cuantificación de la muestra.....	66
3.3.2.3.	Método de muestreo.....	67
3.3.2.4.	Criterio de evaluación de muestra.....	67
3.3.3.	Criterios de Inclusión	67
3.4.	Instrumentos	68
3.4.1.	Instrumentos metodológicos	68
3.4.1.1.	Formato de Recolección de Datos en Campo.....	68
3.4.1.2.	Formato de Registro de Tiempo de Grabación.....	69
3.4.1.3.	Formato de Análisis de las Grabaciones de Video.	69
3.4.1.4.	Formato de Tabulación de Mediciones Calculadas	70
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería.	70
3.5.	Recolección de Datos en Campo.	72
3.5.1.	Identificación de los Conflictos de Tráfico y cálculo de las mediciones alternativas de seguridad	82



3.6.	Procedimiento de análisis de datos	91
3.6.1.	Tabulación del método alternativo calculado.	91
3.6.2.	Determinación de la matriz de correlación.	94
3.6.3.	Análisis de componentes principales.	96
3.6.4.	Índice de Riesgo de las intersecciones	97
3.6.5.	Aplicación del índice de riesgo en una intersección modelo – Intersección 01 Av. Grau con Av. Antonio Lorena	99
Capítulo IV: Resultados		106
Capítulo V: Discusión.		109
GLOSARIO		113
Conclusiones		115
Recomendaciones		116
Referencias		117

Índice de tablas

Tabla No: 1	Accidentes de tránsito por año según departamentos, periodo 2011 – 2019.....	12
Tabla No: 2	Reducción o aumento del porcentaje de los accidentes mortales ocurridos en Suecia, Suiza y Estados Unidos, debido a los cambios de límites de velocidad.	17
Tabla No: 3	Influencia del grado de limitación de accesos en los índices de peligrosidad y mortalidad.	20
Tabla No: 4	Cuadro de operacionalización de variables.....	62
Tabla No: 5	matriz de consistencia	63
Tabla No: 6	Formato de Recolección de Datos en Campo	68
Tabla No: 7	Formato de Registro de Tiempo de Grabación.	69
Tabla No: 8	Formato de Análisis de las Grabaciones de Video.....	69
Tabla No: 9	Formato de Tabulación de Mediciones Calculadas	70
Tabla No: 10	Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena	76
Tabla No: 11	Recolección de Datos en Campo de la Intersección Prol. Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.	77
Tabla No: 12	Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Collasuyo – Av. Argentina	77



Tabla No: 13 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Tomas Tuyro Tupa – Av. Cusco	78
Tabla No: 14 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Alemania Federal – Av. Cusco	78
Tabla No: 15 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Circunvalación – Prol. Av. De la Cultura.	79
Tabla No: 16 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena.	79
Tabla No: 17 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Prol. Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.	80
Tabla No: 18 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Collasuyo – Av. Argentina	80
Tabla No: 19 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Tomas Tuyro Tupa – Av. Cusco	81
Tabla No: 20 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Alemania Federal – Av. Cusco	81
Tabla No: 21 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Circunvalación – Prol. Av. De la Cultura.	82
Tabla No: 22 Análisis de Grabaciones por cada conflicto encontrado en una Intersección	89
Tabla No: 23 matriz de datos – intersección 1	91
Tabla No: 24 matriz de datos – intersección 2.....	92
Tabla No: 25 matriz de datos – intersección 3.....	92
Tabla No: 26 matriz de datos – intersección 4.....	93
Tabla No: 27 matriz de datos – intersección 5.....	93
Tabla No: 28 matriz de datos – intersección 6.....	94
Tabla No: 29 matriz de correlación – intersección 1	94
Tabla No: 30 matriz de correlación – intersección 2	95
Tabla No: 31 matriz de correlación – intersección 3	95
Tabla No: 32 matriz de correlación – intersección 4	95
Tabla No: 33 matriz de correlación – intersección 5	95
Tabla No: 34 matriz de correlación – intersección 6	96
Tabla No: 35 componentes principales – intersección 1	96
Tabla No: 36 componentes principales – Intersección 2	96
Tabla No: 37 componentes principales – intersección 3.....	96
Tabla No: 38 componentes principales – intersección 4.....	97



Tabla No: 39 componentes principales – intersección 5.....97

Tabla No: 40 componentes principales – intersección 6.....97

Tabla No: 41 contribuciones de las variables originales en los índices de riesgo propuestos (%)98

Tabla No: 42 formato de análisis de grabaciones de video – intersección 0199

Tabla No: 43 matriz de datos – intersección 01.....99

Tabla No: 44 componentes principales – intersección 1.....100

Tabla No: 45: resultado de índice de riesgo por intersección101

Tabla No: 46: resumen de índice de riesgo por intersección106

Tabla No: 47 matriz de datos – reevaluación intersección 01.....107

Índice de figuras

Fig. No 1: Área de estudio en la ciudad del Cusco con intersecciones de alto riesgo de
accidentalidad1

Fig. No 2: accidentes de tránsito por año en el departamento del Cusco13

Fig. No 3: factores de tránsito por clase en cusco.....13

Fig. No 4: Factores concurrentes en los accidentes de tráfico15

Fig. No 5: Distancia que requiere un vehículo para detenerse, según su velocidad de circulación.
.....18

Fig. No 6: Probabilidad de lesiones graves para los ocupantes del Vehículo, de acuerdo a su
velocidad de circulación.....18

Fig. No 7 Probabilidad de lesiones leves, graves o la muerte para los peatones, de acuerdo a la
velocidad de circulación del vehículo que participa en el accidente.....19

Fig. No 8: Variación del índice de peligrosidad de las carreteras convencionales con la densidad
de accesos por kilómetro.20

Fig. No 9: Diagrama de conflictos entre vehículos y vehículo/peatón en una intersección.30

Fig. No 10: Diagrama de conflictos de tráfico en intersecciones de 4 y 3 ramales31

Fig. No 11: Diagrama de conflictos de tráfico en intersecciones de 4 ramales y una glorieta. ...32

Fig. No 12: Mismo sentido, giro a la izquierda.34

Fig. No 13: Mismo sentido, giro a la derecha.....35

Fig. No 14: Mismo sentido, giro a la derecha.....35

Fig. No 15: Mismo sentido, cambio de carril.36

Fig. No 16: Sentidos opuestos, giro a la izquierda.36



Fig. No 17: Cruce de trayectorias, giro a la derecha.....	37
Fig. No 18: Cruce de trayectorias, giro a la izquierda.	38
Fig. No 19: Cruce de trayectorias, a través del cruce.	38
Fig. No 20: Cruce de trayectorias, giro a la derecha.....	39
Fig. No 21: Cruce de trayectorias, giro a la izquierda.	39
Fig. No 22: Cruce de trayectorias, a través del cruce.	40
Fig. No 23: Diagrama ilustrativo de puntos y líneas de conflicto en una intersección a nivel de dos carriles.	41
Fig. No 24: Diagrama espacio – tiempo de un conflicto.....	41
Fig. No 25: Procedimiento para la preparación y acondicionamiento de la intersección a estudiar.....	46
Fig. No 26: situación de conflicto 1.	46
Fig. No 27: situación de conflicto 2.	47
Fig. No 28: situación de conflicto 3	47
Fig. No 29: situación de conflicto 3	48
Fig. No 30: diagrama espacio – tiempo de un conflicto	50
Fig. No 31: mediciones alternativas de seguridad dentro del diagrama espacio – tiempo de un conflicto.	50
Fig. No 32: Procedimiento para el cálculo de medidas alternativas de seguridad vial, en campo.	52
Fig. No 33: Relación entre las medidas indirectas o alternativas y la seguridad vial.....	57
Fig. No 34: Flujograma	65
Fig. No 35: Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.....	73
Fig. No 36: Av. Grau - Av. Antonio Lorena	73
Fig. No 37: Av. Collasuyo. - Av. Argentina.....	74
Fig. No 38: Av. Cusco - Av. Tomas Tuyro Tupa.	75
Fig. No 39: Av. Cusco - Av. Alemania Federal	75
Fig. No 40: Prolongación Av. Cultura. – Av. Circunvalación Norte	75
Fig. No 41: Esquema de conflicto 01 – I 1	83
Fig. No 42: Esquema de conflicto 02 – I 1	83
Fig. No 43: Esquema de conflicto 03 – I 1	83
Fig. No 44: Esquema de conflicto 04 – I 1	83
Fig. No 45: Esquema de conflicto 01 – I 2.....	84
Fig. No 46: Esquema de conflicto 02 – I 2.....	84
Fig. No 47: Esquema de conflicto 03 – I 2.....	84



Fig. No 48: Esquema de conflicto 04 – I 2	84
Fig. No 49: Esquema de conflicto 02 – I 3	85
Fig. No 50: Esquema de conflicto 01 – I 3	85
Fig. No 51: Esquema de conflicto 03 – I 3	85
Fig. No 52: Esquema de conflicto 04 – I 3	85
Fig. No 53: Esquema de conflicto 01 – I 4	86
Fig. No 54: Esquema de conflicto 02 – I 4	86
Fig. No 55: Esquema de conflicto 03 – I 4	86
Fig. No 56: Esquema de conflicto 04 – I 4	86
Fig. No 57: Esquema de conflicto 01 – I 5	87
Fig. No 58: Esquema de conflicto 02 – I 5	87
Fig. No 59: Esquema de conflicto 04 – I 5	87
Fig. No 60: Esquema de conflicto 03 – I 5	87
Fig. No 61: Esquema de conflicto 05 – I 5	87
Fig. No 62: Esquema de conflicto 06 – I 5	87
Fig. No 63: Esquema de conflicto 02 – I 6	88
Fig. No 64: Esquema de conflicto 01 – I 6	88
Fig. No 65: Esquema de conflicto 03 – I 6	88
Fig. No 66: resultado intersección 01	102
Fig. No 67: resultado intersección 02	102
Fig. No 68: resultado intersección 03	103
Fig. No 69: resultado intersección 04	103
Fig. No 70: resultado intersección 05	104
Fig. No 71: resultado intersección 06	104
Fig. No 72: visita en campo intersección N° 01	107



CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

Área de Estudio: Intersecciones de Alto Riesgo de Accidentalidad

Provincia: Cusco

Región: Cusco

País: Perú



Fig. No 1: Área de estudio en la ciudad del Cusco con intersecciones de alto riesgo de accidentalidad

La gestión del tránsito en la ciudad del Cusco es brindada por la Municipalidad Provincial del Cusco a través de la Gerencia de Tránsito Vialidad y Transporte desde el año 1940. Actualmente, no se cuenta con una metodología que permita clasificar el riesgo en intersecciones urbanas en nuestro país, y he ahí la necesidad de responder al objetivo general de la investigación, que es establecer una metodología alternativa que permita clasificar el índice de riesgo en intersecciones urbanas.

Según (CIPT, 2012), el transporte vehicular de la ciudad del Cusco en cuanto a la repartición modal es: del 54.9% de los pasajeros se movilizan en transporte público, el cual embarga a los microbús y ómnibus, el 6.22% viaja en taxi, el 30.25% viaja a pie y el 8.63% en otro modo de transporte.



En esta oportunidad, se atenderán intersecciones de alto riesgo en accidentalidad en la provincia del Cusco, para su posterior análisis en referencia al índice de accidentalidad que se pueda encontrar.

El problema general radica en la difícil recolección de información respecto a accidentes de tránsito y al tiempo necesario que involucra recabarla, por lo que es necesario brindar soluciones alternativas para solucionar dicho problema con el objetivo de prevenir accidentes en los usuarios de la vía en la Provincia del Cusco. Además, en la funcionalidad de un método alternativo mediante la obtención de una variable respuesta correspondiente al índice de riesgo de una intersección.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

- ¿Cuán funcional es el índice de riesgo de accidentalidad para cuantificar el riesgo de accidentalidad de una intersección??

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

- ¿Cuál es la injerencia que tiene la distancia de frenado en el índice de riesgo?
- ¿Cuál es la injerencia que tiene la velocidad de aproximación en el índice de riesgo?
- ¿Cuál es la injerencia que tiene el tiempo hasta la colisión en el índice de riesgo?
- ¿Cuál es la injerencia que tiene el tiempo de post invasión en el índice de riesgo?
- ¿Cuál es la injerencia que tiene el tiempo de evasión en el índice de riesgo?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación técnica

El análisis de las intersecciones con el método alternativo planteado en la provincia del Cusco, servirá para plantear soluciones inmediatas y resolver problemas ocasionados por los diferentes conflictos encontrados en las intersecciones seleccionadas, aplicando metodologías estadísticas y dando interpretaciones técnicas con los conocimientos encontrados en la presente investigación.



1.2.2. Justificación social

Con la investigación del método alternativo para el análisis de seguridad vial en intersecciones de Alto Riesgo en Accidentalidad en la Ciudad del Cusco, se pretende brindar una metodología, la cual podrá ser empleada de manera directa por estudiantes o profesionales, generando una cultura de seguridad vial en nuestra localidad.

1.2.3. Justificación por viabilidad

La funcionalidad de un método alternativo para conocer el riesgo y ocurrencia de una posible colisión en una intersección en la Ciudad del Cusco es factible, ya que se cuenta con el personal técnico necesario para la recolección de información.

La presente investigación se encuentra fundamentada por los antecedentes a nivel internacional, tanto en la región de América, como Europa. Además de generar un beneficio en la prevención de accidentes en nuestra Ciudad.

1.2.4. Justificación por relevancia

Se eligió el tema de investigación, debido a que nuestra realidad local y nacional, nos enseña que estamos lejos de una cultura vial óptima. Conocer el riesgo elevado de ocurrencia de una posible colisión en una intersección en la ciudad del Cusco, podrá ser representado por el índice de riesgo de accidentalidad. A partir de esta investigación se podrá identificar y proponer soluciones inmediatas en intersecciones de nuestra ciudad.

1.3. Limitaciones de la Investigación

- Se limita a los indicadores y al área de estudio de la intersección.
- Se limita a la técnica de análisis de conflictos entre vehículos como un registro de evasiones exitosas. El impacto o colisión entre vehículos no es considerado para la data de estudio.
- Se limita al análisis de componentes principales por intersección.
- Se limita al análisis multivariante propuesto.
- Se limita a intersecciones ubicadas en el ámbito urbano



- Se limita al estudio de los vehículos que se encuentran en conflicto, V1 y V2.
- Se limita al cumplimiento teórico de elección de puntos de conflicto en el mismo sentido, cruce de trayectorias y conflictos secundarios.
- Se limita al procedimiento para el registro de datos en campo
- Se limita al acondicionamiento de las intersecciones.
- Se limita al cumplimiento de criterios para la identificación de una situación de conflicto.
- Se limita a la formación de observadores calificados en la recolección de datos.
- Se limita a la data obtenida de las situaciones de conflicto.

1.4. Objetivo de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Establecer una metodología alternativa que permita cuantificar la accidentalidad de una intersección mediante el índice de riesgo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Conocer la injerencia que tiene la distancia de frenado en el índice de riesgo.
- Conocer la injerencia que tiene la velocidad de aproximación en el índice de riesgo.
- Conocer la injerencia que tiene el tiempo hasta la colisión en el índice de riesgo.
- Conocer la injerencia que tiene el tiempo de pos invasión en el índice de riesgo.
- Conocer la injerencia que tiene el tiempo de evasión en el índice de riesgo.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

Tesis: “La Seguridad Vial en el Perú.”.

Autor: German Gallardo Zevallos.

Institución: Universidad de Piura - Facultad de Ingeniería

Año: 2016

Lugar: Departamento de Piura

La presente investigación busca analizar el estado de la seguridad vial en el Perú e identificar su nivel de implementación comparándola con aquel de Canadá. Al identificar el estado relativo de la seguridad vial en el país se podrá ayudar a aquellos que son responsables de la implementación de políticas públicas pues se habrá logrado la comprensión de sus elementos principales y los tipos de proyectos que se deben implementar prioritariamente. La tesis presenta una propuesta de programas de seguridad vial que se pueden implementar a nivel local. Se recomienda también una serie de pasos fundamentales hacia el establecimiento de una solución más permanente que involucre a varios actores. Se sugiere encontrar a un "champion", es decir, una figura que simbolice y actúe a favor de la seguridad vial en el Perú.

Conclusión de la Tesis: El Perú necesita organizar sus programas de seguridad vial adoptando algunos objetivos como el Crecimiento Cero de las muertes en las carreteras para 2020, por ejemplo. Donde se estima un incremento de 500 a 1500 muertes. Por tanto, es necesario implementar medidas para cumplir los objetivos de la investigación.

Aporte de la referencia: Debido a la necesidad de implementar acciones para optimizar la seguridad vial, el investigador presenta propuestas de seguridad vial que tendrán impacto a nivel local para ser implementado por autoridades públicas. A su vez, compara dicha implementación con el país de Canadá. Esta medida indirecta presenta similitud con la presente investigación, donde buscamos obtener herramientas alternativas para ser implementadas en nuestra localidad para mejorar el nivel de seguridad vial en las intersecciones de nuestra ciudad.



Tesis: “Limitaciones en la recopilación y uso de la información de accidentes de tránsito en la Policía Nacional del Perú”

Autor: Villacorta Ruiz, Mario Guido.

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Año: 2015

Lugar: Departamento de Lima

Los accidentes de tránsito constituyen un importante problema público. En el Perú, se estima que “cada 7 minutos se produce un accidente de tránsito, 9 personas han fallecido diariamente como consecuencia de los accidentes de tránsito en la última década, ocurren más de 100,000 accidentes de tránsito al año, y hay alrededor de 80,000 heridos por accidentes de tránsito al año”¹. Asimismo, las proyecciones indican que, sin un renovado compromiso con la prevención, estas cifras aumentarán significativamente en la siguiente década.

Sin embargo, la tragedia familiar que se esconde tras estas cifras atrae menos la atención de las autoridades y de los medios de comunicación que otras.

La Policía Nacional del Perú (PNP), como institución fundamental del Estado al servicio de la sociedad, cuya misión es garantizar la seguridad y tranquilidad pública, requiere de medidas urgentes que le permitan dar respuesta a las grandes demandas y expectativas de la sociedad, garantizando niveles óptimos de seguridad vial, con acciones capaces de transformar radicalmente los esquemas tradicionales de gestión, en razón de que las actuales son insuficientes.

Necesita que su organización se inserte en el proceso de modernización de la gestión del Estado, cuya finalidad fundamental es la obtención de mayores niveles de eficiencia del aparato estatal, mediante la innovación de sus procesos hacia una “gestión por resultados”, priorizando y optimizando el uso de los recursos públicos de manera que logre una mejor atención a la ciudadanía, permitiéndole alcanzar niveles óptimos de satisfacción ciudadana.

No obstante, la urgencia evidente de innovación, el reto de forjar una organización sólida en valores, principios y altamente efectiva en materia de seguridad vial no es una tarea que pueda realizarse por la simple expedición de un dispositivo legal o atendiendo a una coyuntura. Demanda un trabajo serio, persistente y concertado con los demás actores involucrados; requiere ser ágil y flexible, atender los problemas y adecuarse a las circunstancias rápida y eficazmente.



El éxito en la reducción de la victimización por accidentes de tránsito, así como la disminución de la inseguridad vial, está sujeto a procesos de diseño e implementación de políticas públicas eficaces, en la que la información es su principal insumo.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación se ha enfocado en el análisis del diseño y la gestión organizacional de la Policía Nacional del Perú para la recopilación y uso de la información de accidentes de tránsito, necesaria para la formulación e implementación de sistemas de prevención de accidentes de tránsito, que permitan su reducción.

Conclusión de la Tesis: La recolección y sistematización de la información sobre accidentes viales permitiría a las autoridades competentes adoptar decisiones con sustento técnico. Sin embargo, como se ha demostrado en el presente trabajo, tampoco existe un sistema de recopilación de datos pertinente. Efectivamente, las comisarías no cuentan con instrumentos ni con un software especializado, lo cual limita la idoneidad y fidelidad de la información recolectada.

Aporte de la referencia: El trabajo de investigación justifica el problema presentado en la presente tesis. Las limitaciones en la recopilación de información de accidentes de tránsito por parte de la Policía Nacional del Perú perjudican en la pronta respuesta a necesidades por parte de profesionales involucrados en alcanzar un nivel de seguridad óptima en el ámbito urbano. Además, presentan muchas deficiencias en materia de ubicación del accidente a nivel de intersección, fecha del accidente, entre otros. La policía nacional del Perú considera únicamente accidentes consumados teniendo como consecuencia choques, atropellos, volcaduras entre otros.

2.1.2. **Antecedentes a nivel inter nacional**

Tesis: “Evaluación y Gestión Estratégica para la Seguridad Vial: Ciudad Juárez, México.”.

Autor: Vladimir Hernández Hernández.

Institución: Centro Científico - Colegio de la Frontera del Norte.

Año: 2009.

Lugar: Ciudad Juárez, México.

El objetivo del trabajo es evaluar la política de seguridad vial que promueve el Centro Nacional para la Prevención de Accidentes (Cenapra) en Ciudad Juárez, Chihuahua. La



ciudad enfrenta retos en materia de seguridad vial debido al rápido crecimiento urbano, a la dinámica poblacional y a la exposición a riesgos asociados con la incidencia de siniestros viales. Lo anterior preocupa porque, de no implementar las medidas adecuadas el panorama indica un aumento del número de lesiones y fallecimientos. La evaluación se aborda desde un enfoque estratégico que incluye (1) un examen de las experiencias internacionales, (2) el diseño del programa de seguridad vial nacional, (3) el enfoque y (4) el marco institucional. La investigación y, en particular el caso de estudio, se abordaron como un sistema complejo. Para representar la siniestralidad en Ciudad Juárez, se construyó un modelo de simulación dinámica. El programa utilizado para simular los cambios es Stella®. Los resultados indican que existen diferencias entre las experiencias exitosas de Suecia, España, Colombia y Chile; y las de México. Estas experiencias han sido caracterizadas por (1) una óptica estratégica, (2) transversal e integral de los objetivos urbanos con la seguridad personal. En el caso de Ciudad Juárez se está gestando un proceso de colaboración intergubernamental que implica apoyo técnico y financiero. Los resultados del modelo dinámico permiten simular la incidencia de los siniestros viales, los lesionados y muertos en los próximos 10 años, con base en datos de 2009

Conclusión de la Tesis: En cumplimiento a la hipótesis, se construyó el enfoque sistémico aplicado a la seguridad vial y seguridad personal. Además, se presentó la gestión estratégica para la seguridad vial sustentado en casos internacionales de Suecia, España, Chile. La gestión local en busca de la seguridad vial como prioridad, debiéndose implementar un enfoque preventivo para la seguridad vial, donde se resalta la vulnerabilidad de los gobiernos locales en lo que respecta a la capacidad y efectividad del diseño de planteamientos del problema en materia de seguridad vial.

Aporte de la referencia: El trabajo de investigación presenta el enfoque estratégico de experiencias internacionales, el cual aporta con la bibliografía presentada en la presente tesis, donde los resultados en experiencias exitosas de países como: Suecia y España, cumplen con objetivos urbanos de la seguridad en el ámbito urbano con escenarios similares a la ciudad el Cusco. Estrategias planteadas que justifican la búsqueda de medidas indirectas de seguridad para solucionar problemas de accidentabilidad en nuestra ciudad del Cusco.



2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Planeamiento de Tráfico

Según (Bañon & José, 2016), las redes viarias necesitan una serie de directrices y normas para su ordenado y correcto desarrollo. Dichas normas no obedecen a criterios aleatorios, sino que se basan en estudios previamente realizados en los que se analiza la distinta demanda existente en determinadas zonas, así como el uso al que deben destinarse las vías. Nace así el concepto de planificación vial, que es complementado por el planeamiento, más enfocado a la ordenación y distribución de infraestructuras tanto espacial como temporalmente.

Para efectuar una planificación y planeamiento correctos es necesario conocer las principales características del tráfico que, junto con diversas herramientas de cálculo asociadas a ellas, permitan entender su comportamiento en determinadas situaciones y prever sus efectos, para así poder dimensionar convenientemente las infraestructuras viarias o, en su caso, adoptar las medidas correctoras oportunas.

a) Planificación vial y planeamiento

El sistema de carreteras que conforma un determinado territorio permanece en constante evolución, por lo que se hace imprescindible introducir un elemento regulador que se encargue de que ésta se produzca adecuada y ordenadamente. (Bañon & José, 2016).

Según (Bañon & José, 2016), la planificación vial, puede definirse como: El conjunto de estudios necesarios para definir la función que debe cumplir una red viaria determinada, ordenando el conjunto de actuaciones a lo largo de un tiempo fijado, determinando las características de las vías que la componen, estableciendo la oportuna jerarquía y determinando los medios que deben dedicarse a cada una de las fases para su correcta realización, fijando asimismo las prioridades convenientes.

b) Planeamiento Urbano

Para la planificación de los itinerarios de gran capacidad, que conducen el mayor porcentaje del tráfico entre las diversas zonas de un área metropolitana (Bañon & José, 2016), existe una serie de variables fruto de diversas experiencias realizadas en diversos países, que pueden proporcionarnos una primera idea aproximativa de cara al planteamiento de la red principal, como son:



- ✓ Porcentaje de viajes con origen o destino en una zona determinada en función de su número de habitantes.
- ✓ Número de viajes por vehículo a zonas exteriores en relación con la población de la zona estudiada.
- ✓ Incremento del tráfico en relación con el incremento del parque de vehículos.
- ✓ Número de viajes por persona y porcentaje que se realiza en transporte público en función del grado de motorización o número de habitantes por vehículo.
- ✓ Viajes realizados por cada vehículo ligero en función de la motorización.

c) Características del Tráfico

El objetivo básico del estudio del tráfico según (Bañon & José, 2016), es deducir las relaciones existentes entre sus características y el trazado de la red por la que circulan. Para un correcto estudio de las características de la circulación, es preciso sintetizar todas las variables que ejercen algún tipo de influencia en ella, en una serie limitada de factores cuantificables y matemáticamente interpretables.

- ✓ Intensidad: Se denomina intensidad al número de vehículos que atraviesa una determinada sección de la vía en la unidad de tiempo. Para su medición se realizan aforos en determinados puntos de la carretera, bien de forma manual o utilizando aparatos contadores.
- ✓ Composición: Además de conocer la cantidad de vehículos que atraviesan una determinada vía, es interesante desde el punto de vista de la Ingeniería del Tráfico conocer su composición. La clasificación empleada es la ya estudiada en anteriores capítulos:
 - ❖ Motocicletas: Grupo que abarca motocicletas, ciclomotores y ciclos.
 - ❖ Ligeros: Comprende los turismos, así como furgonetas y camionetas.
 - ❖ Pesados: Camiones y en menor medida, autobuses.
- ✓ Velocidad: De los tres conceptos que definen la circulación, la velocidad es sin duda el más problemático, dado su carácter variable tanto de forma individual que es la velocidad de cada vehículo, como conjunta. El estudio de un solo vehículo, puede definir tres tipos de velocidad:
 - ❖ Velocidad local o instantánea: La que posee al atravesar determinada sección de la vía, en un instante determinado.
 - ❖ Velocidad de circulación (V_c): Relación entre la distancia recorrida en un tramo y el tiempo invertido en recorrerla.



- ❖ Velocidad de recorrido (V_r): Definida como el cociente entre la distancia total recorrida en un trayecto determinado y el tiempo transcurrido desde el instante en que el vehículo lo inicia hasta que llega a su destino, incluyendo posibles detenciones y retrasos debidos al tráfico.

2.2.2. Redes Viarias

Se denomina red viaria al conjunto de caminos y carreteras que existen en un área determinada (una ciudad, una región, una nación) y que permite el desplazamiento de los vehículos entre dos puntos de la misma, enlazando además dicha región con el resto de vías exteriores que la circundan. Básicamente, se pueden diferenciar dos grandes tipos de redes: las redes viarias urbanas y las interurbanas (Bañon & José, 2016).

2.2.2.1. Redes Viarias Urbanas

Según (Bañon & José, 2016), Las redes urbanas que son fuertemente condicionadas por el espacio contiguo, están formadas en su mayor parte por calles que permiten la circulación tanto de vehículos como de peatones, empleando para ello infraestructuras diferenciadas.

Predominan las intersecciones, así como los puntos de acceso desde los edificios colindantes, y los vehículos realizan principalmente recorridos cortos; podrían denominarse también redes de corta distancia.

Las vías que conforman este tipo de redes deben estar diseñadas teniendo en cuenta el ambiente urbano en el que se hallan inmersos, y su funcionalidad va a depender en gran medida de que sean capaces de gestionar grandes caudales de tráfico en cortos períodos de tiempo, especialmente en determinadas zonas de grandes núcleos de población.

Clasificación Jerárquica de las vías urbanas

- ✓ Vías primarias (VPU): Diseñadas para canalizar los movimientos de larga distancia, cumplen funciones de conexión y distribución de los vehículos que acceden a la ciudad o la atraviesan sin detenerse en ella. Forman parte de un itinerario más amplio, de características interurbanas.
- ✓ Vías colectoras o distribuidoras (VCU): Se encargan de recoger y distribuir el tráfico proveniente de o con destino a las vías locales. La mayor parte del tráfico realiza recorridos cortos, no teniendo su origen o destino en dicha vía, aunque se debe permitir el acceso a los edificios adyacentes. Las intersecciones con vías locales y colectoras



son a nivel, aunque es necesario regularlas convenientemente tanto las intersecciones como el resto de la vía mediante semáforos o dispositivos análogos.

- ✓ Vías locales (VLU): Utilizadas generalmente por vehículos cuyo punto de origen o destino se encuentra en ellas, siendo los recorridos realizados cortos y a pequeña velocidad. La principal finalidad de este tipo de vías es permitir el acceso a los edificios existentes en sus márgenes. Las intersecciones son a nivel, y raramente están semaforizadas, al ser poco importante su regulación.

2.2.2.2. Accidentalidad en la ciudad del cusco

La policía nacional del Perú durante el año 2019 registró un total de 95 800 casos de accidentes de tránsito a nivel nacional por diversos tipos, lo que refleja un incremento de 6.38% con relación al anterior año.

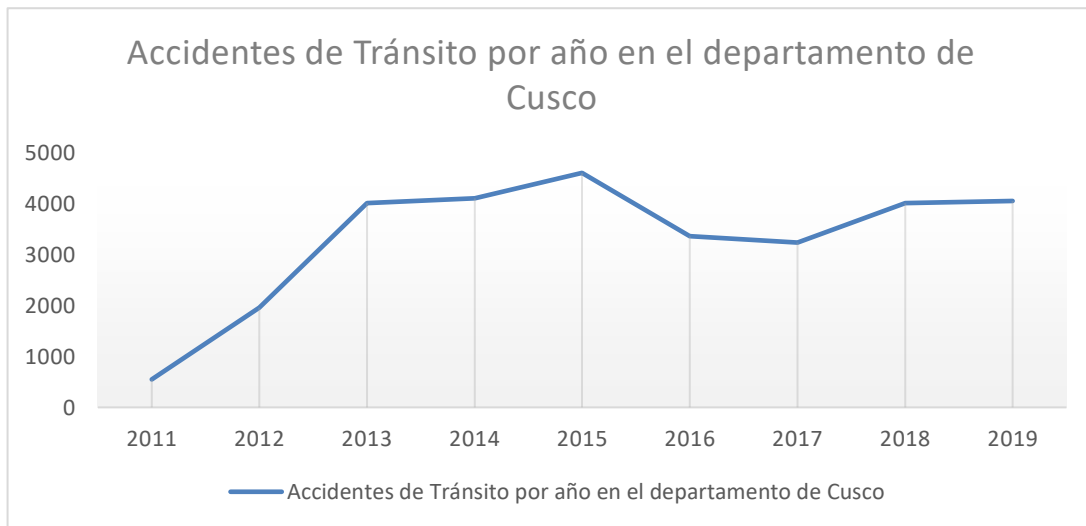
Tabla No: 1 Accidentes de tránsito por año según departamentos, periodo 2011 – 2019.

DEPARTAMENTO	AÑO								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AMAZONAS	239	487	542	463	381	628	423	362	501
ANCASH	2 267	2 298	2 476	2 477	1 697	1 531	1 973	2 061	2 329
APURIMAC	185	616	525	643	531	363	473	818	808
AREQUIPA	5 637	5 704	6 438	5 630	5 182	5 410	5 157	5 101	5 142
AYACUCHO	1 006	910	1 061	1 101	1 416	970	846	696	701
CAJAMARCA	2 945	3 186	3 156	2 119	1 276	1 312	1 777	2 077	2 087
CALLAO	2 931	3 554	3 543	3 402	3 554	3 430	3 402	3 417	3 133
CUSCO	549	1 957	4 009	4 100	4 604	3 366	3 235	4 010	4 050
HUANCAVELICA	50	174	86	201	249	295	220	257	294
HUANUCO	801	1 070	1 648	4 283	2 708	2 067	1 724	809	1 062
ICA	1 584	1 635	1 907	1 512	1 172	1 047	1 181	1 303	1 734
JUNIN	2 138	3 173	3 604	2 711	2 367	2 378	2 457	2 429	3 168
LA LIBERTAD	3 790	4 621	4 787	4 658	4 853	4 704	4 604	5 646	6 297
LAMBAYEQUE	2 141	2 927	3 175	3 342	2 340	2 804	3 188	3 176	3 830
LIMA	49 877	52 581	54 362	53 924	53 305	49 304	49 208	49 336	49 832
LORETO	820	469	265	410	394	359	442	279	335
MADRE DE DIOS	80	148	479	510	488	608	657	434	511
MOQUEGUA	762	761	844	665	573	559	583	509	534
PASCO	216	143	90	50	95	44	121	258	552
PIURA	1 824	3 300	4 089	3 834	3 867	3 480	2 303	2 512	4 066
PUNO	1 368	974	1 154	953	922	765	968	999	1 179
SAN MARTIN	911	1 057	1 281	1 269	1 168	2 002	1 533	1 343	1 260
TACNA	1 289	1 465	1 608	1 349	1 142	910	781	983	1 297
TUMBES	318	505	483	438	433	534	462	503	395
UCAYALI	1 143	1 208	1 150	1 060	815	434	450	738	703
TOTAL	84 871	94 923	102 762	101 104	95 532	89 304	88 168	90 056	95 800

Fuente: anuario estadístico de la PNP - 2019

Observando el comportamiento de incidencia de accidentes de tránsito en el periodo 2011-2019 en el departamento del Cusco, encontramos un incremento del 737.70%, donde a partir del año 2013 superamos los 4000 accidentes promedio en nuestro departamento.

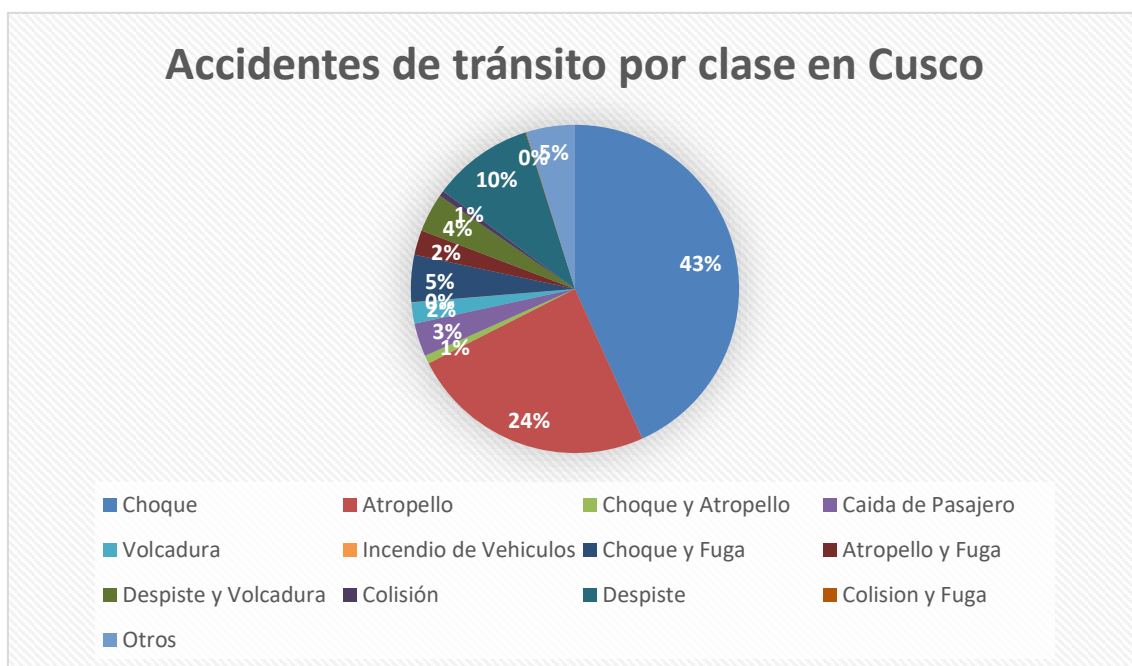
Fig. No 2: accidentes de tránsito por año en el departamento de Cusco



Fuente: anuario estadístico de la PNP - 2019

El Cusco se encuentra entre los 4 departamentos con mayor incidencia de accidentes de tránsito, luego del departamento de La Libertad (6297), Arequipa (5142) y Piura (4066).

Fig. No 3: factores de tránsito por clase en cusco



Fuente: Anuario estadístico de la PNP - 2019

La estadística de accidentes por choque (43%), supera ampliamente a las diferentes clasificaciones que da el anuario de la policía nacional del Perú en el año 2019, donde el exceso de velocidad e imprudencia del conductor son las causas que originan en mayor



porcentaje los accidentes de tránsito en nuestra localidad con 1040 y 1147 casos respectivamente en el año 2019. A su vez, según la característica del conductor, la edad de los conductores que se ven involucrados en un accidente de tránsito es de 30 a 59 años (masculino) y 118 (femenino).

2.2.3. Accidentes de Tráfico en Intersecciones

La circulación viaria siempre va estar relacionada con el riesgo de circulación. Una de las características de las ciudades modernas es la elevada movilidad de personas y mercancías, lo cual, junto con el predominio del transporte por carretera en el medio terrestre, hace que la exposición de los usuarios al riesgo en carretera sea cada vez mayor. Esto último trae como consecuencia que el número de accidentes de tráfico tienda a ser mayor si no se adoptan medidas que mejoren los niveles de seguridad de la circulación (Pardillo J. M., 2004).

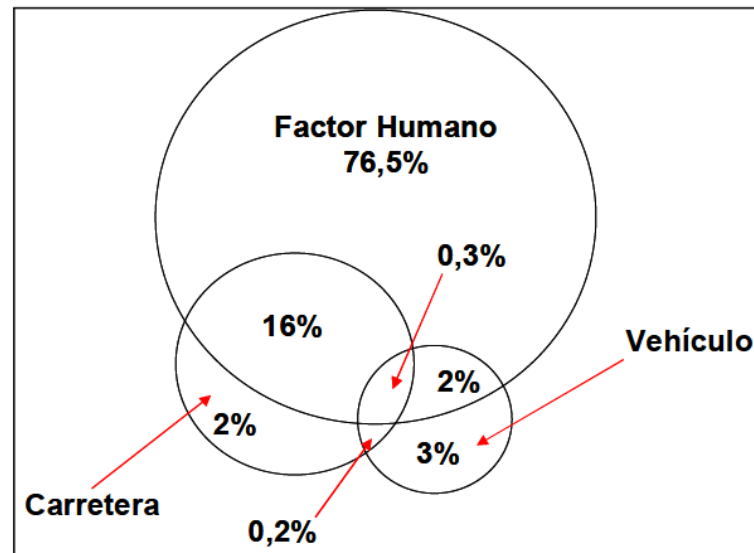
Según (Baker, 1975), un accidente de tráfico es “un suceso eventual, producido como ocasión del tráfico, en el que interviene alguna unidad de circulación y como resultado del cual se produce muerte o lesiones en las personas o daños en las cosas”

Esto significa que no existe intención alguna por parte del usuario al ocasionar un accidente de tráfico, debido a la circulación de usuarios en una intersección se generan conflictos los cuales generan entre si accidentes con lesiones leves, graves o muertes.

Un accidente se produce por el resultado de la interacción de usuarios en un mismo escenario vial, peatones, vehículos y el propio tráfico. En la siguiente figura (Sabey & Staughton, 1975), se muestra el resultado del estudio realizado por el Laboratorio de Investigación del Transporte Británico, donde nos indica la incidencia del factor humano en los accidentes de tránsito.



Fig. No 4: Factores concurrentes en los accidentes de tráfico



Fuente: (Sabey & Staughton, 1975)

El factor humano se encuentra demostrado en un alto porcentaje, que es el responsable directo en un accidente de tráfico. Los factores vehículo, estado de la carretera o intersección, y demás factores (tiempo atmosférico, iluminación, etc.) deben ser tomados en cuenta con el objetivo de implementar mejores tecnologías por parte del estado peruano para disminuir su incidencia en accidentes de tráfico. Tecnologías en vehículos más seguros acorde a realidad mundial, tecnología en infraestructura vial, sistemas de señalización para disminuir la incidencia, frecuencia y gravedad de accidentes en nuestra ciudad y país.

Los países subdesarrollados presentan carencias al momento de implementar estudios de accidentalidad, y más aún con la necesidad de mejoras correctivas y preventivas en nuestros diferentes escenarios viales para poder calificarlos como seguros o no seguros.

2.2.3.1. Factor Humano

Cuando ocurre un accidente de tráfico se dice que “El Factor Humano” es el primer factor que interviene, debido sin duda alguna, al ser la persona la que toma las decisiones sobre el movimiento del vehículo. Al mismo tiempo, es el hombre el responsable de comprarse o no un coche, decidir conducirlo, cuándo llevarlo a revisión, e incluso desplazarse con el mismo o coger el transporte público u otro medio de transporte preferente por el ser humano.



Pocas cosas no son “Factor Humano”, pero la forma de percibir nuestra responsabilidad depende de varios factores. En parte se trata de una cuestión de estadística, y cuando un suceso es estadísticamente raro, es fácil catalogarlo de accidente, aunque existe la consideración de evitabilidad, es decir, si algo puede evitarse incurrimos en cierta responsabilidad si no ponemos los medios preventivos para hacerlo.

Cuando hablamos de factores humanos realmente debería hablarse de “Factor Conductor” o “Factor Usuario”, dado que no todas las personas tienen iguales los procesos psicológicos básicos como son la atención, la percepción o la memoria; y quiere decir que el comportamiento de los usuarios es la causa más directa a los accidentes de tráfico:

- A. Visión
- B. Procesamiento de Información
- C. Memoria
- D. Genero
- E. Edad
- F. Consumo de Drogas, Enfermedad y Discapacidad.

2.2.3.2. Influencia del Vehículo.

Si mencionamos la influencia del Vehículo en un accidente de tránsito tenemos que reconocer que, entre otros factores, es responsabilidad directa del conductor el adecuado funcionamiento de la máquina, el mantenimiento, uso de sistemas de seguridad y todo lo referente antes mencionado al “Factor Humano”.

Según (Montoro, 2002), la potenciación de todos los mecanismos de seguridad activa y pasiva son sin duda de una extraordinaria utilidad. Sin embargo, es necesario llegar a conocer en profundidad el impacto que estas nuevas e interesantes tecnologías tienen en el comportamiento del conductor, ya que algunos estudios realizados en los años 70 han descubierto que en ocasiones, si no se forma e informa adecuadamente, las mejores tecnológicas de los coches (siempre responsables), pueden hacer que algunos conductores sean más proclives a los accidentes, porque al tener mayor sensación de seguridad, “Compensan” las ventajas del sistema con una tendencia a circular de una manera más arriesgada.



2.2.3.3. Influencias de las condiciones de circulación.

2.2.3.3.1. Velocidad de Circulación.

La velocidad es uno de los factores que más estudios tiene asociado con los accidentes de tráfico. Sin embargo, el tema del exceso de velocidad como causa principal de los accidentes de tráfico es tan importante como arduo, ya que no es tanto el exceso de velocidad como una velocidad inadecuada, la responsable de los numerosos accidentes de tráfico.

Según (Barjonet, 1988), el problema de la velocidad es un tema tan importante como complejo. Se sabe que la pasión por la velocidad genera en muchos conductores sentimientos contradictorios, ya que ésta es percibida como factor de riesgo y a la vez se considera a la velocidad en general, como un factor social, fuertemente publicitado y defendido por muchos medios de comunicación.

El exceso de velocidad es un grave problema de seguridad. Según la Comisión Nacional de Seguridad de Tráfico (CONASET, Chile), un aumento de un kilómetro por hora en la velocidad promedio de una vía, aumenta en un 5% las lesiones y un 7% los accidentes mortales. Además, el exceso de velocidad en Chile es relevante en al menos 1 de cada 5 accidentes y en 1 de cada 3 accidentes mortales.

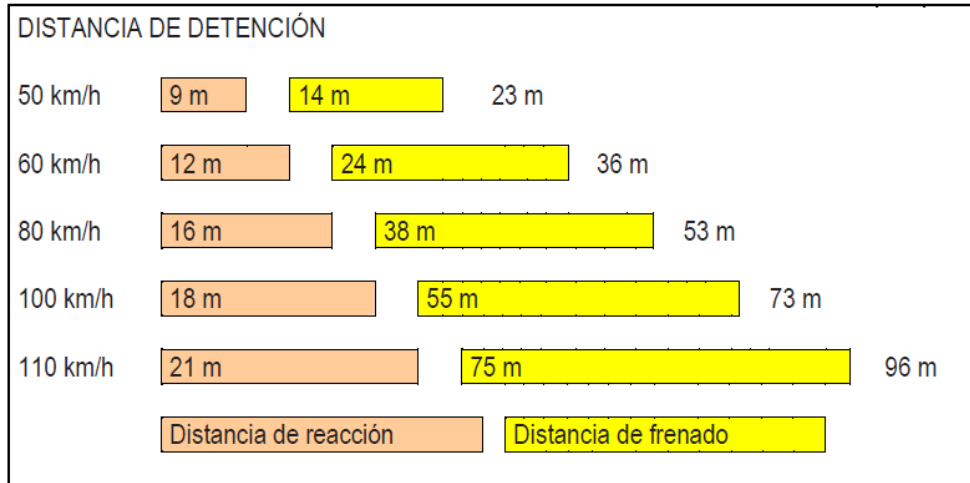
Por tanto, ir más rápido significa tomar decisiones en un intervalo de tiempo menor, estando expuestos a distracciones que conlleven directamente a un accidente de tráfico. Por otra parte, determinadas situaciones como conducir bajo los efectos del alcohol, drogas, fármacos, cansancio, puede hacer que el conductor dificulte considerablemente rectificar maniobras incorrectas.

Tabla No: 2 Reducción o aumento del porcentaje de los accidentes mortales ocurridos en Suecia, Suiza y Estados Unidos, debido a los cambios de límites de velocidad.

Año	País	Tipo de Vía	Cambio en el límite de velocidad	Efectos en velocidad	Accidentes mortales
1985	Suiza	Autopista	130 km/h a 120 km/h	5 km/h reducción de Velocidad media	12% Reducción
1987	Estados Unidos	Carretera	90 km/h a 105 km/h	3-6 km/h aumento de Velocidad media	19 – 34% Aumento
1989	Suecia	Autopista	110 km/h a 92 km/h	14 km/h reducción de Velocidad media	21% Reducción

Fuente: (Comisión Nacional de Seguridad de Tráfico, 2004)

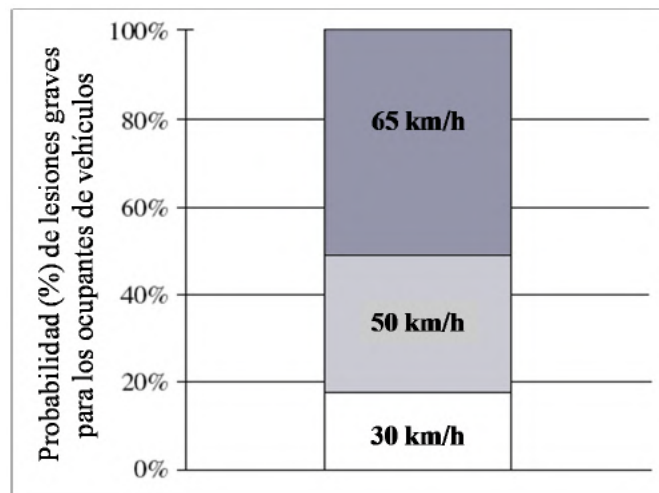
Fig. No 5: Distancia que requiere un vehículo para detenerse, según su velocidad de circulación.



Fuente: (Comision Nacional de Seguridad de Tráfico, 2004)

Como se observa en la imagen N° 5, comparando un vehículo que se desplaza a 50 km/h y otro a 110 km/h, la distancia para frenar el último vehículo se triplica en relación a la distancia de reacción, por lo que dependerá de las capacidades del vehículo y del conductor para frenar a tiempo y evitar un accidente de tráfico o accidente mortal.

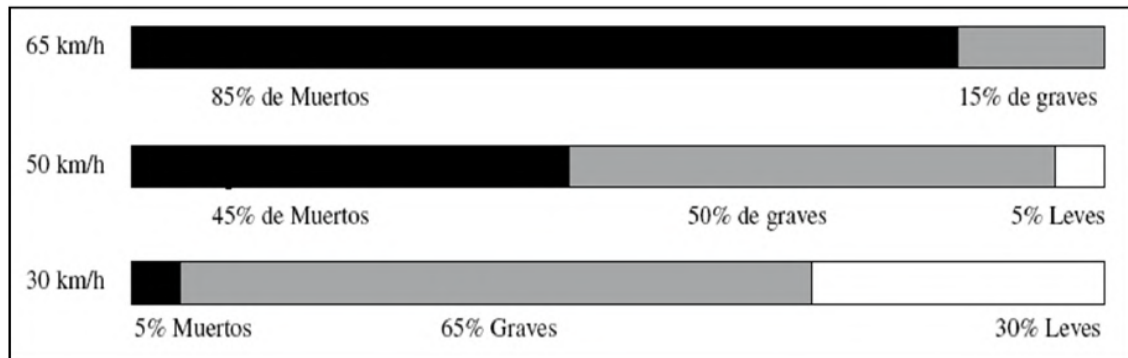
Fig. No 6: Probabilidad de lesiones graves para los ocupantes del Vehículo, de acuerdo a su velocidad de circulación.



Fuente: (Comision Nacional de Seguridad de Tráfico, 2004)

Como se observa en la imagen N° 6, la probabilidad de lesiones graves para los ocupantes del vehículo está relacionada directamente a la velocidad en la que circula el vehículo, por lo que la gravedad de los accidentes aumentara considerablemente con la velocidad del vehículo.

Fig. No 7 Probabilidad de lesiones leves, graves o la muerte para los peatones, de acuerdo a la velocidad de circulación del vehículo que participa en el accidente.



Fuente: (Comision Nacional de Seguridad de Tráfico, 2004)

Como se observa en la imagen N° 7, a 65 km/h de velocidad de impacto en un atropello, muere el 85% de los afectados y un 15% queda gravemente heridos. A medida que se disminuye la velocidad, este porcentaje se reduce y se tiene afectados con heridas leves. Todo será directamente relacionado a la velocidad con la que circula un vehículo al momento de ocasionar el accidente.

2.2.3.4. Infraestructura.

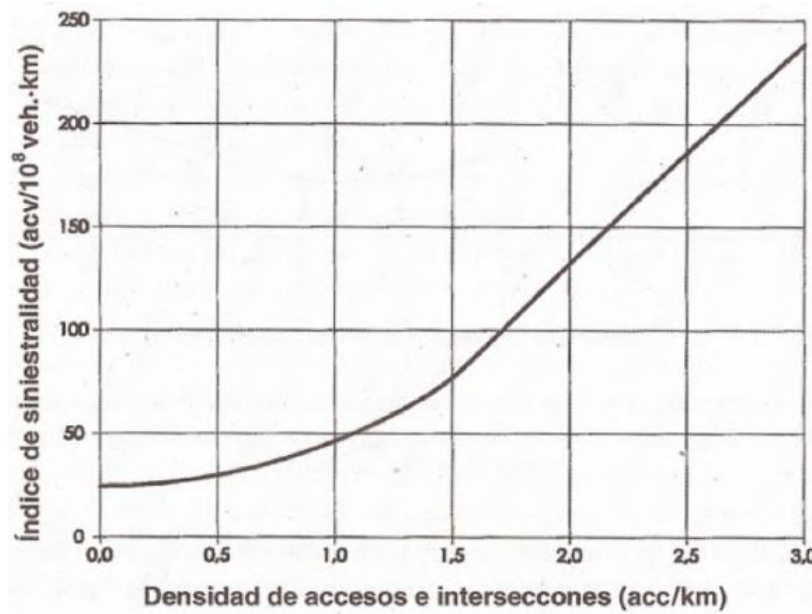
La influencia de las características de la intersección en los accidentes, no debe ser solo un parámetro debido a las distintas necesidades de los posibles usuarios, por esta razón se debe analizar una combinación de varios o las variaciones según la intersección para alcanzar una óptima seguridad.

2.2.3.4.1. Limitaciones de los accesos y separación de los sentidos de circulación.

Según (Torres Flores, 2012), el objetivo es limitar o reducir el número de situaciones imprevistas y el distanciamiento de los puntos en los que se deben tomar decisiones, simplifican la tarea del conductor y reducen la cantidad de potenciales conflictos de tráfico, ya que el número de accidentes en la vía aumenta con el número de puntos de

acceso. La limitación de accesos reduce la variedad de los estímulos a los que el conductor debe responder.

Fig. No 8: Variación del índice de peligrosidad de las carreteras convencionales con la densidad de accesos por kilómetro.



Fuente: (Pardillo & Llamas, 2001)

En las vías con calzada única sin limitación de accesos los índices medios de siniestralidad suelen ser de 2 y 4 veces superiores a los de las autopistas, que poseen una limitación de los accesos. En la Tabla N° 3 se muestra los resultados del estudio de influencia del grado de limitación de accesos en los índices de peligrosidad y de mortalidad.

Tabla No: 3 Influencia del grado de limitación de accesos en los índices de peligrosidad y mortalidad.

Limitación de accesos	Índice relativo de peligrosidad		Índice relativo de mortalidad	
	Zona Urbana	Tramos Interurbanos	Zona Urbana	Tramos Interurbanos
Inexistente	100	100	100	100
Parcial	94	64	125	67
Total	35	45	50	45

Fuente: (Kraemer, y otros, 2003)



2.2.3.4.2. Sección transversal

Las características de la sección transversal tienen una gran influencia en la seguridad. Así el efecto del ancho de vía, la anchura total y diseño de la berma en la frecuencia de accidentes, tiene cierta variación en diversos estudios. Se ha encontrado generalmente que los índices de accidentes disminuyen cuando la anchura del carril aumente. Además, en vías que cuentan con calzadas separadas es muy importante el diseño de la mediana, si existe variaciones a lo largo de la vía de cualquiera de estas características deben ser graduales y perceptibles por el conductor. (Torres Flores, 2012).

2.2.3.4.3. Trazado en Planta y Alzado

Efecto del trazado en la seguridad de la circulación es muy importante, ya que es necesario cumplir las expectativas del conductor y muchas veces el diseño físico pobre de las vías, causa problemas, ya que el conductor adapta la actitud de conducción a las características de la vía. Además, se debe realizar un buen diseño en radios de giro para evitar la invasión de carriles y generar conflictos involuntariamente. (Torres Flores, 2012).

2.2.3.4.4. Estado del pavimento

Las condiciones en las cuales se encuentra el pavimento es un factor de importancia relevante en la seguridad vial, ya que el mal estado del pavimento puede causar accidentes, dificultar la conducción y hasta dañar el vehículo, pero debido a esto, los conductores tienden a reducir la velocidad y a prestar mayor atención a la vía, lo cual es positivo desde el punto de vista de la seguridad. En contra posición las vías que cuentan con el pavimento en perfecto estado, las velocidades muchas veces aumentan por sobre lo permitido, debido a que la conducción se realiza con mayor comodidad y esto provoca un aumento en la frecuencia de accidentes. (Torres Flores, 2012).

2.2.4. **Técnicas de análisis multivariante.**

Los métodos multivariante son extraordinariamente útiles para ayudar a los investigadores a darle sentido a conjuntos grandes y complejos de datos que constan de una gran cantidad de variables medidas en números grandes de unidades experimentales. La importancia y la utilidad de los métodos multivariante aumentan a incrementarse el número de variables que están midiendo y el número de unidades experimentales que se



están evaluando. Una unidad experimental es cualquier objeto o concepto que se puede medir o evaluar de alguna manera (Peña, 2002)

El análisis de datos multivariantes comprende el estudio estadístico de varias variables medidas en elementos de una población, con los siguientes objetivos.

- 1) Resumir los datos mediante un pequeño conjunto de nuevas variables, construidas como transformaciones de las originales, con la mínima pérdida de información.
- 2) Encontrar grupos en los datos, si existen.
- 3) Clasificar nuevas observaciones en grupos definidos
- 4) Relaciona dos conjuntos de variables.

El objetivo primario de los análisis multivariantes es resumir grandes cantidades de datos por medio de relativamente pocos parámetros. La descripción de una realidad compleja se simplifica al utilizar unos pocos índices o variables indicadoras.

El análisis multivariante puede plantearse en dos niveles. En el primero, se quiere extraer la información que contienen los datos disponibles. Los métodos encaminados a este objetivo se conocen como métodos de explotación de datos multivariantes, y se han popularizado en los últimos años en la ingeniería y ciencias de la computación con el nombre de minería de datos. Un nivel más avanzado es pretender obtener conclusiones sobre la población que ha generado los datos. Lo que requiere la construcción de un modelo que explique su generación y permita proveer los datos futuros. En este segundo nivel se pretende generar conocimiento sobre el problema que va más allá del análisis particular de los datos disponibles. Los métodos encaminados a este objetivo se conocen como métodos de inferencia.

2.2.4.1. Valores y vectores propios.

Según (Torres Flores, 2012), los valores propios son las medidas básicas de tamaño de una matriz, que no se ven alteradas si se realiza un cambio de coordenadas que equivale a una rotación de los ejes.

Se denomina vectores propios de una matriz cuadrada de orden n a aquellos vectores cuya dirección no se modifica al ser transformados mediante la matriz. Por tanto, u es un vector propio de la matriz A si se verifica que:

$$A * u = \gamma * u$$



Donde γ es un escalar que se denomina valor propio de la matriz. En esta relación se supone que $u \neq 0$, ya que, si no, es trivialmente cierta. Si u es un vector propio de A y se multiplica por cualquier $a \neq 0$, resulta que $a \cdot u$ será también un vector propio de A . Para evitar esta indeterminación se supone que los vectores propios están normalizados de manera que $\|u\| = 1$.

Sin embargo, el signo queda indeterminado: si u es un vector propio también lo es $-u$.

Para calcular el vector propio se puede describir la ecuación anterior como:

$$(A - \gamma * I) * u = 0$$

Que es un sistema homogéneo de ecuaciones que tendrá solución no nula si, y solo si, la matriz del sistema, $(A - \gamma * I)$, es singular. En efecto, si esta matriz fuese no singular multiplicando por la inversa se tendría que la única solución es $u = 0$. Por tanto, este sistema tiene solución no nula si se verifica que:

$$|A - \gamma * I| = 0$$

Esta ecuación se denomina la ecuación característica de la matriz. Es una ecuación polinómica en γ y de orden n y sus n raíces se denominan valores propios de la matriz.

2.2.4.2. Descripción de datos multivariantes.

2.2.4.2.1. Tipos de variables

La información de partida para los métodos multivariantes puede ser de varios tipos. La más habitual es una tabla donde aparecen los valores de p variables observadas sobre n elementos. Las variables pueden ser cuantitativas, cuando su valor se exprese numéricamente. Estas variables pueden, a su vez, clasificarse en variables continuas o discretas. Las variables cuantitativas son aquellas que presentan una cualidad y pueden clasificarse en binarias, cuando toman únicamente dos valores posibles, o generales, cuando toman muchos valores posibles. (Torres Flores, 2012)

2.2.4.2.2. Matriz de datos

La información de partida en el análisis multivariante es una tabla de datos correspondiente a distintas variables medidas en los elementos de un conjunto. Al observar p variables numéricas en un conjunto de n elementos, cada una de estas p



variables se denomina una variable escalar o univariante y el conjunto de p variables forman una variable vectorial o multivariante. Los valores de las p variables escalares en cada uno de los n elementos pueden representarse en una matriz, X , de dimensiones $(n \times p)$, que se denomina matriz de datos. De esta manera, se simplifica la manipulación de datos por medio de concepto de matriz y sus propiedades. (Torres Flores, 2012)

2.2.4.2.3. Matriz de varianzas y covarianzas

Para variables escalares la variabilidad respecto a la media se mide habitualmente por la varianza, o su raíz cuadrada, la desviación típica. La relación lineal entre dos variables se mide por la covarianza. La covarianza entre las variables X_j y X_k se calcula por: (Torres Flores, 2012)

$$S_{jk} = \frac{1}{n} * \sum_1^n (X_{ij} - \bar{X}_j) * (X_{ik} - \bar{X}_k)$$

2.2.4.2.4. Matriz de correlación

Un objetivo fundamental de la descripción de los datos multivariante es comprender la estructura de dependencias entre las variables. Estas dependencias pueden ser: entre pares de variables, entre una variable y todas las demás, entre pares de variables, pero eliminando el efecto de las demás variables, entre el conjunto de todas las variables.

La dependencia lineal entre dos variables se estudia mediante el coeficiente de correlación lineal o simple. Este coeficiente para las variables X_j , X_k es: (Torres Flores, 2012)

$$r_{jk} = \frac{S_{jk}}{S_j * S_k}$$

Y tiene las propiedades siguientes:

$$0 \leq |r_{jk}| \leq 1.$$

Si existe una relación lineal exacta entre las variables, $x_{ij} = a + b x_{jk}$, entonces $|r_{jk}| = 1$. r_{jk} es invariante ante transformaciones lineales de las variables.

La dependencia por pares entre las variables se mide por la matriz de correlación, R , la cual es una matriz cuadrada y simétrica que tiene unos en la diagonal principal y fuera de ella los coeficientes de correlación lineal entre pares de variables.



$$R = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & r_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

2.2.4.3. Análisis de componentes principales (ACP).

El problema de resumir la información de un conjunto de variables se aborda, desde el punto de vista descriptivo, construyendo unas nuevas variables indicadoras que sintetizen la información contenida en los originales. Existen distintos métodos exploratorios para conseguir este objetivo. Con variables continuas, el método más utilizado se conoce como componentes principales.

Mayormente se sugiere que los objetivos principales de un ACP son:

- 1) **Reducir la dimensionalidad del conjunto de datos:** dadas n observaciones de p variables, se analiza si es posible representar adecuadamente esta información con un número menor de variables construidas como combinaciones lineales de las originales, reduciendo la dimensión del problema a costa de una pequeña pérdida de información.
- 2) **Identificar nuevas variables significativas subyacentes:** el ACP siempre identificará nuevas variables, sin embargo, no se puede garantizar que las nuevas variables sean significativas. Pero, aunque las nuevas variables no sean significativas, las variables componentes principales son útiles por diversas cosas, incluyendo el cribado de los datos, la verificación de las hipótesis y la verificación de las agrupaciones.

En el ACP se usa un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables correlacionales en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas, estas son las componentes principales, en orden decreciente de importancia. El análisis de componentes principales se puede hacer sobre una matriz de varianzas y covarianzas de las muestras con datos estandarizados o no. Para utilizar la matriz de varianzas y covarianzas de las muestras con datos no estandarizados se debe cumplir lo siguiente:

- Todas las variables deben estar medidas en las mismas unidades o, por lo menos en unidades comparables. De esta forma se logra un análisis más limpio y ninguna variable carga más a una componente o a otra, puesto que las varianzas están en la misma escala para todas las variables originales.



- Las variables deben tener varianzas que tengan tamaños aproximadamente muy semejantes.

Al no cumplirse estas condiciones las componentes principales dependerán decisivamente de las escalas de medida, y las variables con valores más grandes tendrán más peso en el análisis. Si se quiere evitar este problema, conviene estandarizar las variables originales antes de calcular las componentes. Es decir, cuando las variables originales están en distintas unidades conviene aplicar el análisis de la matriz de varianzas y covarianzas de datos estandarizados a lo que es igual, de la matriz de correlación.

Hay una fuerte tendencia entre los investigadores a dar significado a las variables componentes principales creadas. Si las interpretaciones son manifiestas, entonces es posible utilizarlas.

Existen pocos casos en donde a las componentes principales se les puede dar una interpretación, porque lo común es no esperar que se puedan interpretar las variables componentes principales.

2.2.4.3.1. Cálculo de los componentes

a) Cálculo de la Primera componente

La primera componente principal se define como la combinación lineal de las variables originales estandarizadas que tiene varianza máxima. Los valores en esta primera componente de los n individuos se representan por un vector \mathbf{z}_1 . Dado por:

$$Z_1 = X \cdot a_1$$

Como las variables originales estandarizadas tienen media cero, también \mathbf{z}_1 , tendrá media nula y su varianza será:

$$\frac{1}{n} \cdot Z_1^1 \cdot Z_1 = \frac{1}{n} \cdot X^1 \cdot X \cdot a_1 = a_1^1 \cdot S \cdot a_1$$

Donde \mathbf{S} es la matriz de varianzas y covarianzas de las observaciones.

En la expresión anterior se puede maximizar la varianza sin límite aumentando el módulo del vector a_1 . Para que la maximización tenga solución se impone una restricción $a_1^1 \cdot a_1 = 1$, al módulo del vector a_1 .



Finalmente, esto se traduce en un problema de optimización abordado mediante el multiplicador de Lagrange:

$$M = a_1^1 \cdot S \cdot a_1 - \lambda \cdot (a_1^1 \cdot a_1 - 1)$$

Maximizando esta expresión derivando respecto a las componentes a_1 , e igualando a cero, se tiene:

$$\frac{\partial M}{\partial a_1} = 2 \cdot S \cdot a_1 - 2 \cdot \lambda \cdot a_1 = 0$$

Cuya solución es:

$$S \cdot a_1 = \lambda \cdot a_1$$

Que implica que a_1 , es un vector propio de la matriz S , y λ su correspondiente valor propio. Para determinar que el valor propio de S es la solución de la fórmula anterior, multiplicando por la izquierda por a_1 esta ecuación:

$$a_1^1 \cdot S \cdot a_1 = \lambda \cdot a_1^1 \cdot a_1 = \lambda$$

Y se concluye, que λ es la varianza de z_1 . Como esta es la cantidad que se quiere maximizar, λ será el mayor valor propio de la matriz S . Su vector asociado, a_1 , define los coeficientes de cada variable en la primera componente principal.

2.2.4.3.2. Propiedades de las componentes

Según (Torres Flores, 2012), las componentes principales son nuevas variables que conservan la variabilidad inicial donde la proporción de variabilidad explicada por una componente es el cociente entre su varianza, el valor propio asociado al vector propio que lo define, y la suma de los valores propios de la matriz.

En efecto, la varianza del componente H es λ_h , y la suma de las varianzas de las variables originales es $\sum_i^p = \sum_1 \lambda_1$, igual a la suma de las varianzas de las componentes. La proporción de la variabilidad total explicada por la componente h es λ_h / \sum_i^p .

Las r componentes principales ($r < p$) proporcionan la predicción lineal óptima con r variables del conjunto de variables originales.



2.2.4.3.3. Selección del número de componentes

Según (Torres Flores, 2012), cuando se lleva a cabo un ACP, se necesita determinar la dimensionalidad real del espacio en el que caen los datos; es decir, el número de componentes principales que tienen varianzas mayores a cero.

Existen distintas reglas para seleccionar el número de componentes, entre las cuales se tiene:

- 1) Realizar un gráfico λ_i frente a i . Seleccionando componentes hasta que los restantes tengan aproximadamente el mismo valor de λ_i . De modo que se encuentre un codo en el gráfico, es decir, un punto a partir del cual los valores propios son aproximadamente iguales. El criterio es quedarse con un número de componentes que excluya los asociados a valores pequeños y aproximadamente del mismo tamaño.
- 2) Seleccionar componentes hasta cubrir una proporción determinada de varianza determinada de varianza, como el 80 o el 90 por ciento. De esta regla se deduce que debe aplicarse con cierto cuidado. Por ejemplo, es posible que un único componente de tamaño recoja el 90% de la variabilidad y, sin embargo, puede existir otros componentes que sean muy adecuados para explicar la forma de las variables.
- 3) Desechar aquellos componentes asociados a valores propios inferiores a una cota, que suele fijarse como la varianza media. $\sum \lambda_h / p$. En particular, cuando se trabaja con la matriz de correlación, el valor medio de las componentes es 1, y esta regla lleva a seleccionar los valores propios mayores que la unidad.

Cuando se analiza una matriz de correlación, se suele emplear simultáneamente los tres métodos. En todos los casos, la decisión de cuantas componentes principales considerar es subjetiva. Por otro lado, mientras más componentes principales se requieran, menos útil se vuelve cada una de ellas.

Aunque el ACP permite usar un número reducido de variables en los análisis consecuentes, en general no se puede emplear este análisis para eliminar variables debido a que se necesitan todas las variables originales para calificar o evaluar las variables de las componentes principales para cada uno de los individuos en un conjunto de datos. Por consiguiente, la eliminación de algunas de las variables no debe ser un objetivo primario al usar el ACP.



2.2.5. Técnica de los conflictos de tráfico.

Una intersección es el elemento de la red viaria donde concurren dos o más tramos de vía. Estas constituyen una parte esencial de la red, ya que en ellas el usuario puede cambiar su trayectoria de desplazamiento. Una adecuada disposición de los tramos de la red y de sus intersecciones permitirá atender a un máximo de orígenes y destinos con un mínimo de elementos, en unas condiciones adecuadas de fluidez y de seguridad.

Los vehículos que acceden a una intersección por cada uno de los tramos que en ella concurren pueden elegir entre tres trayectorias diferentes, salvo que sea físicamente imposible o estén prohibidas por algún elemento de regulación del tráfico:

1. Un movimiento de paso, por una trayectoria recta que cruza a otras.
2. Un giro a la derecha
3. Un giro a la izquierda, cuya trayectoria cruza a la del paso correspondiente al sentido opuesto.

El diseño de una intersección consiste en combinar los elementos más adecuados a las condiciones específicas del lugar para que estos movimientos se puedan llevar a cabo con el máximo de seguridad y comodidad.

En el primer taller internacional de Conflictos de Tráfico, que se celebró en Oslo en 1977, un grupo de investigadores de tres continentes decidió dar una definición general de un conflicto de tráfico.

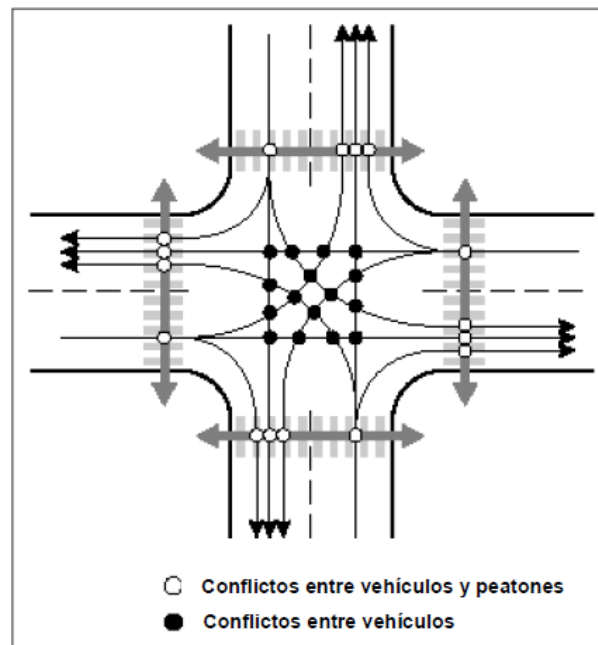
“Un conflicto es una situación observable en la que dos o más usuarios de la carretera se aproximan entre sí en espacio y tiempo, hasta tal punto que una colisión es inminente si sus movimientos permanecen inalterados”

A partir de esta definición se puede decir que algunos países desarrollaron diversas TCTs que varían “subjetivamente” (cuando los conflictos son detectados por observadores humanos) y “objetivamente” (cuando los conflictos son detectados con ayuda de un sistema informático)

2.2.5.1. Definición de los conflictos en intersecciones.

Un conflicto es definido como una situación observable en la cual dos o más usuarios de la carretera se aproximan el uno al otro en un tiempo y un espacio, y no están exentos del riesgo de colisión si sus movimientos o trayectorias continúan sin cambiar. (Hydén, 1987)

Fig. No 9: Diagrama de conflictos entre vehículos y vehículo/peatón en una intersección.



Fuente: (Robinson, 2000)

En la figura se muestra un total de 32 conflictos de tráfico entre vehículos y 16 conflictos de tráfico entre peatones y vehículos que se pueden generar en una intersección en cruz a nivel en vías de dos carriles.

Los conflictos que se presentan en las intersecciones básicamente pueden ser divididos en tres categorías: los conflictos de colas o retenciones, los convergentes y las divergencias de trayectorias, y los que se ocasionan con el cruce.

Los conflictos que se producen por las colas o atascos pueden ocurrir debido a que un vehículo no puede cruzar la intersección (formando una cola detrás de él) o porque el conductor está esperando un espacio para poder girar (por lo general, a la izquierda). Estos tipos de conflictos son los menos serios, ya que si se produce una colisión los puntos de impacto pueden ser las partes más protegidas del vehículo y las diferencias de velocidad entre los involucrados pueden ser menores que en otro tipo de conflictos.

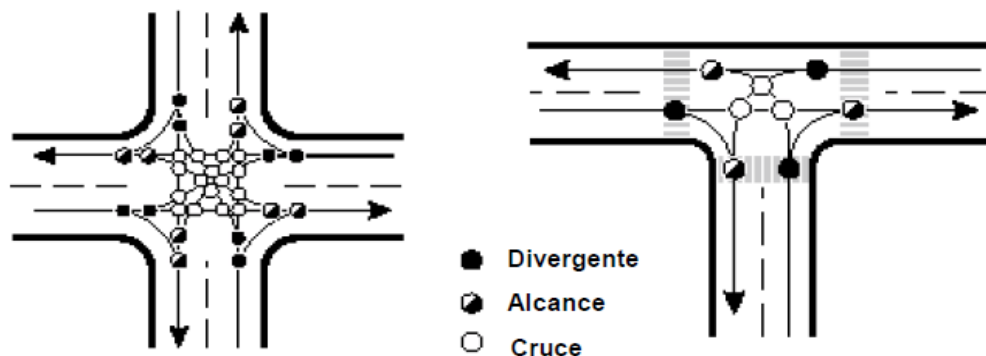
Los conflictos convergentes y de divergencia de trayectorias son causados por el encuentro o separación de los flujos de tráfico. Los tipos de colisión más comunes debido



a la convergencia de vehículos son los laterales (o frontolaterales) y los por alcance. Las colisiones producto de un conflicto convergente suelen ser más graves que las debidas a un conflicto de divergencia de trayectorias, ya que existe una mayor probabilidad de colisión en los costados del vehículo, sectores menos protegidos que la parte delantera o trasera del vehículo.

Finalmente, los conflictos de cruce se producen por el encuentro de dos trayectorias ortogonales y por lo general, dan lugar a las colisiones más severas, en las cuales se presenta una mayor probabilidad que existan víctimas, ya sean heridos o víctimas mortales.

Fig. No 10: Diagrama de conflictos de tráfico en intersecciones de 4 y 3 ramales

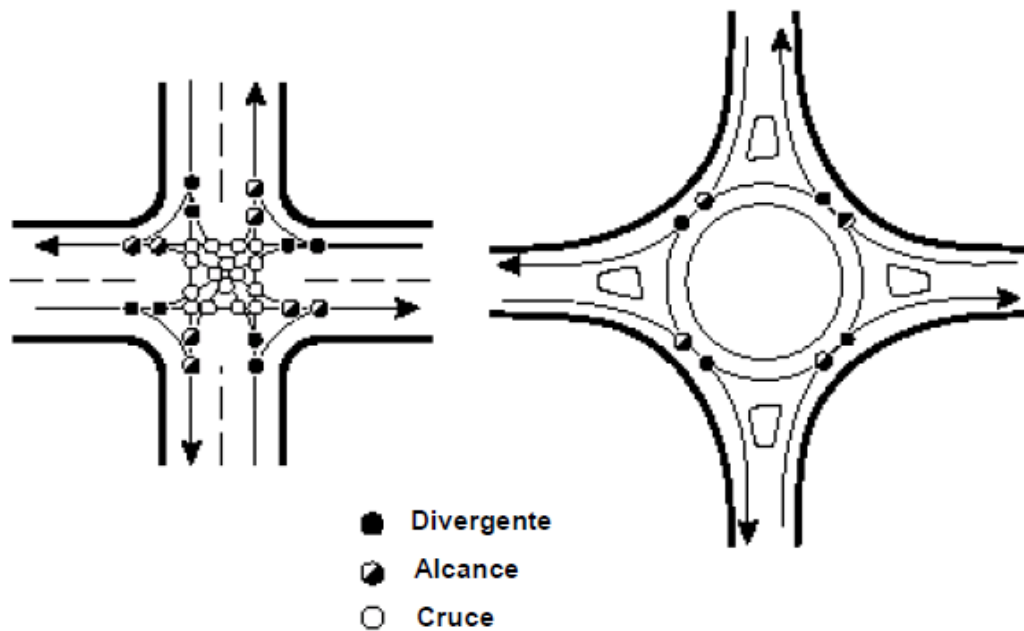


Fuente: (Robinson, 2000)

En la figura se demuestra que las intersecciones a nivel de tres ramales son más seguras que las de cuatro ramales, no es recomendable intersecciones a nivel con más de 4 ramales, con excepción en intersecciones tipo glorieta.

Las glorietas son el tipo de intersección más seguro para intensidades de tráfico medias y bajas, lo que tiene su explicación en la notable reducción del número de conflictos de tráfico (un 75% menos) en comparación con una intersección normal, como se muestra en la figura N° 10. (Robinson, 2000)

Fig. No 11: Diagrama de conflictos de tráfico en intersecciones de 4 ramales y una glorieta.



Fuente: (Robinson, 2000)

En una glorieta se eliminan los giros a la izquierda y se reducen los conflictos por cruce de la intersección; los peatones, si bien recorren una distancia total mayor que en una intersección común, tienen que cruzar distancias mucho más cortas. Además, se disminuyen las velocidades en las aproximaciones, lo que otorga un mayor tiempo al conductor de reaccionar ante algún potencial conflicto; y dado que la mayoría de los conductores pasan a través de la glorieta a una velocidad parecida y baja, se reduce la severidad de los accidentes. Por otro lado, los peatones al cruzar la vía solo tienen que preocuparse de un sentido de flujo de tráfico.

El procedimiento habitual para evaluar la seguridad de una vía es un estudio de accidentalidad, sin embargo, existen numerosos problemas que superar para efectuar estos estudios. Se debe disponer de una gran base de datos, la cual cuenta solo con los accidentes reportados, que en la práctica son solo una fracción de todos los que ocurren realmente

Para obtener una base de datos representativa de una intersección, tiene que pasar mucho tiempo, solo de esta manera pueden ser útiles al estudio, lo que conlleva a que todo ese tiempo puede estar en mal funcionamiento una intersección, esto puede traer muchas consecuencias antes de que se obtenga la información necesaria para cuantificar este mal



funcionamiento mediante un estudio estadístico; además, si se efectúan medidas correctivas, se debe dejar pasar la misma cantidad de tiempo para comprobar si las medidas aplicadas fueron eficientes. Las fuentes de información más comunes para obtener información son la policía, hospitales o centros de salud y las empresas relacionadas con el servicio de salud.

El desarrollo de las técnicas de conflicto de tráfico puede ser visto como un paso a las llamadas medidas indirectas o alternativas de seguridad vial debido a la necesidad de idear otros indicadores o medidas de seguridad de la circulación, con el objetivo de tener un panorama más completo y representativo de la relación entre el comportamiento y la seguridad.

2.2.5.1.1. Tipologías de conflicto de tráfico en intersecciones

Un conflicto de tráfico en una intersección se describe como un suceso que involucra los siguientes escenarios:

- 1) Un primer vehículo efectúa una maniobra.
- 2) Un segundo vehículo está situado en un lugar en el que existe peligro de colisión.
- 3) El conductor del segundo vehículo reacciona frenando o efectuando una acción evasiva.
- 4) Luego, el segundo vehículo continúa a través de la intersección.

Dentro de este marco se ha desarrollado una serie de definiciones de conflictos en intersecciones, correspondientes a los distintos tipos de maniobras. De la misma forma que los accidentes son agrupados por tipos de colisión, los conflictos de tráfico se clasifican por tipo de maniobra. Los principales tipos de conflicto en una intersección son: (Zeeger & Parker, 1988)

- En la misma dirección y sentido.
- Giro a la izquierda con vehículos en sentido opuesto.
- Cruce.
- Giro a la derecha en fase roja del semáforo.
- Peatones.
- Secundarios.



Los principales tipos de conflictos primarios en intersecciones, son categorizados según las mismas maniobras:

- Misma dirección
- Giro a la izquierda opuesta
- Cruce de trayectorias

Para reconocer y registrar conflictos, un observador es situado en una posición ventajosa, la que es en el acercamiento de la intersección, por un periodo especificado. Vale decir que para cada intersección a estudiar se requiere de un observador situado en el área correspondiente.

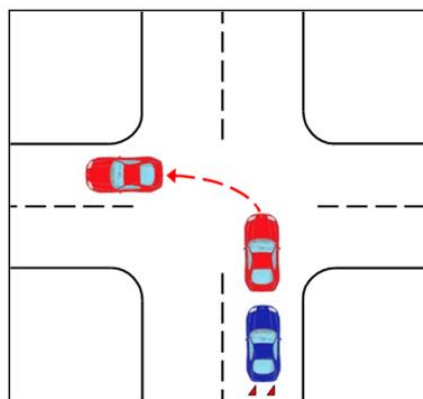
Conflictos en el mismo sentido

Un conflicto en el mismo sentido ocurre cuando el primer vehículo se retarda y/o cambia la dirección y coloca al vehículo siguiente en peligro de una colisión. El segundo vehículo frena o gira para evitar el impacto, entonces continua su rumbo por la intersección. Existen cuatro tipos básicos de este tipo de conflicto descritos a continuación.

a) Giro a la Izquierda

Este conflicto del tipo mismo sentido ocurre cuando el primer vehículo reduce la marcha para hacer un giro a la izquierda, colocando así a un segundo vehículo en peligro de una posterior colisión.

Fig. No 12: Mismo sentido, giro a la izquierda.



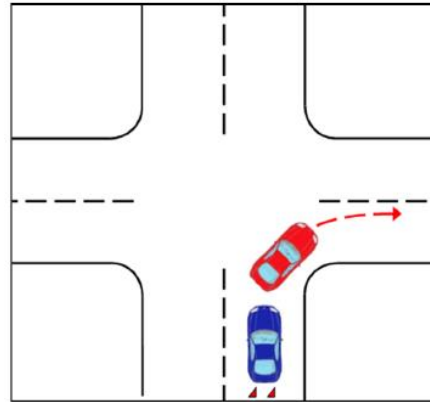
Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)



b) Giro a la Derecha

Este conflicto ocurre cuando el primer vehículo reduce la marcha para hacer un giro a la derecha, colocando así al segundo vehículo en peligro de colisión.

Fig. No 13: Mismo sentido, giro a la derecha.

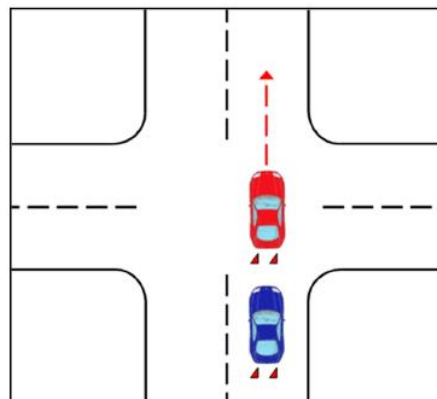


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

c) Vehículo lento

El conflicto vehículo lento se ocasiona cuando el primer vehículo reduce la velocidad de manera brusca al acercarse o pasar por la intersección.

Fig. No 14: Mismo sentido, giro a la derecha.

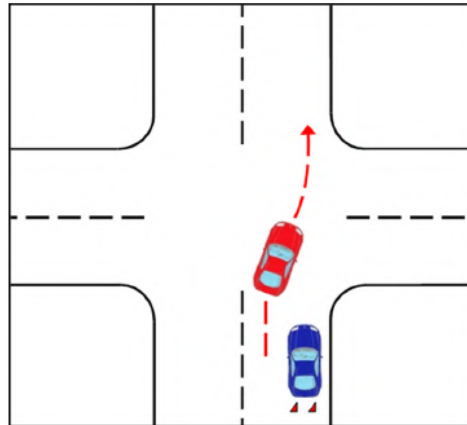


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

d) Cambio de carril

Este tipo de conflicto ocurre cuando el primer vehículo se cambia de un carril a otro colocando así al segundo vehículo en peligro de colisión. Sin embargo, si la acción de primer vehículo se debe a una maniobra para evitar una colisión, entonces la situación no es afrontada como una situación de conflicto de cambio de carril, sino como un conflicto secundario.

Fig. No 15: Mismo sentido, cambio de carril.

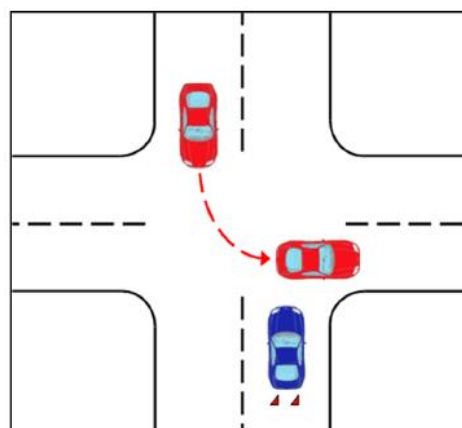


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

e) Giro a la izquierda opuesta

Un conflicto de giro a la izquierda opuesta se produce entre vehículos que transitan en sentidos contrarios, y consiste en que un primer vehículo gira hacia la izquierda, pasando por el carril del segundo vehículo, invadiendo así la trayectoria de este último. Un conflicto de este tipo se asocia a colisiones frontales o laterales. Se debe tener en cuenta que, para este tipo de conflictos, el segundo vehículo tiene la prioridad de paso.

Fig. No 16: Sentidos opuestos, giro a la izquierda.



Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)



Cruce de trayectorias.

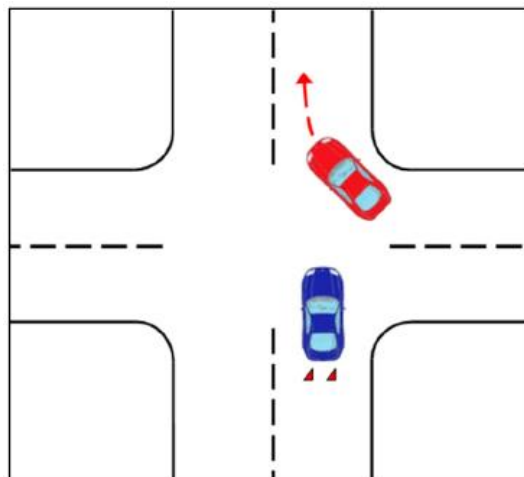
Un conflicto de tráfico cruzado ocurre cuando un vehículo gira o cruza interrumpiendo el paso de un segundo vehículo que transita por la vía principal, colocándolo así en peligro de una colisión.

Los conflictos descritos a continuación se producen por una maniobra realizada por el vehículo que transita por la vía secundaria, con sentido derecha – izquierda según la visión del vehículo de la vía principal.

a) Giro a la derecha (sentido derecho a izquierda)

Este tipo de conflicto ocurre cuando un vehículo en la vía secundaria gira hacia la derecha, colocando así el segundo vehículo, que transita por la vía principal, en peligro de colisión.

Fig. No 17: Cruce de trayectorias, giro a la derecha



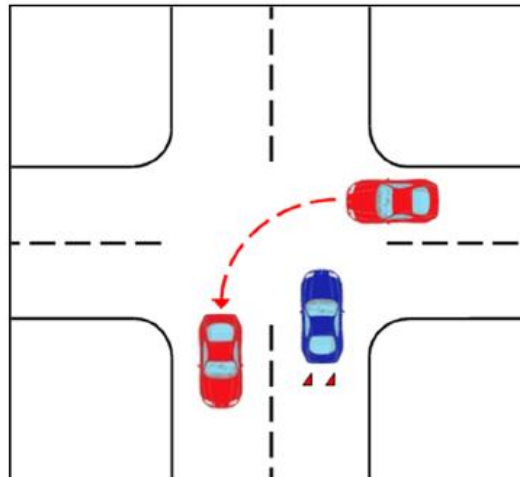
Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

b) Giro a la izquierda (sentido derecho a izquierda)

Ocurre cuando un vehículo de la vía sin prioridad da paso y realiza un giro a la izquierda interrumpiendo la trayectoria del segundo vehículo, poniendo así a este último en peligro de una colisión lateral o frontal lateral



Fig. No 18: Cruce de trayectorias, giro a la izquierda.

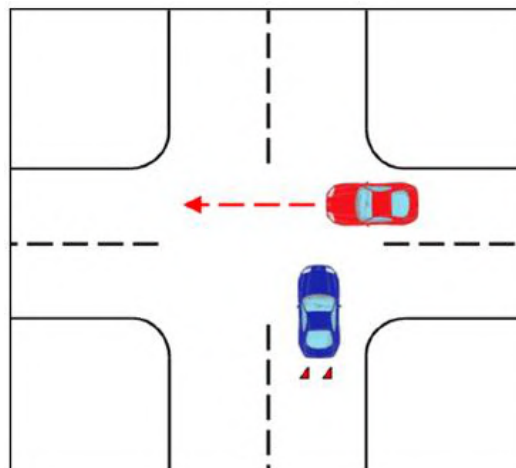


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

c) A través del cruce (sentido derecho a izquierda)

Este tipo de conflicto ocurre cuando el vehículo que transita por la vía secundaria, cruza delante del vehículo que transita por la vía con prioridad de paso colocándolo en peligro de una colisión lateral o frontal lateral.

Fig. No 19: Cruce de trayectorias, a través del cruce.



Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

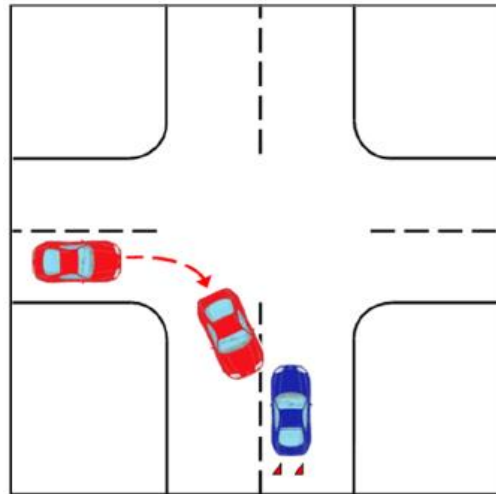
Los siguientes tipos de conflicto se producen cuando el vehículo de la vía secundaria transita en sentido izquierda – derecha según la visión del vehículo que transita por la vía principal.



d) Giro a la derecha (sentido izquierdo a derecha)

Este tipo de conflicto ocurre cuando el vehículo de la vía secundaria gira hacia la derecha a través del centro de la vía principal, es decir, de un carril de sentido contrario, colocando así al vehículo de la vía principal en un peligro de colisión frontal.

Fig. No 20: Cruce de trayectorias, giro a la derecha.

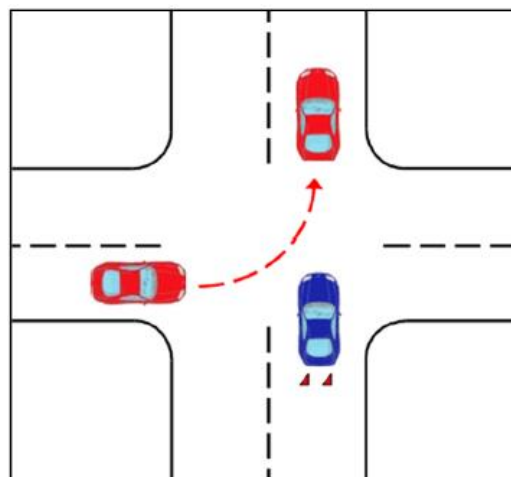


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

e) Giro a la izquierda (sentido izquierdo a derecha)

Ocurre cuando el vehículo de la vía secundaria efectúa un giro hacia la izquierda colocando así al vehículo de la vía principal en peligro de colisión lateral y posterior.

Fig. No 21: Cruce de trayectorias, giro a la izquierda.

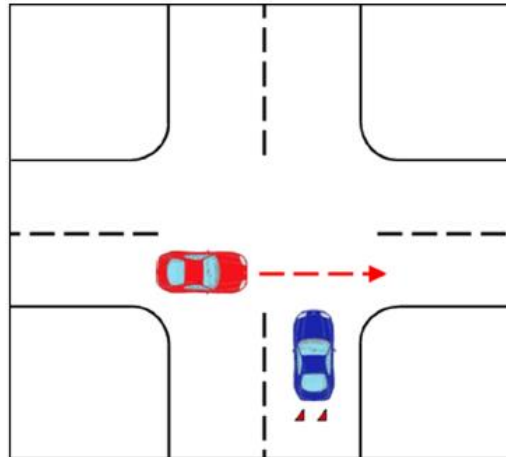


Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

f) A través del cruce (sentido izquierdo a derecha)

Ocurre cuando el vehículo que transita por la vía secundaria, cruza delante del vehículo que transita por la vía con prioridad de paso colocándolo en peligro de colisión lateral

Fig. No 22: Cruce de trayectorias, a través del cruce.



Fuente: (Zeeger & Parker, 1988)

Conflictos secundarios

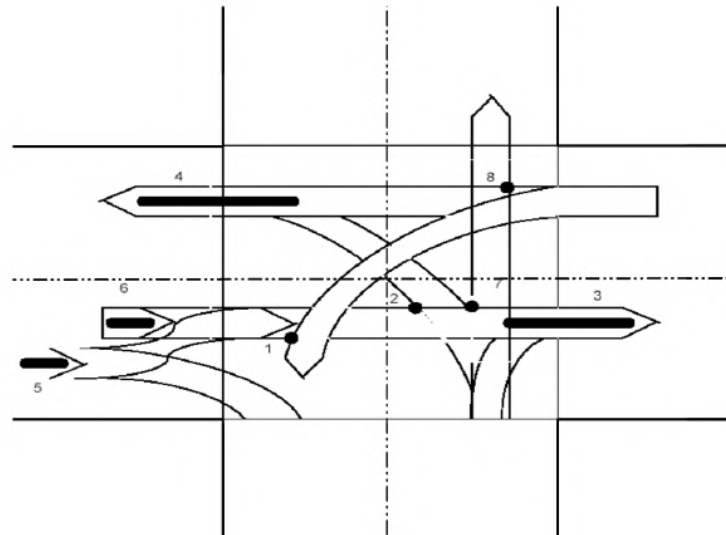
En todas las situaciones de conflictos precedentes, cuando el segundo vehículo hace una maniobra evasiva, puede colocar a otro usuario en peligro de colisión.

Este tipo de acontecimiento se denomina conflicto secundario. Generalmente, en un conflicto secundario se puede apreciar un conflicto de vehículo lento, un conflicto de misma dirección o un conflicto de cambio de carril. La diferencia es que, en un conflicto secundario el tercer vehículo está respondiendo a un segundo vehículo que, ya está en una situación de conflicto.

2.2.5.1.2. Definición de línea y punto de conflicto en una intersección

Los eventos de conflicto son situaciones observables que pueden indicar la seguridad relativa que puedan tener diferentes diseños de intersecciones (Gettman & Head, 2003). Estos eventos de conflictos ocurren entre dos vehículos que están sobre una trayectoria de colisión, pero no ocurre debido a alguna acción evasiva. Estos eventos pueden ocurrir en un sitio particular en un tiempo y espacio (el cual se denomina punto de conflicto) o durante una serie de tiempos y sitios (el cual se denomina línea de conflicto).

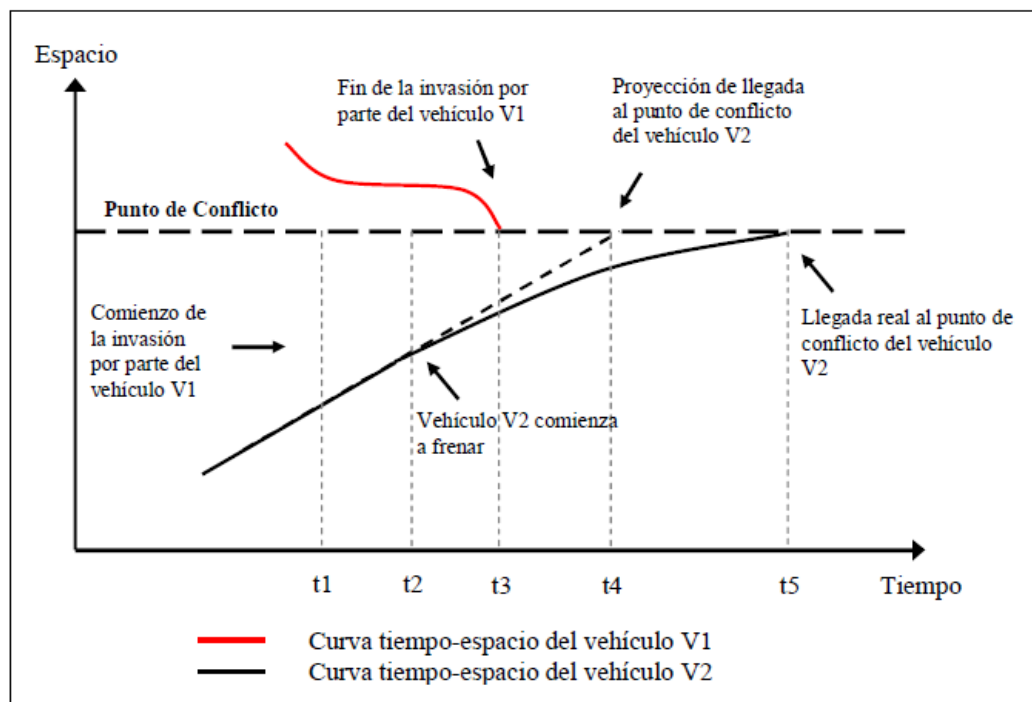
Fig. No 23: Diagrama ilustrativo de puntos y líneas de conflicto en una intersección a nivel de dos carriles.



Fuente: (Gettman & Head, 2003)

En la figura se puede observar un diagrama de los conceptos punto de conflicto y línea de conflicto. Los primeros se grafican con puntos, mientras que la línea de conflicto se grafica con un trazo donde las trayectorias influyen unas con otras. Cada conflicto ocurre en un determinado espacio y tiempo.

Fig. No 24: Diagrama espacio – tiempo de un conflicto



Fuente: (Gettman & Head, 2003)



La figura refleja el diagrama espacio – tiempo de un conflicto. La curva superior rojo, representa la trayectoria (tiempo- espacio) de un vehículo (V1) cruzando la intersección, mientras que la curva inferior representa la trayectoria (tiempo-espacio) de otro vehículo (V2) que va directamente a encontrarse con el primero.

Al interpretar un conflicto de tráfico en el diagrama espacio-tiempo de la figura N° 24, se pueden obtener algunas medidas de tiempo que representan el intervalo de tiempo que estuvo de producirse una colisión, la cual ya es una medida objetiva obtenida mediante la observación en un estudio de campo. Esta lógica es la que siguen las medidas indirectas de seguridad vial, representar los conflictos en una escala de tiempo, obtener las mediciones de tiempo, buscar valores umbrales o críticos de tiempo y clasificar objetivamente los conflictos.

2.2.6. Metodología para el análisis de conflictos de tráfico, a través del cálculo de medidas alternativas de seguridad.

2.2.6.1. Elección de las medidas alternativas de seguridad vial.

La propuesta de una metodología para el análisis y evaluación temprana de la seguridad en una intersección, que se desarrolla en esta sección del presente documento, estará basada en dos medidas alternativas de seguridad: el tiempo hasta la colisión y el tiempo posterior a la invasión de la trayectoria. El factor principal para considerar estas dos medidas es que se pueden obtener de manera sencilla en un estudio de campo y por medio del análisis de grabaciones de video.

La medida alternativa de severidad de un conflicto más aceptada es el tiempo hasta la colisión, aunque otras medidas (tiempo posterior a la invasión o tasa deceleración) han sido propuestas como medidas de otras características de situaciones de conflicto. La dificultad radica en definir una serie de medidas alternativas que tengan una conexión razonable con la valoración de la seguridad de mejoras en la intersección, además de poder registrar de manera sencilla estas medidas en estudios de campo.

El tiempo hasta la colisión (TC) es una medición que se puede tomar directamente de estudios de campo y aparece como una herramienta muy importante para detectar situaciones peligrosas en el tráfico. Los análisis de los usuarios de la vía en una escala de tiempo pueden contribuir para desarrollos posteriores de normativas de seguridad para mejorar la eficiencia y la seguridad. Para el desarrollo de sistemas de conducción basados



en nuevas tecnologías, las mediciones de tiempo otorgan una detallada información de cómo está operando el conductor, qué tipo de información se le debe proporcionar al conductor y a qué nivel los sistemas automáticos deben asumir el control de vehículo.

Otro factor de importancia es que se tratara de probar si efectivamente estas medidas otorgan una medida cuantitativa de la severidad de los conflictos; además, al revisar la bibliografía consultada y los principales estudios efectuados hasta la actualidad se podrá observar claramente que los autores reconocen el tiempo hasta la colisión (TC) como una de las principales medidas de severidad de los conflictos (Perkins & Harris, 1968); (Hayward, 1972); (Allen, Cooper, & Shin, 1978); (Glauz & Miglets, 1982); (Hydén, 1987); (Brown & Cooper, 1990); (Van der Horst, 1990); (Gettman & Head, 2003); (Archer, 2005)

Por otra parte, se medirá el tiempo de evasión (TE) para complementar las mediciones alternativas de seguridad, y a diferencia de los otros tiempos que se generan a partir de conflictos, es posible calcular este tiempo para todos los vehículos que ejecutan una maniobra evasiva, sin necesidad de estar involucrados en el conflicto. Este nuevo concepto está asociado a la percepción del conductor al acercarse a la intersección y el cual entrega el tiempo que tiene para realizar una maniobra en caso que se produzca un evento inesperado. Se validará esta nueva medida alternativa de seguridad por medio de su correlación con el tiempo hasta la colisión (TC), medida alternativa de seguridad vial cuya importancia y aplicación como variable cuantificadora de la gravedad de un conflicto de tráfico, ha sido demostrada en el ámbito de la investigación en este tema, a nivel mundial. Una ventaja del método es lo simple que resulta el acondicionamiento de la intersección a estudiar y el procedimiento de cálculo de las mediciones alternativas, lo que se describe a continuación.

2.2.6.2. Procedimiento para el registro de datos en campo.

La importancia de determinar la seriedad de un conflicto radica en determinar qué tan cerca estuvo de producirse una colisión. Cualquier intersección con valores de tiempo a la colisión y tiempo posterior a la invasión que exceden los valores límite podría ser interesante para clasificar su seguridad o para seleccionar intersecciones que necesiten mejoras, sobre todo en lo que se refiere a distancia de visibilidad o la eficiencia del ciclo de un semáforo. Otras intersecciones que podrían experimentar un número reducido de conflictos, pero con altos valores en los indicadores de seriedad (esto es, con una alta probabilidad de ocurrencia de un accidente con víctimas), probablemente son de mayor



interés para investigadores e ingenieros, para priorizar las mejoras de la seguridad entre varias intersecciones.

En esta sección se desarrollará una metodología para el registro de datos necesarios para la obtención de medidas alternativas en intersecciones seleccionadas. Si bien tiene su base en investigaciones anteriores, la metodología es de elaboración propia.

2.2.6.2.1. Acondicionamiento de la intersección.

Tal y como se mencionó, las mediciones alternativas sugeridas para ser recogidas en cada punto de conflicto serán:

1. El tiempo a la colisión (TC)
2. El tiempo posterior a la invasión (TPI)
3. El tiempo de evasión (TE)

Además, se registrarán la velocidad de aproximación (VA) medida a una distancia de 100 m del punto de conflicto y la distancia de frenado (DF) que se registra cuando el conductor del vehículo percibe una situación de riesgo y acciona los frenos.

El valor de las mediciones alternativas o indirectas de seguridad tiempo hasta la colisión y tiempo posterior a la invasión indicaran la seriedad de los conflictos que se produzcan; mientras que el tiempo de evasión entrega el tiempo que tiene para realizar una maniobra en caso de que se produzca un evento inesperado. Estas mediciones otorgaran una idea de la probabilidad de que un conflicto se traduzca en una colisión, dependiendo de los siguientes criterios de evaluación:

- Un valor bajo del tiempo hasta la colisión indicara una alta probabilidad de colisión. El valor de tiempo hasta la colisión mínimo para determinar si un conflicto es serio será $TC_{min} = 1.5s$; se validará este valor límite según los resultados que se obtengan al desarrollar el estudio piloto.
- Un valor bajo del tiempo posterior al tiempo de invasión indicara una alta probabilidad de colisión; si bien, mientras más bajo sea el valor de esta medida más serio es el conflicto, se propondrá un valor límite para diferenciar un conflicto serio de otro menos serio.
- Una vez seleccionado los conflictos serios según los criterios establecidos, se calculará para estos conflictos el tiempo de evasión.



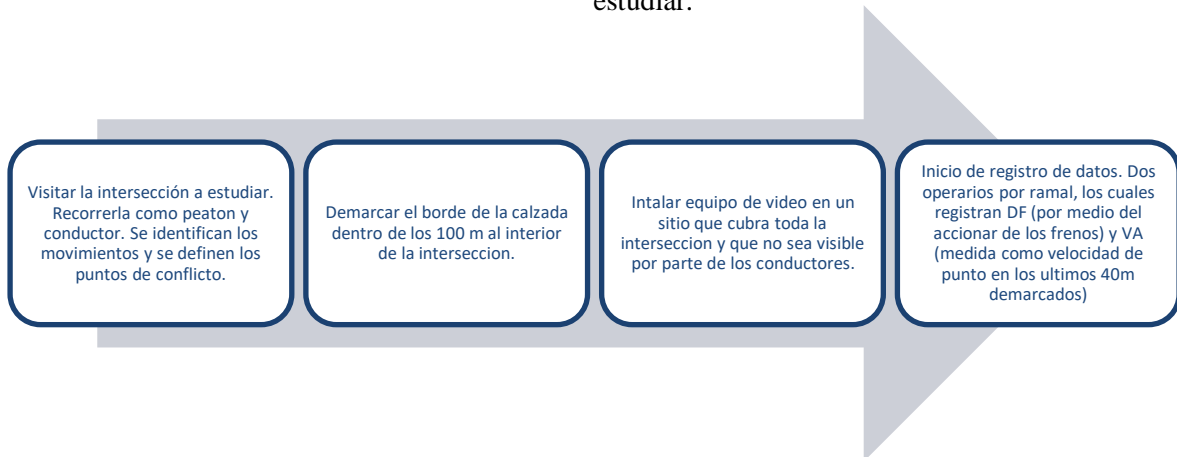
Como primer paso previo al inicio de registro de datos se deberá visitar la intersección que se necesite evaluar para analizar y evaluar las maniobras que los conductores realizan al ingresar a la intersección, ya sea para cruzarla o para efectuar un giro; esta etapa previa es de suma importancia, ya que es en esta visita donde se definirán los puntos de conflicto para efectuar el análisis, es importante contar con algún medio de apoyo, en lo posible una cámara de video para luego analizar las maniobras en detalle. También es de utilidad observar la intersección desde distintos puntos tratando de colocarse en el lugar de todos los conductores, debe hacerse un recorrido del sitio a bordo de un automóvil efectuando cada una de las maniobras observadas, esto para sentir la intersección como un conductor más.

Una vez definida las maniobras del estudio y los puntos de conflicto se puede iniciar el acondicionamiento de la intersección efectuando marcas con pintura en la superficie del pavimento. Estas marcas se iniciarán en cada punto de conflicto definido hasta 100m adentrado en la intersección.

Después de acondicionar la intersección, se puede dar inicio a la recogida de datos, para ello se necesitaran un mínimo de dos observadores por cada intersección en estudio, en los cuales se registraran las velocidades (velocidad de aproximación, VA) y las distancias al punto de conflicto definido donde el conductor efectúa el frenado (distancia de frenado, DF) por medio del encendido de las luces de freno; se efectuaran grabaciones de video que se utilizaran en el trabajo de gabinete para analizar los conflictos, se necesitara un operario para el equipo de grabación, se deberá contar con un operario adicional miembro del equipo de trabajo en caso de cualquier eventualidad.

Las grabaciones se efectuarán en un periodo mínimo de un día, evitando efectuarlas en horas punta, si en esta se produce congestión alta. Esta grabación debe abarcar toda la intersección hasta una distancia mínima de 40 m a cada lado de los puntos de conflictos definidos con anterioridad.

Fig. No 25: Procedimiento para la preparación y acondicionamiento de la intersección a estudiar.



Fuente: elaboración propia.

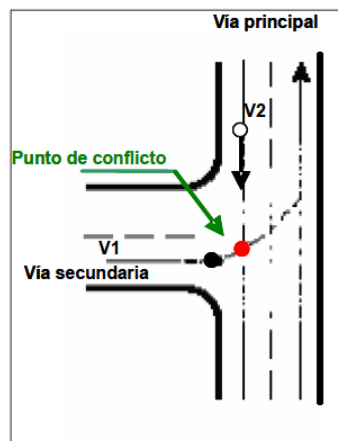
2.2.6.2.2. Criterio para la identificación de una situación de conflicto.

Un conflicto de tráfico quedara determinado por la interacción entre dos vehículos que se aproximan a la intersección, bajo el siguiente escenario:

Se aproxima un vehículo por una vía en estudio para ingresar a la intersección (V1); al mismo tiempo por la vía principal se aproxima otro vehículo (V2) que tiene la prioridad de paso. El conductor de V1 que el espacio disponible para invadir la trayectoria de V2 sin causarle ningún disturbio, es suficiente (asociado al intervalo de tiempo), iniciando la maniobra de ingreso a la intersección situándose en la línea de trayectoria de V2; las situaciones que entran en este suceso son:

- Situación 1: Giro a la izquierda desde la vía secundaria, en dirección opuesta al vehículo que posee la prioridad de paso.

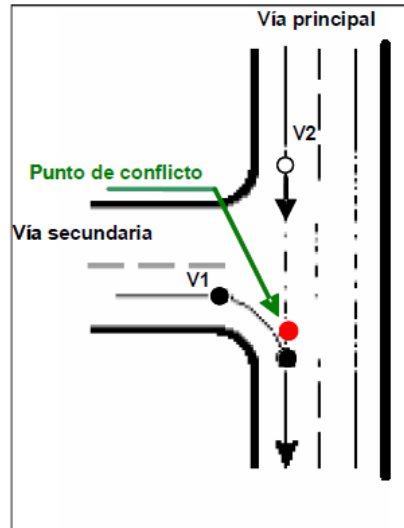
Fig. No 26: situación de conflicto 1.



Fuente: (Torres Flores, 2012)

- Situación 2: Giro a la derecha desde la vía secundaria, en la misma dirección al vehículo que posee la prioridad de paso.

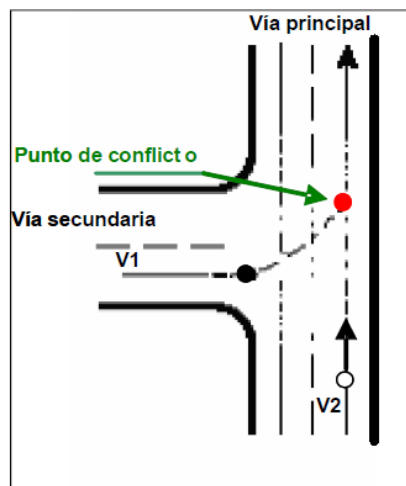
Fig. No 27: situación de conflicto 2.



Fuente: (Torres Flores, 2012)

- Situación 3: Giro a la izquierda desde la vía secundaria, en la misma dirección al vehículo que posee la prioridad de paso.

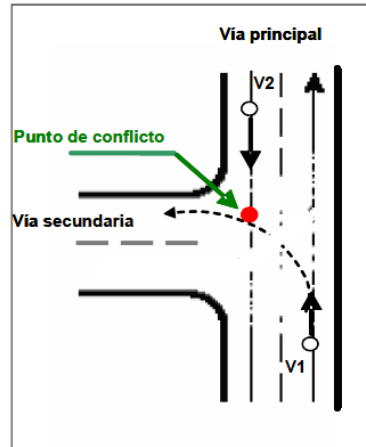
Fig. No 28: situación de conflicto 3



Fuente: (Torres Flores, 2012)

- Situación 4: Giro a la izquierda desde la vía principal, en sentido opuesto al vehículo que también circula por la vía principal.

Fig. No 29: situación de conflicto 3



Fuente: (Torres Flores, 2012)

Además, la condición de conflicto está indicada por el accionar de los frenos por parte del vehículo V2, con esto se registra también la distancia de frenado (DF) y se puede calcular el tiempo de evasión (TE).

Todas las interacciones quedarán registradas en grabaciones de video, por lo cual durante el trabajo de gabinete de análisis de las imágenes y de los datos recogidos en campo por los operarios en Guías de recolección de datos especialmente confeccionadas para el estudio, se identificarán los conflictos de tráfico, a cada uno de los cuales se les asociarán sus correspondientes valores de tiempo hasta la colisión (TC), tiempo posterior a la invasión (TPI) y tiempo de evasión (TE).

2.2.6.3. Procedimiento para el cálculo de las medidas alternativas de seguridad vial, utilizando el registro de datos de campo.

Las mediciones alternativas de seguridad son básicamente medida de tiempo. Dichos tiempos registran la ocurrencia de ciertos sucesos en las continuas interacciones entre vehículo que circulan a través de una intersección. Las mediciones alternativas de seguridad que se utilizarán serán un indicador de cuán cerca estuvo una interacción entre vehículos que se trasladan por una intersección en forma de T y + de terminar en una colisión y cuán severa hubiera sido dicha colisión.

Para llegar a obtener las mediciones alternativas de seguridad y determinar si la intersección en estudio es segura o no, se debe seguir el siguiente procedimiento:



a. Identificación de puntos de conflicto

Los puntos de conflicto son ubicación fija en el espacio, en los cuales ocurren las interacciones de los vehículos que circulan por las vías de una intersección. Dicho de otra forma, en estos puntos se intercepta el flujo de tráfico de la vía secundaria (sin prioridad de paso) con el flujo de tráfico de la vía principal (con prioridad de paso). Una sola acción de un usuario de la intersección puede generar más de un punto de conflicto.

Los puntos de conflicto son identificados por simple observación de los distintos conflictos que se producen en la intersección en estudio.

b. Identificación de un conflicto

Un conflicto de tráfico es un acontecimiento que implica a dos o más vehículos en una intersección, donde el vehículo de la vía secundaria percibe que tiene el tiempo y espacio suficiente para cruzar la intersección, en dicha acción se intercepta la línea de trayectoria del vehículo que circula por la vía que tiene prioridad de paso, provocando que este último deba hacer una maniobra evasiva para evitar una colisión.

c. Identificación de los vehículos implicados en un conflicto

Una vez que se identifica la ocurrencia de un conflicto, se debe identificar a los usuarios implicados para el posterior análisis de este acontecimiento. Al vehículo que proviene de la vía sin prioridad de paso, el cual inicia el conflicto le será asignada la nomenclatura V1, al vehículo que proviene de la vía con prioridad de paso, el cual se ve afectado por la situación de conflicto le será asignada la nomenclatura V2.

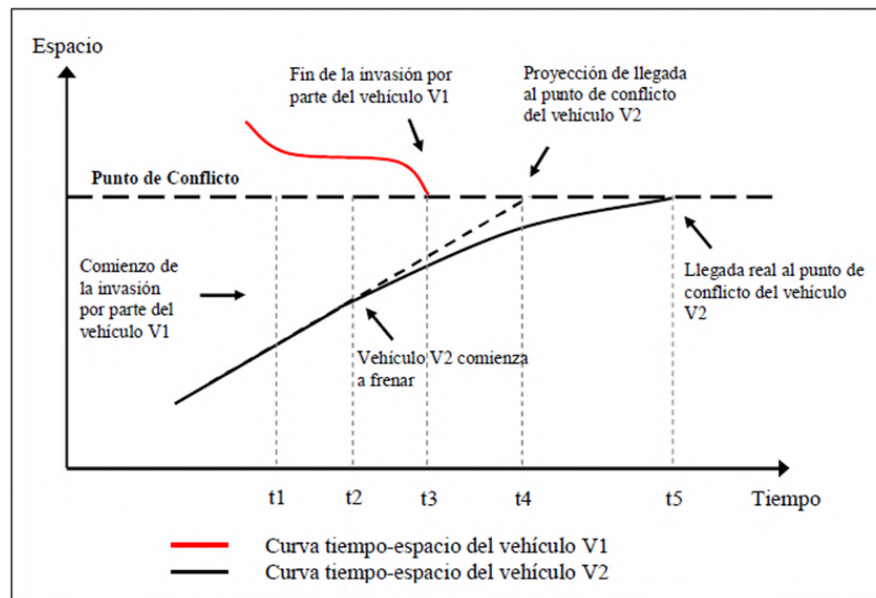
d. Determinación del diagrama espacio-tiempo del conflicto

Según (Gettman & Head, 2003), para la obtención de las mediciones alternativas de seguridad es necesario realizar el diagrama espacio-tiempo del conflicto en estudio, con lo cual se puede describir el conflicto mediante los sucesos importantes que lo componen. Para describir un conflicto con exactitud se necesita 5 medidas, estas son:

- Tiempo t_1 , en este momento, el vehículo V1 percibe que tiene el tiempo y espacio suficiente y comienza a entrar en el área de invasión.
- Tiempo t_2 , en este momento, el vehículo V2 percibe la inminencia de una colisión y comienza a frenar para evitar dicha colisión. En este momento se registra la distancia al punto de conflicto, donde el vehículo V2 acciona el freno, esta distancia se ha definido como distancia de frenado (DF).

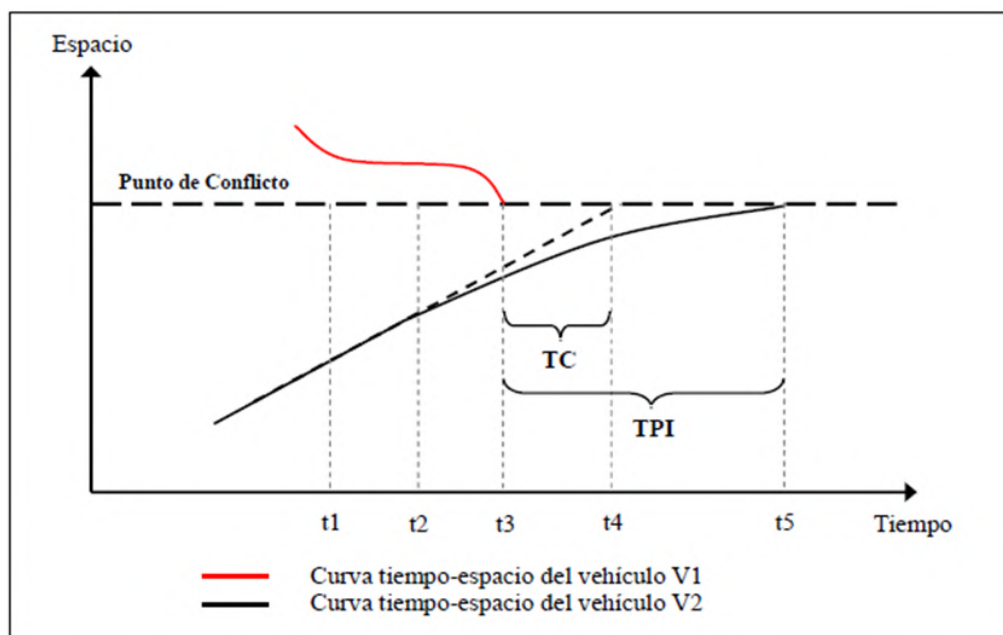
- Tiempo t_3 , en este momento el parachoques posterior del vehículo V1, deja el punto de conflicto.
- Tiempo t_4 , en este momento el vehículo V2, llegara al punto de conflicto si continuara a la misma velocidad y trayectoria que antes del comienzo de la acción de frenado.
- Tiempo t_5 , en este momento el vehículo V2, llega realmente al punto de conflicto.

Fig. No 30: diagrama espacio – tiempo de un conflicto



Fuente: (Gettman & Head, 2003)

Fig. No 31: mediciones alternativas de seguridad dentro del diagrama espacio – tiempo de un conflicto.



Fuente: (Gettman & Head, 2003)



Tal y como se muestra en el diagrama de la figura N° 31, para un punto de conflicto, la medida del tiempo hasta la colisión (TC), se define como la diferencia $t_4 - t_3$. Esta es la diferencia entre el tiempo final de encuentro del vehículo que gira y el tiempo estimado en que llegará al punto de conflicto el vehículo que se traslada en línea recta y que posee la prioridad de paso, si este con la misma trayectoria y con la misma velocidad que poseía antes de comenzar a frenar para evitar la colisión. Teniendo como punto de soporte la bibliografía consultada sobre todo en las experiencias de (Hydén, 1987), Allen et al (1978) y Van der Horst (1990) el valor límite que se utilizara para considerar un conflicto serio según esta medida secundaria de seguridad será.

$$TC_{min} = 1.5 \text{ s}$$

Para un punto de conflicto, la medida del tiempo posterior a la invasión (TPI) se define como la diferencia $t_5 - t_3$, mostrada en la figura N° 30. Esta es la diferencia de tiempo entre la salida de punto de conflicto de la zona de encuentro y la llegada a ese punto de conflicto del vehículo que se traslada en línea recta y que posee la prioridad de paso. En la revisión documental se establece que mientras más cerca de 0 sea el valor de TPI, más cerca estuvo de producirse la colisión (Allen et al, 1978).

Para un vehículo que participa en un vehículo, se medirá el tiempo de invasión (TE), que puede ser definido para todos los vehículos que se acercan a una intersección, sin embargo, se determinara para conflictos producidos en un punto, y es calculado como la razón entre la distancia de frenado y la velocidad de aproximación de un vehículo V2.

$$TE = \frac{DF}{VA}$$

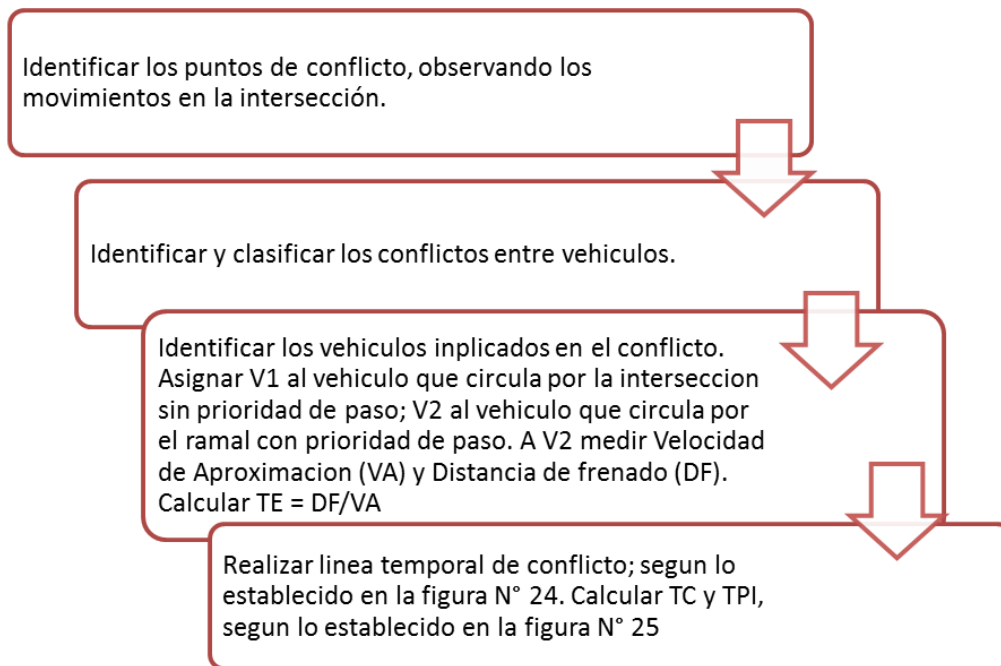
Donde,

TE = Tiempo de Evasión (s).

DF = Distancia al punto de conflicto donde el vehículo acciona los frenos (m).

VA = Velocidad a la que se traslada el vehículo antes que entre en la zona conflictiva (m/s).

Fig. No 32: Procedimiento para el cálculo de medidas alternativas de seguridad vial, en campo.



Fuente: Elaboración Propia.

2.2.7. Metodología estadística para el análisis de las variables características de los conflictos de tráfico.

2.2.7.1. Procedimiento general para la construcción del modelo de clasificación cuantitativo del riesgo.

El procedimiento a seguir para el análisis estadístico multivariante está basado en las técnicas planteadas en el ítem 2.2.4. Técnicas de análisis multivariante de esta tesis; de esta forma se elaborará los modelos de clasificación de riesgo cuantitativo. El procedimiento se describe a continuación.

1. Determinación de las variables originales: tiempo hasta la colisión (TC), tiempo de evasión (TE), Tiempo de post invasión (TPI), distancia de frenado (DF) y velocidades de aproximación (VA). Esto para cada uno de los conflictos identificados en las intersecciones seleccionadas.
2. Tabulación de los datos calculados, en una matriz de datos de dimensiones (n*p) para cada intersección, donde n corresponde al número de observación y p y al número de variables originales antes mencionadas.
3. Determinación de la matriz de correlación a partir de la matriz de datos de cada intersección. Esta matriz es elegida para el análisis de componentes principales (ACP)



dado que las variables originales se encuentran en diferentes unidades de medición. El cálculo de esta matriz es realizado a través del software de programación digital (MATLAB R2015a) disponible en la plataforma Windows.

4. Cálculo de las correspondientes componentes principales de la matriz de correlación para cada intersección mediante el software de programación digital (MATLAB R2015a)

Para cumplir con lo planteado, se proceden en 02 fases, donde la Fase 01 corresponde a la elaboración del modelo cuantitativo de clasificación de riesgo, a partir de la construcción del índice de riesgo para cada intersección; la Fase 02 corresponde a la validación del modelo cuantitativo;

Fase 01: Se construye el modelo cuantitativo de clasificación de riesgo para cada intersección, cuya variable respuesta corresponderá al índice de riesgo cuantitativo obtenido del análisis de componentes principales. Esta teoría de regresión busca relacionar el conjunto de variables originales (DF, VA, TC, TPI, TE) con una variable respuesta, que en este caso corresponde al índice de riesgo de la intersección.

Fase 02: La validación del modelo cuantitativo de clasificación de riesgo se realiza usando los modelos ajustados para cada intersección, y se seleccionara aquel que clasifica mejor, usando como medida de discrepancia el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores observados y los predichos o error cuadrático medio (ECM) estimado.

Esta teoría de regresión busca relacionar un conjunto de variables originales (DF, VA, TC, TPI y TE) con una variable respuesta, que en este caso corresponde al índice de riesgo de la intersección, difiriendo a una regresión univariante que solo relaciona una variable independiente con una variable respuesta.

Este análisis multivariante entrega criterios de decisión a través de particiones asociadas a las variables originales. En cada uno de los nodos de partición, si ninguna de las hipótesis parciales de independencia (asociadas a las variables originales) son posibles de rechazar en un predeterminado nivel α se detiene la recursión. Si las hipótesis parciales pueden ser rechazadas, existe dependencia, y por lo tanto se mide la asociación entre la variable respuesta y cada una de las variables originales a través de P-valores de los test



de permutación. De esta forma se escoge en cada partición la variable original que presenta mayor asociación con la variable respuesta.

Con el procedimiento descrito se deberá comprobar por medio de la concordancia entre sus coeficientes y p-valores, que las asociaciones y concordancias entre lo observado y arrojado por el modelo propuesto, son significativas.

2.2.8. Procedimiento general para el registro de datos en campo

El procedimiento consta de 3 fases: una primera en la que se efectúan trabajos de acondicionamiento y estudio visual previo a la intersección (Paso 1 a 3), una segunda en la que se inicia la grabación en video y se recogen datos (paso 4 a 7), y una tercera que se efectúa el análisis de las grabaciones de video y cálculo de medidas alternativas de seguridad (paso 8 a 14)

Paso 1: Visitar la intersección a estudiar, determinar los lugares donde se posicionará el equipo de grabación.

Paso 2: Identificar las maniobras que se producen en la intersección e identificar aquellas no permitidas o vayan en contra de la normativa vigente de tráfico. Observar los principales puntos de conflicto que se producen y seleccionar los que se analizarán

Paso 3: Acondicionar la intersección para efectuar de la mejor manera los registros, esto para registrar la velocidad mediante un estudio de velocidad de punto en los últimos 40m al punto de conflicto identificado y a su vez para registrar a que distancia del punto de conflicto identificado el conductor efectúa el frenado que se observará por medio del encendido de la luz de freno del vehículo.

Paso 4: Una vez acondicionada la intersección, se debe calibrar los relojes de los observadores para iniciar a la misma hora, esto para llevar un orden correcto y luego confrontar la información de las grabaciones de video.

Paso 5: Medir la velocidad del v_2 en los últimos 40m; en este punto es más sencillo medir las velocidades de todos los vehículos que circulan por el ramal marcando aquellos tiempos que corresponden a los vehículos que participan en el conflicto, luego cuando se analicen las grabaciones de video se identifican los vehículos v_1 y v_2 .



Paso 6: Registrar la distancia al punto de conflicto donde el conductor acciona los frenos mediante el encendido de las luces de freno.

Paso 7: Clasificar el conflicto si es serio o no. En este punto es donde el juicio del observador juega un rol fundamental

Paso 8: Ubicar en el video los posibles conflictos que se identificaron en el trabajo de campo, para lo cual es de suma importancia haber registrado la hora cuando se registraba un posible conflicto,

Paso 9: Para cada conflicto registrar el tiempo t_2 , que es el momento en el cual el parachoques trasero del v_1 deja el punto de conflicto.

Paso 10: Calcular el tiempo t_3 , que es el momento en el cual el vehículo v_2 llegaría al punto de conflicto si continuara a la misma velocidad que al inicio del suceso, de aquí la importancia del registro de velocidades y del punto de frenado.

Paso 11: Registrar el tiempo t_4 , que es cuando el parachoques trasero del vehículo v_2 deja el punto de conflicto.

Paso 12: Calcular el tiempo hasta la colisión:

$$TC = t_4 - t_3$$

Paso 13: Calcular el tiempo posterior a la invasión.

$$TPI = t_5 - t_3$$

Paso 14: Determinar si el conflicto es serio, lo será cuando:

$$TC \leq TC_{min}$$



Paso 15: Una vez seleccionados los conflictos serios, utilizando los datos de velocidad de aproximación (VA) y distancia de frenado (DF), se calcula el tiempo de evasión (TE) con la siguiente formula:

$$TE = \frac{DF}{VA}$$

2.2.9. Medida indirecta o alternativa del riesgo de accidentalidad

Existe una serie de medidas alternativas o indirectas de seguridad vial que han sido propuestas y aplicadas, sin embargo, su concepto no está aún claro.

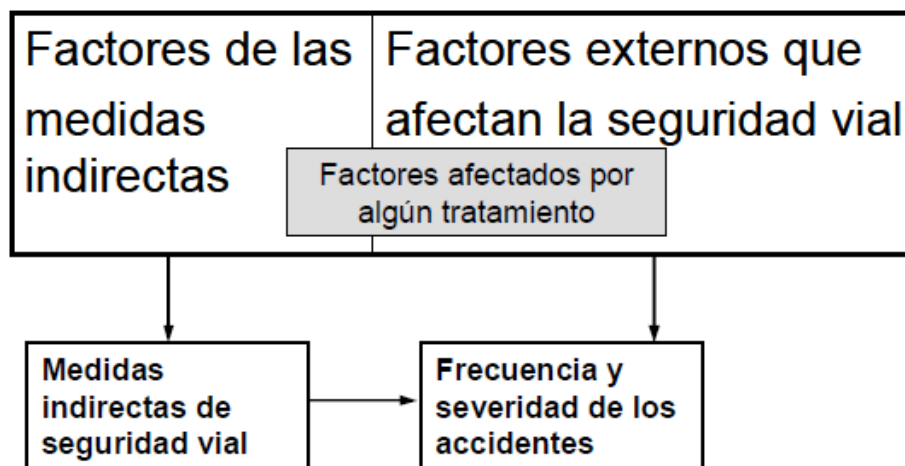
En medicina, las medidas indirectas son utilizadas con mucha frecuencia, para comprobar resultados de algún tratamiento médico por medio de algunos indicadores, debido a que el resultado del tratamiento no puede medirse durante la aplicación del mismo. Por ejemplo, el nivel del colesterol en enfermedades coronarias, es una excelente medida “indirecta” para diagnosticar la probabilidad de riesgo de muerte por infarto, en este tipo de pacientes.

Una medida indirecta debe cumplir con al menos 02 condiciones, según (Tarko, Davis, Saunier, Sayed, & Washington, 2009):

- 1) Estar correlacionada con resultados clínicamente comprobados
- 2) Reflejar plenamente los efectos y resultado del tratamiento

En el ámbito de la seguridad vial, los efectos o resultados directos son la reducción de accidentes de tráfico una vez aplicadas las medidas. La reducción en la frecuencia de los eventos que ocurren justo antes de un accidente de tráfico, es un resultado significativo de la aplicación de las medidas indirectas y cumple con la primera de las dos condiciones establecidas en las ciencias médicas. Por lo tanto, la frecuencia y otras características de esos eventos previos a un accidente, pueden ser consideradas como promisoras medidas indirectas o alternativas de seguridad vial.

Fig. No 33: Relación entre las medidas indirectas o alternativas y la seguridad vial



Fuente: (Torres Flores, 2012).

La figura representa la relación entre las medidas indirectas y la seguridad vial; la necesidad de un evento que sustituya un potencial accidente de tráfico establece una relación causal de los 2 eventos enlazados por la flecha horizontal. Por otro lado, la seguridad vial puede ser afectada negativamente por factores externos, los que están relacionados a través de las flechas verticales; mientras estos factores externos sean menores, mayor será la efectividad de las medidas indirectas. Por ejemplo, todos los eventos que ocurren antes y que derivan en un accidente de tráfico (acciones evasivas, faltas de tráfico, etc.) comparten muchos factores con los accidentes de tráfico

Para cumplir con la segunda condición, es decir que el tratamiento tenga el efecto deseado, se debe efectuar un tratamiento de ingeniería en la zona para mitigar los efectos de los eventos que desencadenen en un accidente de tráfico. Cabe resaltar que, mientras más peso tenga la medición alternativa, será más fácil cumplir esta condición.

En conclusión, para que una medición indirecta o alternativa de seguridad vial sea efectiva, debe cumplir con las siguientes 02 condiciones:

- 1) Una medición alternativa de seguridad vial debe estar basada en un suceso observable (no accidente) que se encuentre físicamente relacionado de manera confiable con un accidente de tráfico.
- 2) Debe existir un método práctico para relacionar estos sucesos observables con la frecuencia y severidad de accidentes de tráfico.



La primera condición pone énfasis en los aspectos cruciales que debe cumplir una medición indirecta que permita cumplir con la segunda condición: desarrollar un método de conversión de los resultados de las mediciones indirectas, con el resultado más significativo que es la reducción de la frecuencia y severidad de los accidentes de tráfico. De acuerdo a lo anterior el volumen de tráfico es la principal condición de una buena medición alternativa, debido a que deben transitar vehículos para que ocurran accidentes; sin embargo, esta medida tiene un uso muy limitado, ya que no cumple con la segunda condición porque rara vez un tratamiento de seguridad puede afectar el volumen de tráfico, salvo que este se desvíe por una ruta menos peligrosa. La velocidad de circulación aparece como otra medición alternativa, respaldada por muchos autores, es así que debe ser incluida como una componente importante en la definición de un suceso pre-accidente. Tal vez su uso como medición alternativa de seguridad puede discutirse, debido a la compleja relación existente entre velocidad y seguridad vial. Transformar el cambio de velocidad de circulación en un cambio de la frecuencia de los accidentes de tráfico puede ser muy difícil.

2.2.9.1. La experiencia europea

Debido principalmente a la incapacidad de medir la severidad de un conflicto, se han puesto otros métodos alternativos para cuantificarla. El laboratorio de investigación del transporte y carretas de Gran Bretaña (TRRL) introdujo modificaciones al procedimiento y propuso una graduación del conflicto dependiendo de su severidad.

En Suecia las aplicaciones que ha tenido la técnica del conflicto se inician a fines de la década de los 80 y han sido mayormente en áreas urbanas para estudios de semáforos, glorietas, reductores de velocidad, etc. Estos estudios lograron el interés por las autoridades Locales, lo que ha permitido mejoras en intersecciones y secciones de carretera con la ventaja de aplicar la técnica después de la mejora y compararlo con el estudio efectuado antes y cuantificar si la mejora a resultado efectiva, ya que la mayoría de los usuarios de la vía cambia su conducta cuando es modificado algún elemento de ella.

En 1993, los profesores Almqvist y Hyden (1994) aplicaron la técnica sueca de conflictos de tráfico en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, debido a los graves problemas de tráfico existentes en la ciudad. Para el estudio fueron entrenadas 08 personas, las cuales fueron situadas en 03 intersecciones; a través del intercambio de información entre los



observadores, se pudo comprobar la fiabilidad de las observaciones y también sobre la relevancia de la técnica de entrenamiento que fue aplicada.

Las investigaciones más recientes son trabajos realizados a finales de la década de los 90; uno es la confección del programa para ordenador denominado CDBASEW.EXE que permite llevar estudios basados en la técnica de conflicto. El programa funciona en ambiente Windows y su estructura básica es que los conflictos son tratados como registros independientes, cada uno de los cuales es representado en la ventana base del programa. Los datos de salida pueden ser de manera gráfica o en archivos ASCII para análisis posteriores en hoja de cálculo

2.2.9.2. La experiencia en américa del norte

En Canadá (1978), se estudió la aplicabilidad de diferentes medidas alternativas de seguridad a través de grabaciones de video en intersecciones durante dos semanas, periodo en el cual se seleccionó 374 conflictos de giros a la izquierda. Para cuantificar un evento de conflicto consideraron el diagrama de tiempo – espacio, donde los intervalos de tiempo para una posible colisión entre vehículos o vehículo – peatón, son muy cortos. Se puede llegar a la conclusión de manera intuitiva que la medida de dichos intervalos de tiempo indica que existe un largo lapso de tiempo entre el fin de la ocupación de la trayectoria y la llegada de un vehículo al potencial punto de colisión, y viceversa. También se podría asumir que la severidad del conflicto podría ser indicada por la magnitud del valor del intervalo de tiempo. Según (Torres Flores, 2012),

En estudios más recientes efectuados en la Universidad de British Columbia, Brown y Cooper (1990) desarrollaron un procedimiento para el uso de los conflictos como complemento de otro tipo de información en el análisis de las intersecciones; por lo cual se utilizaron registros de 5 años de accidentes contra 16 horas de registro de conflictos en 13 intersecciones. El procedimiento estableció zonas sobre la vía de tiempo hasta la colisión para facilitar la tarea hasta la colisión para facilitar la tarea del observador que registraba valores de tiempo hasta la colisión basándose en la zona ocupada por el vehículo cuando este llevaba a cabo una acción evasiva. Otra característica de la técnica es la evaluación de un indicador que denominaron Riesgo de Colisión (ROC), que depende única y exclusivamente del juicio del observador basado en la proximidad, velocidad y otros factores asociados con los conflictos. Los resultados obtenidos



indicaron que los conflictos serios tienen correlación con los accidentes para algunos movimientos dentro de la intersección y que los conflictos disminuyen con la instalación de semáforos en 3 de cada 4 intercesiones. Este procedimiento se aplicó luego en 20 intersecciones como parte de un programa municipal de estudios de tráfico, cuya principal aplicación fue la regulación de las fases de los semáforos.

La técnica de conflicto nace en Estados Unidos con los estudios en los laboratorios de la Compañía de General Motors (Perkins y Harris, 1968) pero es hasta 1988 cuando la administración federal de carreteras edita dos publicaciones formalizando la técnica (Zeeger y Parker, 1988a, 1988b).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Conociendo el índice de riesgo de accidentalidad, se podrá cuantificar la accidentalidad de una intersección.

2.3.2. Sub Hipótesis

- A valores bajos del coeficiente "Distancia de Frenado" representa un bajo riesgo de colisión.
- A valores bajos del coeficiente "Velocidad de Aceleración" representa un bajo riesgo de colisión.
- A valores bajos del coeficiente "Tiempo hasta la Colisión" representa un bajo riesgo de colisión.
- A valores bajos del coeficiente "Tiempo Posterior a la Invasión" representa un bajo riesgo de colisión.
- A valores bajos del coeficiente "Tiempo de Evasión" representa un bajo riesgo de colisión.

2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variables Independientes

- Distancia de Frenado: Distancia tomada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.

Indicador:

- Marcas en el pavimento
- Luces de freno en vehículos



- Distancia en que el vehículo con prioridad de paso acciona el pedal de freno.
- Velocidad de Aproximación: Velocidad registrada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.
Indicador:
 - Marcas en el pavimento
 - Luces de freno en vehículos
 - Velocidad en que el vehículo con prioridad de paso ingresa al punto en conflicto.
- Tiempo hasta la Colisión: Tiempo calculado de la diferencia entre el tiempo final de encuentro del vehículo que gira y el tiempo estimado en que llegará al punto de conflicto el vehículo que se traslada en línea recta.
Indicador:
 - Tiempo en que el para choque posterior de vehículo sin prioridad de paso deja el punto de conflicto
 - Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial
- Tiempo Pos Invasión: Tiempo calculado de la diferencia de tiempo entre la salida del punto de conflicto de la zona de encuentro y la llegada a ese punto de conflicto del vehículo que se trasladaba en línea recta con prioridad de paso.
Indicador:
 - Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial
 - Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso percibe la inminencia de una colisión y comienza a frenar.
- Tiempo de Evasión: Tiempo calculado como la razón entre la distancia de frenado y la velocidad de aproximación del vehículo con prioridad de paso.
Indicador:
 - Distancia al punto de conflicto donde el vehículo acciona los frenos.
 - Velocidad a la que se traslada el vehículo antes de entrar al punto de conflicto, medida a 100m.



2.4.2. Variables Dependientes

- Índice de Riesgo de Accidentalidad: Es el valor numérico que indica cuantificación cualitativa de una o varias variables, lo que nos indica el riesgo de Accidentalidad que se encuentra sustentada en el Método de Componentes Principales.

Indicador:

- Técnica de análisis de conflictos de tráfico entre vehículos
- Técnica de análisis multivariante y componentes principales.

2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla No: 4 Cuadro de operacionalización de variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
Tipo	Variable	Descripción	Indicador
DEPENDIENTE	Índice de Riesgo de Accidentalidad	Valor numérico que indica cuantificación de una o varias variables, lo que nos indica el riesgo de Accidentalidad que se encuentra sustentada en el Método de Análisis de Componentes Principales.	1. Técnica de análisis de conflictos de tráfico entre vehículos 2. Técnica de análisis multivariante
INDEPENDIENTE	Distancia de frenado	Distancia tomada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.	1. Luces de freno en vehículos (ml) 2. Distancia en que el vehículo con prioridad de paso acciona el pedal de freno. (ml)
INDEPENDIENTE	Velocidad de Aproximación	Velocidad registrada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.	1. Luces de freno en vehículos (ml) 2. Velocidad en que el vehículo con prioridad de paso ingresa al punto en conflicto. (km/h)
INDEPENDIENTE	Tiempo hasta la Colisión	Tiempo calculado de la diferencia entre el tiempo final de encuentro del vehículo que gira y el tiempo estimado en que llegará al punto de conflicto el vehículo que se traslada en línea recta.	1. Tiempo en que el parachoque posterior de vehículo sin prioridad de paso deja el punto de conflicto (seg) 2. Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial (seg)
INDEPENDIENTE	Tiempo de Pos Invasión	Tiempo calculado de la diferencia de tiempo entre la salida del punto de conflicto de la zona de encuentro y la llegada a ese punto de conflicto del vehículo que se trasladaba en línea recta con prioridad de paso.	1. Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial (seg) 2. Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso percibe la inminencia de una colisión y comienza a frenar. (seg)
INDEPENDIENTE	Tiempo de Evasión	Tiempo calculado como la razón entre la distancia de frenado y la velocidad de aproximación del vehículo con prioridad de paso.	1. Distancia al punto de conflicto donde el vehículo acciona los frenos. (ml) 2. Velocidad a la que se traslada el vehículo antes de entrar al punto de conflicto, medida a 100m. (km/h)

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 5 matriz de consistencia

TESIS: "METODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO"						
Problema	Objetivos	Hipotesis	VARIABLES	Indicadores	Metodología	Instrumentos
1. Problema General	2. Objetivo General	3. Hipótesis General	VARIABLES INDEPENDIENTES	Para las variables independientes		
¿Cuán funcional es el índice de riesgo para cuantificar el riesgo de accidentalidad de una intersección?	Establecer una metodología alternativa que permita cuantificar la accidentalidad de una intersección mediante el índice de riesgo.	Conociendo el índice de riesgo de accidentalidad, se podrá cuantificar la accidentalidad de una intersección	Y1: Índice de Riesgo de Accidentalidad	Análisis de conflictos de tráfico entre vehículos Análisis de técnicas multivariantes - Componentes principales	Regresión lineal para la obtención de la variable respuesta correspondiente al índice de riesgo de la intersección.	Programa Computacional MatLab - Microsoft Excel.
1. Problemas Específicos	2. Objetivos Específicos	2. Sub-Hipótesis	VARIABLES DEPENDIENTES	Para las variables dependientes		
¿Cuál es la inferencia que tiene la distancia de frenado en el índice de riesgo?	Conocer la inferencia que tiene la distancia de frenado en el índice de riesgo.	A valores bajos del coeficiente "DF" representa un bajo riesgo	X3: Distancia de Frenado	Marcas en el pavimento Luces de freno en vehículos Distancia en que el vehículo con prioridad de paso acciona el pedal de freno.	Distancia tomada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.	Análisis de Videos en Gabinete.
¿Cuál es la inferencia que tiene la velocidad de aproximación en el índice de riesgo?	Conocer la inferencia que tiene la velocidad de aproximación en el índice de riesgo.	A valores bajos del coeficiente "VA" representa un bajo riesgo	X4: Velocidad de Aproximación	Marcas en el pavimento Luces de freno en vehículos Velocidad en que el vehículo con prioridad de paso ingresa al punto en conflicto.	Velocidad registrada a partir del encendido de luces de freno en los vehículos mediante la observación de grabaciones de video de los puntos de conflicto.	Análisis de Videos en Gabinete.
¿Cuál es la inferencia que tiene el tiempo hasta la colisión en el índice de riesgo?	Conocer la inferencia que tiene el tiempo hasta la colisión en el índice de riesgo.	A valores bajos del coeficiente "TC" representa un bajo riesgo	X5: Tiempo hasta la Colisión	Tiempo en que el parachoque posterior de vehículo sin prioridad de paso deja el punto de conflicto Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial	Tiempo calculado de la diferencia entre el tiempo final de encuentro del vehículo que gira y el tiempo estimado en que llegará al punto de conflicto el vehículo que se traslada en línea recta.	Análisis de Videos en Gabinete.
¿Cuál es la inferencia que tiene el tiempo de pos invasión en el índice de riesgo?	Conocer la inferencia que tiene el tiempo de pos invasión en el índice de riesgo.	A valores bajos del coeficiente "TPI" representa un bajo riesgo	X6: Tiempo de Pos Invasión	Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso llega al punto de conflicto si continuara con la velocidad inicial Tiempo en que el vehículo con prioridad de paso percibe la inminencia de una colisión y comienza a frenar.	Tiempo calculado de la diferencia de tiempo entre la salida del punto de conflicto de la zona de encuentro y la llegada a ese punto de conflicto del vehículo que se trasladaba en línea recta con prioridad de paso.	Análisis de Videos en Gabinete.
¿Cuál es la inferencia que tiene el tiempo de evasión en el índice de riesgo?	Conocer la inferencia que tiene el tiempo de evasión en el índice de riesgo.	A valores bajos del coeficiente "TE" representa un bajo riesgo	X7: Tiempo de Evasión	Distancia al punto de conflicto donde el vehículo acciona los frenos. Velocidad a la que se traslada el vehículo antes de entrar al punto de conflicto, medida a 100m.	Tiempo calculado como la razón entre la distancia de frenado y la velocidad de aproximación del vehículo con prioridad de paso.	Análisis de Videos en Gabinete.

Fuente: elaboración propia



Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Enfoque de investigación

El enfoque de Investigación es el cuantitativo, ya que esta investigación es secuencial y probatoria. Definimos como tipo de investigación cuantitativa, debido a que la investigación está conformada por variables cuantitativas.

Según (Hernández, 2014), cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables en un determinado contexto para analizar las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.

3.1.2. Nivel de la investigación

El nivel de la presente investigación es predictivo o exploratorio porque estudiamos aplicando auto valores y auto vectores como métodos alternativos aplicados en otras zonas con ecuaciones lineales para estimaciones en nuestro entorno

Según (Hernández, 2014), La investigación predictiva tiene como propósito prever o anticipar situaciones futuras, requiere de la exploración, la descripción, la comparación, el análisis y la explicación.

3.1.3. Método de la investigación

El método de la investigación es el hipotético-deductivo. Según (Bernal, 2010) el método hipotético – deductivo, consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

Teniendo la hipótesis *“Conociendo el índice de riesgo de accidentalidad, el análisis se podrá cuantificar la accidentalidad de una intersección.”*, por tanto, durante el desarrollo de la tesis se validó la hipótesis.



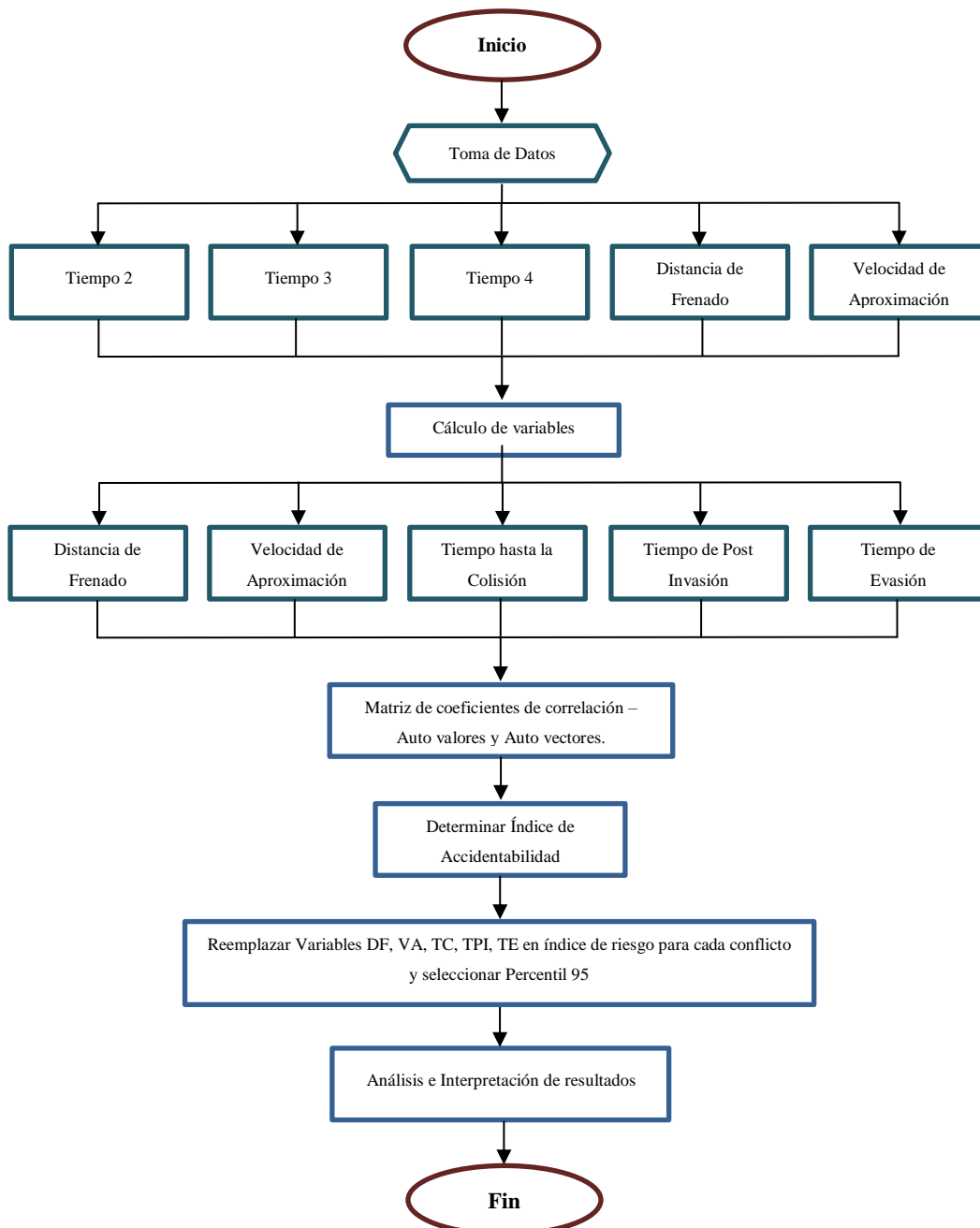
3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño metodológico

El diseño de Investigación es el experimental, porque es un estudio que contempla la manipulación de variables independientes y medición de variables dependientes, donde podremos comparar cada intersección y dar validez a la presente investigación.

3.2.2. Diseño de Ingeniería

Fig. No 34: Flujoograma



Fuente: elaboración propia



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

La población de análisis se encuentra ubicado en la ciudad del Cusco, provincia y departamento Cusco.

Se considera como población al objeto de estudio que está compuesto por las intersecciones de la ciudad del Cusco, tipificadas como intersecciones urbanas y de alto riesgo en accidentabilidad.

3.3.1.2. Cuantificación de la población.

La población de análisis considera intersecciones urbanas de la provincia del Cusco, intersecciones de diferente tipología con 3 y 4 ramales, semaforizadas y no semaforizadas, independiente al estado de pavimento y tipos de vehículos que transitan por la intersección.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

Para la muestra, se seleccionó por conveniencia 6 intersecciones en forma de T y Cruz (+), de las cuales 2 intersecciones son semaforizadas y 4 no semaforizadas, con el objetivo de conocer la accidentalidad de las intersecciones a estudiar, puesto que por su caracterización fueron seleccionados para obtener amplia variabilidad y demostrar la aplicabilidad del método alternativo en intersecciones urbanas con diferente caracterización.

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Para el análisis de la presente investigación, se identificó 6 Intersecciones que utilizaremos los datos obtenidos en campo, las cuales son:

- 1) Av. Grau – Av. Antonio Lorena (Distrito Santiago)
- 2) Av. Grau – Av. Agustín Gamarra (Distrito Santiago)
- 3) Av. Collasuyo – Av. Argentina (Distrito Cusco)
- 4) Av. Cusco – Av. Tomas Tuyro Tupa (Distrito San Sebastián)
- 5) Av. Cusco – Av. Alemania Federal (Distrito San Sebastián)
- 6) Prol. Av. De La Cultura – Av. Circunvalación Norte (Distrito San Jerónimo)



Las intersecciones presentadas, fueron seleccionadas por conveniencia del investigador, debido a que son representativas para demostrar la aplicabilidad de la metodología.

En las 6 intersecciones seleccionadas se pretende representar la población de estudio, donde cada intersección será independiente de análisis e interpretación para conocer el comportamiento de vehículos implicados en posibles colisiones. *Los accidentes no son considerados en la investigación.*

3.3.2.3. Método de muestreo

El método de la investigación es el de muestreo casual o incidental, método en el que el investigador selecciona directamente los individuos de la población para adoptarlos como muestra representativa.

3.3.2.4. Criterio de evaluación de muestra

Para el criterio de la evaluación de la muestra, de acuerdo a la bibliografía presentada en el ítem 2.2.6 *Metodología para el análisis de conflictos de tráfico, a través del cálculo de medidas alternativas de seguridad.*, se describe las condiciones necesarias para incluir las intersecciones en la muestra.

- a) La intersección se ubica dentro de la ciudad del Cusco en una zona urbana.
- b) La intersección presenta una geometría indeterminada, pudiendo no considerarse una intersección “T” o “+”
- c) La cantidad de conflictos encontrados no será menor a 150, de acuerdo a la técnica de observación.

Las características de las intersecciones son planteadas en base a la bibliografía presentada con el objetivo de conocer la situación real de las intersecciones sin importar el sistema de control de tráfico ni el número de ingresos al escenario vial que llamaremos intersecciones de alto riesgo en accidentalidad.

3.3.3. Criterios de Inclusión

- Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en la ciudad del Cusco (Urbano) con la finalidad de evaluar y determinar el alto riesgo en accidentalidad.
- Se levantó la información con un total de 40 horas de grabación por intersección.
- Se estudió y registró, el tiempo en el cual el parachoques del vehículo denominado v1 deja el punto de conflicto (t2), el tiempo cuando el parachoques trasero del vehículo v2 deja el punto de conflicto (t4). y calcular: el tiempo en el que el vehículo v2 llega



al punto de conflicto si continuara a la misma velocidad que al inicio del suceso (t_3), el tiempo hasta la colisión (TC), el tiempo posterior a la invasión (TPI) y determinar si el conflicto es severo comparado con un valor (TC_{min}).

- Fichas de observación en campo y revisión de videos (grabaciones in situ en simultaneo por intersección) en intersecciones ubicadas en la ciudad del Cusco.



3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos

3.4.1.1. Formato de Recolección de Datos en Campo

Esta guía de observación nos permitirá conocer el escenario vial a estudiar de cada intersección, el cual consta de: ubicación, inventario vial, diseño geométrico y su estado actual. Dicho formato puede modificarse de acuerdo a la necesidad de integrar más componentes a analizar según la necesidad y realidad por intersección.

Tabla No: 6 Formato de Recolección de Datos en Campo

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.	
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO		
INTERSECCIÓN: _____		
RESPONSABLE: _____	DNI: _____	FIRMA: _____
HORA: _____ hrs.		
FECHA: ____ / ____ / ____		

Numero de Conflictos Encontrados	
----------------------------------	--

Av. Cusco - Av. Tomas Tuyru Tupac							
Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos	
T Ciclo		T Ciclo		T Ciclo		T Ciclo	
T Verde		T Verde		T Verde		T Verde	
T Rojo		T Rojo		T Rojo		T Rojo	
T Ambar		T Ambar		T Ambar		T Ambar	
Calzada		Calzada		Calzada		Calzada	
N° Carriles		N° Carriles		N° Carriles		N° Carriles	
Ancho		Ancho		Ancho		Ancho	
Estado		Estado		Estado		Estado	
Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central	
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura
Veredas		Veredas		Veredas		Veredas	
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical	
Estado		Estado		Estado		Estado	
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal	
Estado		Estado		Estado		Estado	
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad	
Estado		Estado		Estado		Estado	
Estacionam.	/	Estacionam.	/	Estacionam.	/	Estacionam.	/
Paradero		Paradero		Paradero		Paradero	

Fuente: elaboración propia



3.4.1.2. Formato de Registro de Tiempo de Grabación.

Esta guía de observación nos permitirá conocer la cantidad de horas de grabación que se realizó por intersección, teniendo en cuenta que la cantidad mínima de grabación es de 40 horas. La guía nos mostrará los intervalos de tiempo grabados en la intersección por cada fecha de un determinado mes.

Tabla No: 7 Formato de Registro de Tiempo de Grabación.



MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO. REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN



INTERSECCIÓN: RESPONSABLE: DNI: FIRMA:

Table with 7 columns: N°, FECHA, HORA INICIO, HORA FIN, CÁMARA, TIEMPO DE GRABACIÓN, OBSERVACIONES. Includes a total row at the bottom.

Fuente: elaboración propia

3.4.1.3. Formato de Análisis de las Grabaciones de Video.

Esta guía de observación de las grabaciones de video nos permitirá conocer los datos necesarios para aplicar la bibliografía descrita en la presente tesis. La guía nos mostrará el registro de un posible conflicto donde se identificará los elementos v1 y v2.

Tabla No: 8 Formato de Análisis de las Grabaciones de Video.

Form for video analysis including title, intersection name, responsible person, date, and a table with columns for time points (t3, t4, t5) and metrics (TC, TPI, DF, VA, TE).

Fuente: elaboración propia



3.4.1.4. Formato de Tabulación de Mediciones Calculadas

Las mediciones de seguridad calculadas son tabuladas en una matriz de datos (n*p) donde n será la cantidad de conflictos observados y p la cantidad de variables a considerar.

Tabla No: 9 Formato de Tabulación de Mediciones Calculadas



MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.



TABULACIÓN DE MEDICIONES CALCULADAS

INTERSECCIÓN: _____

INICIO: _____ hrs.

RESPONSABLE: _____

FINAL: _____ hrs.

DNI: _____

FECHA: ____ / ____ / ____

FIRMA: _____

TABULACIÓN - INTERSECCIÓN N° _____					
N°	DF	VA	TE	TC	TPI
CONFLICT	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
.					
.					
.					
.					

Fuente: elaboración propia

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería.

- Equipo de Filmación.



Fuente: Google Imágenes.



- Conos de Seguridad



Fuente: Google Imágenes.

- Wincha



Fuente: Google Imágenes.

- Cronometro



Fuente: Google Imágenes.

- Ordenador Informático



Fuente: Google Imágenes.



- Programas Computacionales



Fuente: Google Imágenes.

3.5. Recolección de Datos en Campo.

En esta prueba se busca conocer la realidad del escenario vial, el cual influirá de manera relevante en las decisiones al momento de considerar los conflictos que deseamos obtener de cada intersección.

a) Equipos utilizados en la prueba

La guía a utilizar para la prueba fue: Formato de recolección de datos de campo y Formato de Registro de Tiempo.

Los equipos utilizados fueron: cámaras de video, conos de seguridad, wincha de 100m y cronometro.

Cabe recalcar que, en esta prueba, la recolección de datos es por observación, donde se considera al observador una persona con conocimiento en los aspectos a analizar.

Fue necesario el uso del equipo computacional con el software AutoCad en su versión 2018 para referenciar la ubicación de cada intersección.

b) Procedimiento

Primer paso: Se realizó el reconocimiento de las intersecciones tomadas en cuenta para la presente investigación. Se reconocieron 6 intersecciones, las cuales son:



Fig. No 35: Av. Grau – Av. Agustín Gamarra



Fecha: 28 de Marzo del 2019

Fuente: elaboración propia

Fig. No 36: Av. Grau - Av. Antonio Lorena





Fecha: 28 de marzo del 2019

Fuente: elaboración propia

Fig. No 37: Av. Collasuyo. - Av. Argentina.



Fecha: 28 de marzo del 2019

Fuente: elaboración propia



Fig. No 38: Av. Cusco - Av. Tomas Tuyro Tupa.



Fecha: 29 de marzo del 2019

Fuente: elaboración propia

Fig. No 39: Av. Cusco - Av. Alemania Federal



Fecha: 29 de marzo del 2019

Fuente: elaboración propia

Fig. No 40: Prolongación Av. Cultura. – Av. Circunvalación Norte



Fecha: 29 de marzo del 2019

Fuente: elaboración propia





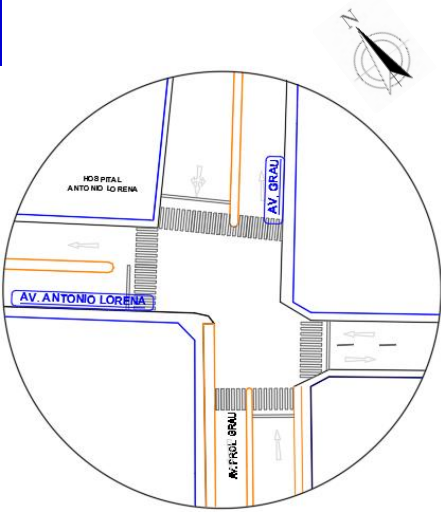
Segundo paso: Se realizó la guía de observación en campo, el objetivo es registrar todos los datos posibles y conocer los elementos del escenario vial en común entre las intersecciones, solo de esta forma el formato de recolección de datos será funcional en la presente investigación. Estas guías se realizaron con la ayuda del software Microsoft Excel en un ordenador informático.

Tercer paso: Se realizó la recolección de datos en cada una de las 6 intersecciones a investigar. Para esta actividad, es necesario contar con un mínimo de 02 personas con conocimientos básicos en el tema, el objetivo es registrar datos verídicos para conocer la realidad del escenario vial.

Cuarto paso: Por medio de cámaras de video, se grabará cada intersección durante 40 horas. Para esta actividad se implementarán estratégicamente cámaras de video para poder obtener la mayor cantidad de conflictos por cada intersección.

c) Toma de Datos.

Tabla No: 10 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena.

 MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO. 																																																																																																																																																																																																																																		
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO INTERSECCIÓN: <u>AV. GRAU - AV. ANTONIO LORENA (SANTIAGO)</u>																																																																																																																																																																																																																																		
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>	DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____																																																																																																																																																																																																																																
HORA: <u>07:00 hrs.</u>																																																																																																																																																																																																																																		
FECHA: <u>02/04/2019</u>																																																																																																																																																																																																																																		
Numero de Conflictos Encontrados	297																																																																																																																																																																																																																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Av. Antonio Lorena</th> <th colspan="2">Av. Grau</th> <th colspan="2">Prol. Av. Grau</th> <th colspan="2">Ca. Teodosio Serrudo</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> </tr> <tr> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>16.3</td> <td>Ancho</td><td>21.2</td> <td>Ancho</td><td>12.15</td> <td>Ancho</td><td>8.25</td> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>1.5</td><td>0.2</td> <td>1.5</td><td>0.2</td> <td>1.2</td><td>0.15</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>1.5</td><td>0.2</td> <td>1.8</td><td>0.2</td> <td>2.8</td><td>0.2</td> <td>1.2</td><td>0.2</td> </tr> <tr> <td>1.5</td><td>0.2</td> <td>1.5</td><td>0.2</td> <td>1.5</td><td>0.15</td> <td>1.2</td><td>0.25</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>No existe</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>No existe</td> <td>Estado</td><td>No existe</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Señalizado</td><td>Malo</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>4 / 10</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> </tr> <tr> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>0</td> <td>Paradero</td><td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Av. Antonio Lorena		Av. Grau		Prol. Av. Grau		Ca. Teodosio Serrudo		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada		N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	2	Ancho	16.3	Ancho	21.2	Ancho	12.15	Ancho	8.25	Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Regular	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	1.5	0.2	1.5	0.2	1.2	0.15	-	-	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	1.5	0.2	1.8	0.2	2.8	0.2	1.2	0.2	1.5	0.2	1.5	0.2	1.5	0.15	1.2	0.25	Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Malo	-	-	-	-	-	-	-	-	Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Estado	No existe	Estado	Bueno	Estado	No existe	Estado	No existe	-	-	-	-	-	-	-	-	Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Estado	Bueno	Estado	-	Estado	-	Estado	-	Señalizado	Malo	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	4 / 10	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Paradero	2	Paradero	2	Paradero	0	Paradero	0
Av. Antonio Lorena		Av. Grau		Prol. Av. Grau		Ca. Teodosio Serrudo																																																																																																																																																																																																																												
Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																												
T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-																																																																																																																																																																																																																											
T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-																																																																																																																																																																																																																											
T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-																																																																																																																																																																																																																											
T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-																																																																																																																																																																																																																											
Calzada		Calzada		Calzada		Calzada																																																																																																																																																																																																																												
N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	2																																																																																																																																																																																																																											
Ancho	16.3	Ancho	21.2	Ancho	12.15	Ancho	8.25																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Regular																																																																																																																																																																																																																											
Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central																																																																																																																																																																																																																												
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																											
1.5	0.2	1.5	0.2	1.2	0.15	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Veredas		Veredas		Veredas		Veredas																																																																																																																																																																																																																												
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																											
1.5	0.2	1.8	0.2	2.8	0.2	1.2	0.2																																																																																																																																																																																																																											
1.5	0.2	1.5	0.2	1.5	0.15	1.2	0.25																																																																																																																																																																																																																											
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Malo																																																																																																																																																																																																																											
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal																																																																																																																																																																																																																												
Estado	No existe	Estado	Bueno	Estado	No existe	Estado	No existe																																																																																																																																																																																																																											
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Bueno	Estado	-	Estado	-	Estado	-																																																																																																																																																																																																																											
Señalizado	Malo	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-																																																																																																																																																																																																																											
Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	4 / 10	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0																																																																																																																																																																																																																											
Paradero	2	Paradero	2	Paradero	0	Paradero	0																																																																																																																																																																																																																											

Fuente: Elaboración propia



Tabla No: 11 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Prol. Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.																																																																																																																																																																																																																																		
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO INTERSECCIÓN: <u>PROL. AV. GRAU - AV. AGUSTIN GAMARRA (SANTIAGO)</u>																																																																																																																																																																																																																																		
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>	DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____																																																																																																																																																																																																																																
HORA: <u>07:00 hrs.</u>																																																																																																																																																																																																																																		
FECHA: <u>01/04/2019</u>																																																																																																																																																																																																																																		
Numero de Conflictos Encontrados	281																																																																																																																																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Prol. Av. Grau (N)</th> <th colspan="2">Av. Agustín Gamarra</th> <th colspan="2">Prol. Av. Grau (S)</th> <th colspan="2">Av. Jose Luis de Orbegozo</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T Ciclo</td><td>105 seg</td> <td>T Ciclo</td><td>105 seg</td> <td>T Ciclo</td><td>105 seg</td> <td>T Ciclo</td><td>105 seg</td> </tr> <tr> <td>T Verde</td><td>55 seg</td> <td>T Verde</td><td>45 seg</td> <td>T Verde</td><td>55 seg</td> <td>T Verde</td><td>45 seg</td> </tr> <tr> <td>T Rojo</td><td>45 seg</td> <td>T Rojo</td><td>55 seg</td> <td>T Rojo</td><td>45 seg</td> <td>T Rojo</td><td>55 seg</td> </tr> <tr> <td>T Ambar</td><td>5 seg</td> <td>T Ambar</td><td>5 seg</td> <td>T Ambar</td><td>5 seg</td> <td>T Ambar</td><td>5 seg</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> </tr> <tr> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>19.8m</td> <td>Ancho</td><td>17.0m</td> <td>Ancho</td><td>10.85m</td> <td>Ancho</td><td>14.0m</td> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>2.0m</td><td>0.2m</td> <td>1.5m</td><td>0.2m</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>3.27m</td><td>0.20m</td> <td>2.0m</td><td>0.15m</td> <td>1.50m</td><td>0.15m</td> <td>2.0m</td><td>0.20m</td> </tr> <tr> <td>3.50m</td><td>0.15m</td> <td>2.0m</td><td>0.15m</td> <td>2.0m</td><td>0.15m</td> <td>2.0m</td><td>0.20m</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>No Existe</td> <td>Estado</td><td>No Existe</td> <td>Estado</td><td>No Existe</td> </tr> <tr> <td>Señalizado</td><td>Giba</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> </tr> <tr> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>1</td> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Prol. Av. Grau (N)		Av. Agustín Gamarra		Prol. Av. Grau (S)		Av. Jose Luis de Orbegozo		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg	T Verde	55 seg	T Verde	45 seg	T Verde	55 seg	T Verde	45 seg	T Rojo	45 seg	T Rojo	55 seg	T Rojo	45 seg	T Rojo	55 seg	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada		N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4	Ancho	19.8m	Ancho	17.0m	Ancho	10.85m	Ancho	14.0m	Estado	Bueno	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Regular	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	2.0m	0.2m	1.5m	0.2m	-	-	-	-	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	3.27m	0.20m	2.0m	0.15m	1.50m	0.15m	2.0m	0.20m	3.50m	0.15m	2.0m	0.15m	2.0m	0.15m	2.0m	0.20m	Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Estado	Bueno	Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo	-	-	-	-	-	-	-	-	Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Malo	Estado	Malo	-	-	-	-	-	-	-	-	Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Estado	Bueno	Estado	No Existe	Estado	No Existe	Estado	No Existe	Señalizado	Giba	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Paradero	2	Paradero	1	Paradero	2	Paradero	1
	Prol. Av. Grau (N)		Av. Agustín Gamarra		Prol. Av. Grau (S)		Av. Jose Luis de Orbegozo																																																																																																																																																																																																																											
	Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																											
	T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg	T Ciclo	105 seg																																																																																																																																																																																																																										
	T Verde	55 seg	T Verde	45 seg	T Verde	55 seg	T Verde	45 seg																																																																																																																																																																																																																										
	T Rojo	45 seg	T Rojo	55 seg	T Rojo	45 seg	T Rojo	55 seg																																																																																																																																																																																																																										
	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg	T Ambar	5 seg																																																																																																																																																																																																																										
	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada																																																																																																																																																																																																																											
	N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4	N° Carriles	4																																																																																																																																																																																																																										
	Ancho	19.8m	Ancho	17.0m	Ancho	10.85m	Ancho	14.0m																																																																																																																																																																																																																										
	Estado	Bueno	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Regular																																																																																																																																																																																																																										
	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central																																																																																																																																																																																																																											
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
	2.0m	0.2m	1.5m	0.2m	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas																																																																																																																																																																																																																											
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
	3.27m	0.20m	2.0m	0.15m	1.50m	0.15m	2.0m	0.20m																																																																																																																																																																																																																										
	3.50m	0.15m	2.0m	0.15m	2.0m	0.15m	2.0m	0.20m																																																																																																																																																																																																																										
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Bueno	Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo																																																																																																																																																																																																																											
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Malo	Estado	Malo																																																																																																																																																																																																																											
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Bueno	Estado	No Existe	Estado	No Existe	Estado	No Existe																																																																																																																																																																																																																											
Señalizado	Giba	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-																																																																																																																																																																																																																											
Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0																																																																																																																																																																																																																											
Paradero	2	Paradero	1	Paradero	2	Paradero	1																																																																																																																																																																																																																											

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 12 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Collasuyo – Av. Argentina

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.																																																																																																																																																																																																																																		
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO INTERSECCIÓN: <u>AV. COLLASUYO - AV. ARGENTINA (CUSCO)</u>																																																																																																																																																																																																																																		
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>	DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____																																																																																																																																																																																																																																
HORA: <u>08:00 hrs.</u>																																																																																																																																																																																																																																		
FECHA: <u>18/04/2019</u>																																																																																																																																																																																																																																		
Numero de Conflictos Encontrados	177																																																																																																																																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Av. Collasuyo</th> <th colspan="2">Av. Argentina</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td></td> <td>T Ciclo</td><td></td> </tr> <tr> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td></td> <td>T Verde</td><td></td> </tr> <tr> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td></td> <td>T Rojo</td><td></td> </tr> <tr> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td></td> <td>T Ambar</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> </tr> <tr> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>5</td> <td>N° Carriles</td><td></td> <td>N° Carriles</td><td></td> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>27.90m</td> <td>Ancho</td><td>8.1m</td> <td>Ancho</td><td></td> <td>Ancho</td><td></td> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td></td> <td>Estado</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>2.50m</td><td>0.15m</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>3.00m</td><td>0.15m</td> <td>2.25m</td><td>0.15m</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1.90m</td><td>0.15m</td> <td>2.00m</td><td>0.15m</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td></td> <td>Estado</td><td></td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td></td> <td>Estado</td><td></td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Existe</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td></td> <td>Estado</td><td></td> </tr> <tr> <td>Señalizado</td><td>Giba</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td></td> <td>Señalizado</td><td></td> </tr> <tr> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>/</td> <td>Estacionam.</td><td>/</td> </tr> <tr> <td>Paradero</td><td>-</td> <td>Paradero</td><td>1</td> <td>Paradero</td><td></td> <td>Paradero</td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Av. Collasuyo		Av. Argentina		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo		T Ciclo		T Verde	-	T Verde	-	T Verde		T Verde		T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo		T Rojo		T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar		T Ambar		Calzada		Calzada		Calzada		Calzada		N° Carriles	4	N° Carriles	5	N° Carriles		N° Carriles		Ancho	27.90m	Ancho	8.1m	Ancho		Ancho		Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado		Estado		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	2.50m	0.15m	-	-	-	-	-	-	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	3.00m	0.15m	2.25m	0.15m					1.90m	0.15m	2.00m	0.15m					Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Estado	Malo	Estado	Malo	Estado		Estado		-	-	-	-	-	-	-	-	Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Estado	Malo	Estado	Malo	Estado		Estado		-	-	-	-	-	-	-	-	Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Estado	Existe	Estado	-	Estado		Estado		Señalizado	Giba	Señalizado	-	Señalizado		Señalizado		Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	/	Estacionam.	/	Paradero	-	Paradero	1	Paradero		Paradero	
	Av. Collasuyo		Av. Argentina		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																											
	Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																											
	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo		T Ciclo																																																																																																																																																																																																																											
	T Verde	-	T Verde	-	T Verde		T Verde																																																																																																																																																																																																																											
	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo		T Rojo																																																																																																																																																																																																																											
	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar		T Ambar																																																																																																																																																																																																																											
	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada																																																																																																																																																																																																																											
	N° Carriles	4	N° Carriles	5	N° Carriles		N° Carriles																																																																																																																																																																																																																											
	Ancho	27.90m	Ancho	8.1m	Ancho		Ancho																																																																																																																																																																																																																											
	Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado		Estado																																																																																																																																																																																																																											
	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central																																																																																																																																																																																																																											
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
	2.50m	0.15m	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas																																																																																																																																																																																																																											
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
	3.00m	0.15m	2.25m	0.15m																																																																																																																																																																																																																														
	1.90m	0.15m	2.00m	0.15m																																																																																																																																																																																																																														
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Malo	Estado	Malo	Estado		Estado																																																																																																																																																																																																																												
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Malo	Estado	Malo	Estado		Estado																																																																																																																																																																																																																												
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																											
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad																																																																																																																																																																																																																												
Estado	Existe	Estado	-	Estado		Estado																																																																																																																																																																																																																												
Señalizado	Giba	Señalizado	-	Señalizado		Señalizado																																																																																																																																																																																																																												
Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	/	Estacionam.	/																																																																																																																																																																																																																											
Paradero	-	Paradero	1	Paradero		Paradero																																																																																																																																																																																																																												

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 13 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Tomas Tuyo Tupa – Av.

Cusco

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.																																																																																																																																																																																																																																	
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO INTERSECCIÓN: AV. CUSCO - AV. TOMAS TUYO TUPA (SAN SEBASTIAN)																																																																																																																																																																																																																																	
RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan	DNI: 70310648																																																																																																																																																																																																																																
HORA: 08:00 hrs.	FIRMA: _____																																																																																																																																																																																																																																
FECHA: 09/04/2019																																																																																																																																																																																																																																	
Numero de Conflictos Encontrados: 213																																																																																																																																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Av. Cusco (E)</th> <th colspan="2">Av. Cusco (O)</th> <th colspan="2">Av. Tomas Tuyo Tupa (N)</th> <th colspan="2">Av. Tomas Tuyo Tupa (S)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T Ciclo</td><td>85seg</td> <td>T Ciclo</td><td>85seg</td> <td>T Ciclo</td><td>85seg</td> <td>T Ciclo</td><td>85seg</td> </tr> <tr> <td>T Verde</td><td>45seg</td> <td>T Verde</td><td>45seg</td> <td>T Verde</td><td>35seg</td> <td>T Verde</td><td>35seg</td> </tr> <tr> <td>T Rojo</td><td>35seg</td> <td>T Rojo</td><td>35seg</td> <td>T Rojo</td><td>45seg</td> <td>T Rojo</td><td>45seg</td> </tr> <tr> <td>T Ambar</td><td>5seg</td> <td>T Ambar</td><td>5seg</td> <td>T Ambar</td><td>5seg</td> <td>T Ambar</td><td>5seg</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> </tr> <tr> <td>N° Carriles</td><td>2</td> <td>N° Carriles</td><td>2</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>8.00m</td> <td>Ancho</td><td>10.25m</td> <td>Ancho</td><td>14.5</td> <td>Ancho</td><td>11.5</td> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>1.50m</td><td>0.20m</td> <td>1.50m</td><td>0.20m</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>1.2m</td><td>0.25m</td> <td>1.20m</td><td>0.25m</td> <td>1.30m</td><td>0.45m</td> <td>1.20m</td><td>0.45m</td> </tr> <tr> <td>7.6m</td><td>0m</td> <td>10.6m</td><td>0.15m</td> <td>1.30m</td><td>0.35m</td> <td>1.35m</td><td>0.25m</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>Malo</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>7 / 10</td> <td>Estacionam.</td><td>4 / 10</td> </tr> <tr> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>0</td> <td>Paradero</td><td>0</td> <td>Paradero</td><td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Av. Cusco (E)		Av. Cusco (O)		Av. Tomas Tuyo Tupa (N)		Av. Tomas Tuyo Tupa (S)		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg	T Verde	45seg	T Verde	45seg	T Verde	35seg	T Verde	35seg	T Rojo	35seg	T Rojo	35seg	T Rojo	45seg	T Rojo	45seg	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada		N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	4	N° Carriles	4	Ancho	8.00m	Ancho	10.25m	Ancho	14.5	Ancho	11.5	Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Regular	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	-	-	-	-	1.50m	0.20m	1.50m	0.20m	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	1.2m	0.25m	1.20m	0.25m	1.30m	0.45m	1.20m	0.45m	7.6m	0m	10.6m	0.15m	1.30m	0.35m	1.35m	0.25m	Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Malo	Estado	Malo	-	-	-	-	-	-	-	-	Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Malo	-	-	-	-	-	-	-	-	Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Estado	-	Estado	Malo	Estado	-	Estado	-	Señalizado	-	Señalizado	Malo	Señalizado	-	Señalizado	-	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	7 / 10	Estacionam.	4 / 10	Paradero	2	Paradero	0	Paradero	0	Paradero	0
	Av. Cusco (E)		Av. Cusco (O)		Av. Tomas Tuyo Tupa (N)		Av. Tomas Tuyo Tupa (S)																																																																																																																																																																																																																										
	Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																										
	T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg	T Ciclo	85seg																																																																																																																																																																																																																									
	T Verde	45seg	T Verde	45seg	T Verde	35seg	T Verde	35seg																																																																																																																																																																																																																									
	T Rojo	35seg	T Rojo	35seg	T Rojo	45seg	T Rojo	45seg																																																																																																																																																																																																																									
	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg	T Ambar	5seg																																																																																																																																																																																																																									
	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada																																																																																																																																																																																																																										
	N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	4	N° Carriles	4																																																																																																																																																																																																																									
	Ancho	8.00m	Ancho	10.25m	Ancho	14.5	Ancho	11.5																																																																																																																																																																																																																									
	Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Regular																																																																																																																																																																																																																									
	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central																																																																																																																																																																																																																										
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																									
	-	-	-	-	1.50m	0.20m	1.50m	0.20m																																																																																																																																																																																																																									
	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas																																																																																																																																																																																																																										
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
1.2m	0.25m	1.20m	0.25m	1.30m	0.45m	1.20m	0.45m																																																																																																																																																																																																																										
7.6m	0m	10.6m	0.15m	1.30m	0.35m	1.35m	0.25m																																																																																																																																																																																																																										
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Regular	Estado	Regular	Estado	Malo	Estado	Malo																																																																																																																																																																																																																										
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Malo																																																																																																																																																																																																																										
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad																																																																																																																																																																																																																											
Estado	-	Estado	Malo	Estado	-	Estado	-																																																																																																																																																																																																																										
Señalizado	-	Señalizado	Malo	Señalizado	-	Señalizado	-																																																																																																																																																																																																																										
Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	7 / 10	Estacionam.	4 / 10																																																																																																																																																																																																																										
Paradero	2	Paradero	0	Paradero	0	Paradero	0																																																																																																																																																																																																																										

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 14 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Alemania Federal – Av.

Cusco

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.																																																																																																																																																																																																																																	
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO INTERSECCIÓN: AV. CUSCO - AV. ALEMANIA FEDERAL (SAN SEBASTIAN)																																																																																																																																																																																																																																	
RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan	DNI: 70310648																																																																																																																																																																																																																																
HORA: 08:00 hrs.	FIRMA: _____																																																																																																																																																																																																																																
FECHA: 10/04/2019																																																																																																																																																																																																																																	
Numero de Conflictos Encontrados: 255																																																																																																																																																																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Av. Cusco</th> <th colspan="2">Av. Alemania Federal</th> <th colspan="2">Prol. Av. Cusco</th> <th colspan="2">Ca. Los Geranios</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> <th colspan="2">Semáforos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> <td>T Ciclo</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> <td>T Verde</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> <td>T Rojo</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> <td>T Ambar</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> <th colspan="2">Calzada</th> </tr> <tr> <td>N° Carriles</td><td>2</td> <td>N° Carriles</td><td>2</td> <td>N° Carriles</td><td>2</td> <td>N° Carriles</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>8.25m</td> <td>Ancho</td><td>8.20m</td> <td>Ancho</td><td>18.60m</td> <td>Ancho</td><td>7.20m</td> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> <th colspan="2">Berma Central</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> <th colspan="2">Veredas</th> </tr> <tr> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> <td>Ancho</td><td>Altura</td> </tr> <tr> <td>2.50m</td><td>0.25m</td> <td>3.85m</td><td>0.20m</td> <td>2.20m</td><td>0.20m</td> <td>2.50m</td><td>0.20m</td> </tr> <tr> <td>2.50m</td><td>0.25m</td> <td>2.20m</td><td>0.20m</td> <td>2.50m</td><td>0.25m</td> <td>1.50m</td><td>0.20m</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> <th colspan="2">Señalización Vertical</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> <th colspan="2">Señalización Horizontal</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Bueno</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Malo</td> <td>Estado</td><td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> <td>-</td><td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> <th colspan="2">Reductor de Velocidad</th> </tr> <tr> <td>Estado</td><td>Regular</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>-</td> <td>Estado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Señalizado</td><td>Regular</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> <td>Señalizado</td><td>-</td> </tr> <tr> <td>Estacionam.</td><td>0 / 0</td> <td>Estacionam.</td><td>5 / 10</td> <td>Estacionam.</td><td>9 / 10</td> <td>Estacionam.</td><td>4 / 10</td> </tr> <tr> <td>Paradero</td><td>1</td> <td>Paradero</td><td>1</td> <td>Paradero</td><td>2</td> <td>Paradero</td><td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Av. Cusco		Av. Alemania Federal		Prol. Av. Cusco		Ca. Los Geranios		Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos		T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada		N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	4	Ancho	8.25m	Ancho	8.20m	Ancho	18.60m	Ancho	7.20m	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Bueno	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	-	-	-	-	-	-	-	-	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas		Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	2.50m	0.25m	3.85m	0.20m	2.20m	0.20m	2.50m	0.20m	2.50m	0.25m	2.20m	0.20m	2.50m	0.25m	1.50m	0.20m	Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Bueno	-	-	-	-	-	-	-	-	Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Bueno	-	-	-	-	-	-	-	-	Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Estado	Regular	Estado	-	Estado	-	Estado	-	Señalizado	Regular	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-	Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	5 / 10	Estacionam.	9 / 10	Estacionam.	4 / 10	Paradero	1	Paradero	1	Paradero	2	Paradero	1
	Av. Cusco		Av. Alemania Federal		Prol. Av. Cusco		Ca. Los Geranios																																																																																																																																																																																																																										
	Semáforos		Semáforos		Semáforos		Semáforos																																																																																																																																																																																																																										
	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-	T Ciclo	-																																																																																																																																																																																																																									
	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-	T Verde	-																																																																																																																																																																																																																									
	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-	T Rojo	-																																																																																																																																																																																																																									
	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-	T Ambar	-																																																																																																																																																																																																																									
	Calzada		Calzada		Calzada		Calzada																																																																																																																																																																																																																										
	N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	2	N° Carriles	4																																																																																																																																																																																																																									
	Ancho	8.25m	Ancho	8.20m	Ancho	18.60m	Ancho	7.20m																																																																																																																																																																																																																									
	Estado	Bueno	Estado	Regular	Estado	Bueno	Estado	Bueno																																																																																																																																																																																																																									
	Berma Central		Berma Central		Berma Central		Berma Central																																																																																																																																																																																																																										
	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																									
	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																									
	Veredas		Veredas		Veredas		Veredas																																																																																																																																																																																																																										
Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura	Ancho	Altura																																																																																																																																																																																																																										
2.50m	0.25m	3.85m	0.20m	2.20m	0.20m	2.50m	0.20m																																																																																																																																																																																																																										
2.50m	0.25m	2.20m	0.20m	2.50m	0.25m	1.50m	0.20m																																																																																																																																																																																																																										
Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical		Señalización Vertical																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Bueno																																																																																																																																																																																																																										
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal		Señalización Horizontal																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Bueno	Estado	Malo	Estado	Malo	Estado	Bueno																																																																																																																																																																																																																										
-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																										
Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad		Reductor de Velocidad																																																																																																																																																																																																																											
Estado	Regular	Estado	-	Estado	-	Estado	-																																																																																																																																																																																																																										
Señalizado	Regular	Señalizado	-	Señalizado	-	Señalizado	-																																																																																																																																																																																																																										
Estacionam.	0 / 0	Estacionam.	5 / 10	Estacionam.	9 / 10	Estacionam.	4 / 10																																																																																																																																																																																																																										
Paradero	1	Paradero	1	Paradero	2	Paradero	1																																																																																																																																																																																																																										

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 15 Recolección de Datos en Campo de la Intersección Av. Circunvalación – Prol. Av. De la Cultura.

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		MEDICIONES Y TOMA DE DATOS EN CAMPO	
INTERSECCIÓN: <u>PROL. AV. DE LA CULTURA - AV. CIRCUNVALACION NORTE (SAN JERONIMO)</u>			
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>	DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____	
HORA: <u>08:00 hrs.</u>			
FECHA: <u>17/04/2019</u>			
Numero de Conflictos Encontrados	191		
Av. Circunvalación Norte	Pro. Av. De la Cultura (E)	Pro. Av. De la Cultura (O)	
Semáforos	Semáforos	Semáforos	Semáforos
T Ciclo	-	T Ciclo	-
T Verde	-	T Verde	-
T Rojo	-	T Rojo	-
T Ambar	-	T Ambar	-
Calzada	Calzada	Calzada	Calzada
N° Carriles	4	N° Carriles	5
Ancho	18.60m	Ancho	35.00m
Estado	Bueno	Estado	Bueno
Berma Central	Berma Central	Berma Central	Berma Central
Ancho	Altura	Ancho	Altura
2.80m	0.25m	12.70m	0.25m
Veredas	Veredas	Veredas	Veredas
Ancho	Altura	Ancho	Altura
1.20m	0.20m	2.50m	0.20m
1.20m	0.20m	1.20m	0.20m
Señalización Vertical	Señalización Vertical	Señalización Vertical	Señalización Vertical
Estado	Malo	Estado	Bueno
-	-	-	-
Señalización Horizontal	Señalización Horizontal	Señalización Horizontal	Señalización Horizontal
Estado	Malo	Estado	Regular
-	-	-	-
Reductor de Velocidad	Reductor de Velocidad	Reductor de Velocidad	Reductor de Velocidad
Estado	-	Estado	-
Señalizado	-	Señalizado	-
Estacionam.	5 / 10	Estacionam.	3 / 10
Paradero	1	Paradero	1
		Paradero	2

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 16 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena.

MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN	
INTERSECCIÓN: <u>AV. GRAU - AV. ANTONIO LORENA (SANTIAGO)</u>			
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>	DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____	

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	02/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
02	02/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
03	04/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
04	04/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
05	06/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
06	06/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
07	08/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
08	08/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 17 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Prol. Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		
	REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN		
INTERSECCIÓN:		PROL. AV. GRAU - AV. AGUSTIN GAMARRA (SANTIAGO)	
RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan		DNI: 70310648	FIRMA: _____

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	01/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
02	01/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
03	03/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
04	03/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
05	05/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
06	05/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
07	07/04/2019	07:00	12:00	1,2,3	5	
08	07/04/2019	14:00	19:00	1,2,3	5	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 18 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Collasuyo – Av. Argentina

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		
	REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN		
INTERSECCIÓN:		AV. COLLASUYO - AV. ARGENTINA (CUSCO)	
RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan		DNI: 70310648	FIRMA: _____

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	18/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
02	18/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
03	20/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
04	20/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
05	22/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
06	22/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
07	24/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
08	24/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 19 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Tomas Tuyro Tupa – Av.
Cusco

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		
	<u>REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN</u>		
INTERSECCIÓN:		AV. CUSCO - AV. TOMAS TUYRO TUPA (SAN SEBASTIAN)	

RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan

DNI: 70310648

FIRMA: _____

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	09/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
02	09/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
03	11/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
04	11/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
05	13/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
06	13/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
07	15/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
08	15/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 20 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Alemania Federal – Av.
Cusco

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		
	<u>REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN</u>		
INTERSECCIÓN:		AV. CUSCO - AV. ALEMANIA FEDERAL (SAN SEBASTIAN)	

RESPONSABLE: Gohid Castro Jordan

DNI: 70310648

FIRMA: _____

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	10/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
02	10/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
03	12/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
04	12/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
05	14/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
06	14/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
07	16/04/2019	08:00	12:00	1,2,3	4	
08	16/04/2019	14:00	20:00	1,2,3	6	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 21 Registro de Tiempo de Grabación de la Intersección Av. Circunvalación – Prol.
Av. De la Cultura.

	MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES DE ALTO RIESGO EN ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		
	REGISTRO DE TIEMPO DE GRABACIÓN		
INTERSECCIÓN: <u>PROL. AV. DE LA CULTURA - AV. CIRCUNVALACION NORTE (SAN JERONIMO)</u>			
RESPONSABLE: <u>Gohid Castro Jordan</u>		DNI: <u>70310648</u>	FIRMA: _____

N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	CÁMARA	TIEMPO DE GRABACIÓN	OBSERVACIONES
01	17/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
02	17/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
03	19/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
04	19/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
05	21/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
06	21/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
07	23/04/2019	08:00	13:00	1,2,3	5	
08	23/04/2019	15:00	20:00	1,2,3	5	
TIEMPO DE GRABACIÓN TOTAL :					40	OK

Fuente: elaboración propia

3.5.1. Identificación de los Conflictos de Tráfico y cálculo de las mediciones alternativas de seguridad

En esta prueba se busca conocer el comportamiento del escenario vial mediante grabaciones de video, el cual influirá para que el observador determine si un conflicto llega a ser considerado como tal al momento de analizar las imágenes captadas de cada intersección.

a) Equipos utilizados en la prueba.

La guía a utilizar para la prueba fue: Formato de análisis de grabación de video.

Los equipos utilizados fueron: ordenador informático y programas computacionales.

Cabe recalcar que, en esta prueba, la recolección de datos es por observación de las grabaciones de videos, donde se considera al observador una persona con conocimiento en los aspectos a analizar.

Fue necesario el uso del equipo computacional con el software VCL MediaPlayer en su versión 2019 – Actualización al milisegundo, para la toma de datos y el correcto llenado del formato.

El cálculo de las mediciones alternativas de seguridad fue realizado mediante el análisis de sucesos determinantes para cada punto de conflicto identificado en el punto 3.5.2.



b) Procedimiento.

Primer paso: La descarga de información se dio de manera progresiva durante los diferentes días de grabación hasta acumular las 40 horas efectivas.

Segundo paso: Se realizó el llenado de la guía del formato de análisis de Grabaciones de video, el objetivo es registrar todos los datos necesarios de cada intersección. Este formato se llenó con la ayuda del software Microsoft Excel en un ordenador informático.

c) Toma de datos.

Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena.

Los datos fueron tomados los días 02, 04, 06 y 08 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 297 conflictos en la intersección.

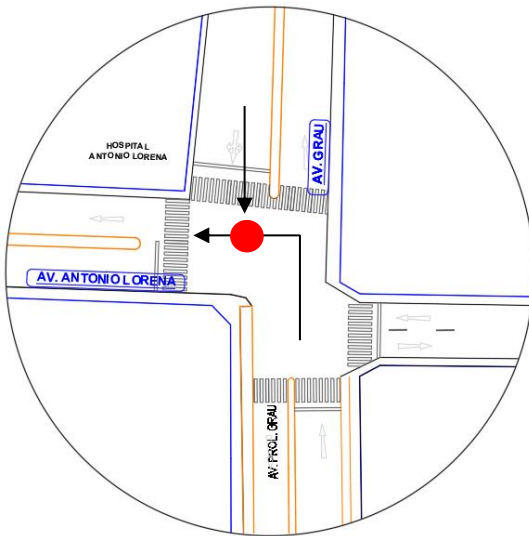


Fig. No 41: Esquema de conflicto 01 – I 1

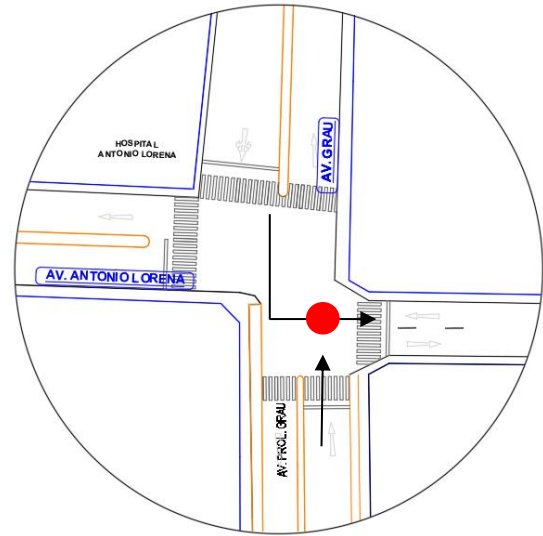


Fig. No 42: Esquema de conflicto 02 – I 1

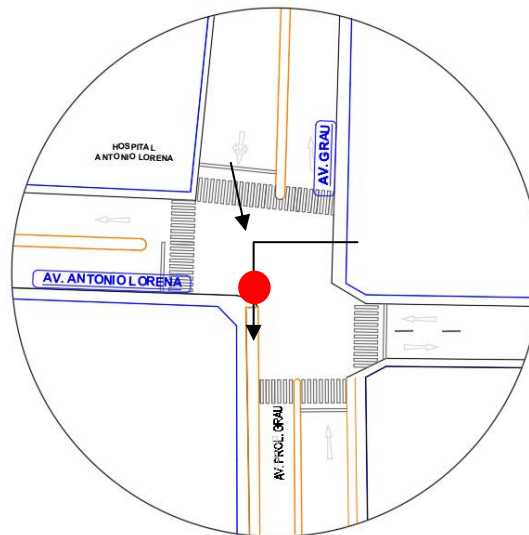


Fig. No 43: Esquema de conflicto 03 – I 1

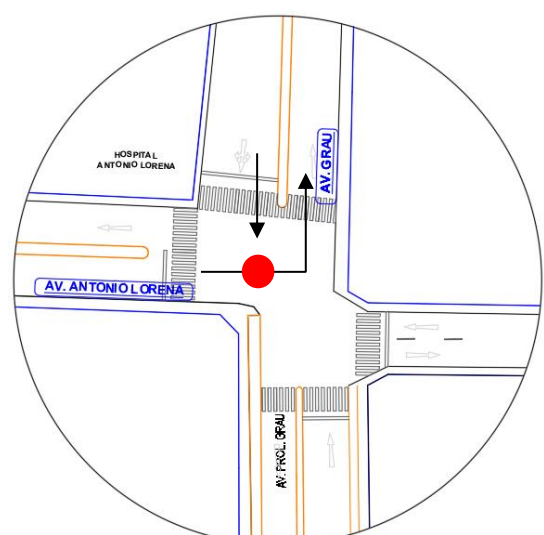


Fig. No 44: Esquema de conflicto 04 – I 1



Intersección ProL. Av. Grau – Av. Agustín Gamarra.

Los datos fueron tomados los días 01, 03, 05 y 07 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 281 conflictos en la intersección.

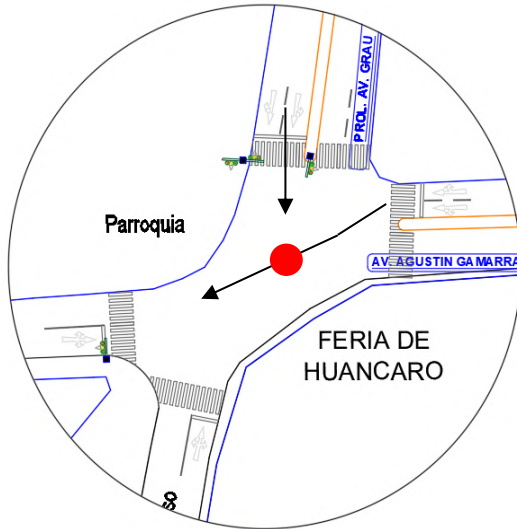


Fig. No 45: Esquema de conflicto 01 – I 2

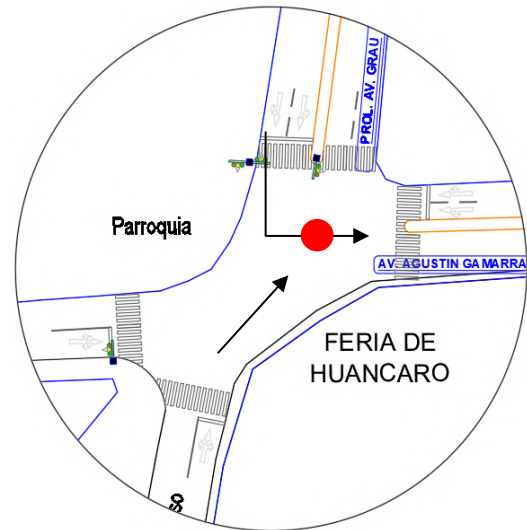


Fig. No 46: Esquema de conflicto 02 – I 2

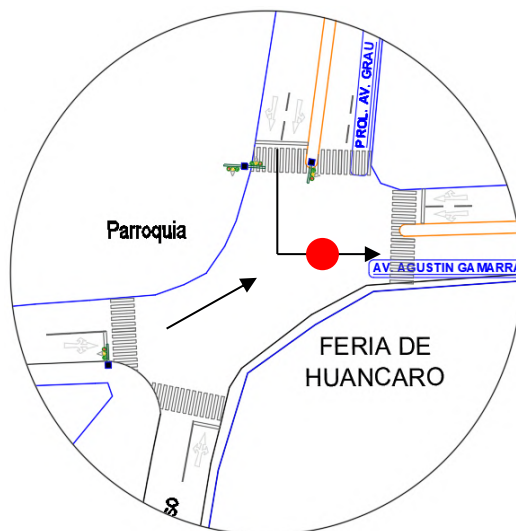


Fig. No 47: Esquema de conflicto 03 – I 2



Fig. No 48: Esquema de conflicto 04 – I 2



Intersección Av. Collasuyo – Av. Argentina

Los datos fueron tomados los días 18, 20, 22 y 24 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 177 conflictos en la intersección.

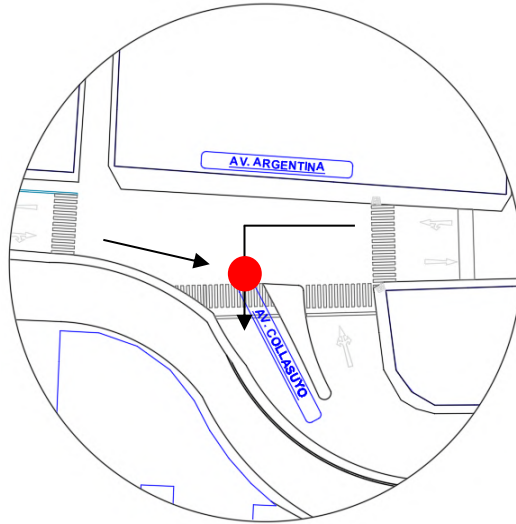


Fig. No 50: Esquema de conflicto 01 – I 3

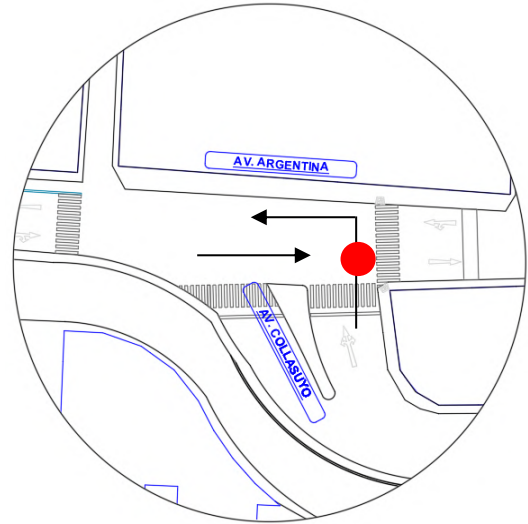


Fig. No 49: Esquema de conflicto 02 – I 3

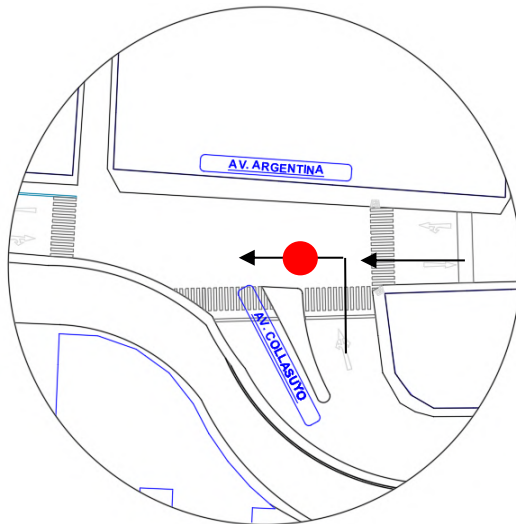


Fig. No 51: Esquema de conflicto 03 – I 3

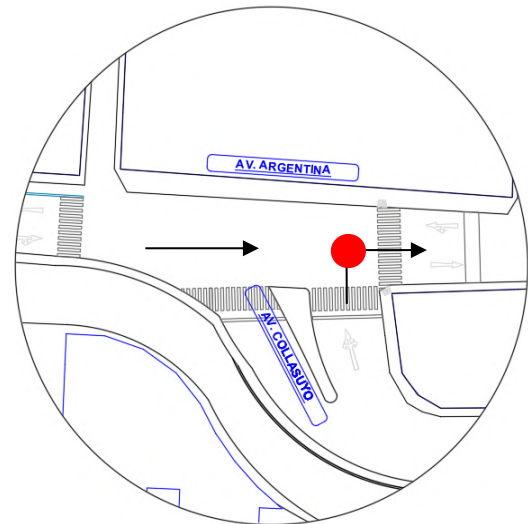


Fig. No 52: Esquema de conflicto 04 – I 3



Intersección Av. Tomas Tuyro Tupa – Av. Cusco

Los datos fueron tomados los días 09, 11, 13 y 15 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 213 conflictos en la intersección.

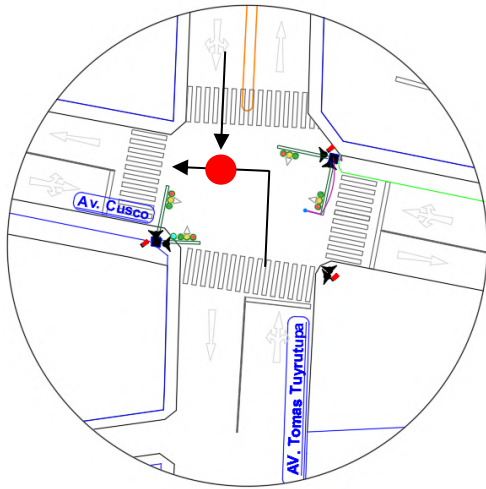


Fig. No 53: Esquema de conflicto 01 – I 4

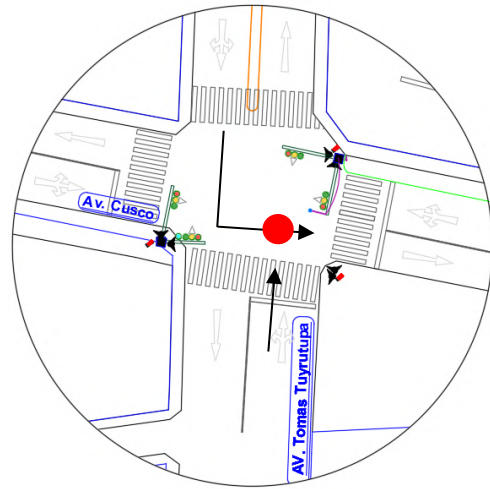


Fig. No 54: Esquema de conflicto 02 – I 4

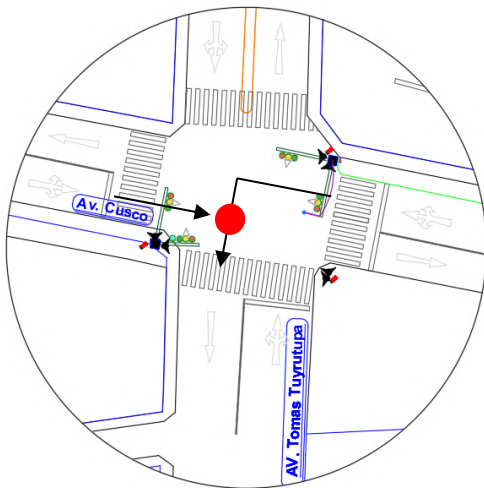


Fig. No 55: Esquema de conflicto 03 – I 4

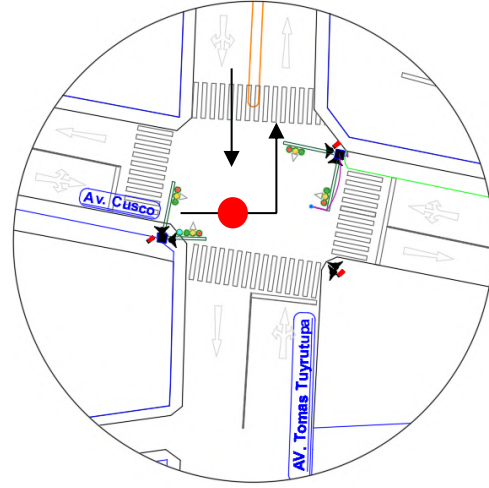


Fig. No 56: Esquema de conflicto 04 – I 4



Intersección Av. Alemania Federal – Av. Cusco

Los datos fueron tomados los días 10, 12, 14 y 16 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 255 conflictos en la intersección.

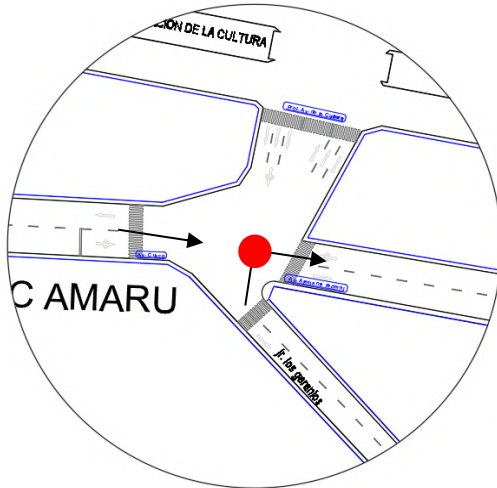


Fig. No 57: Esquema de conflicto 01 – I 5

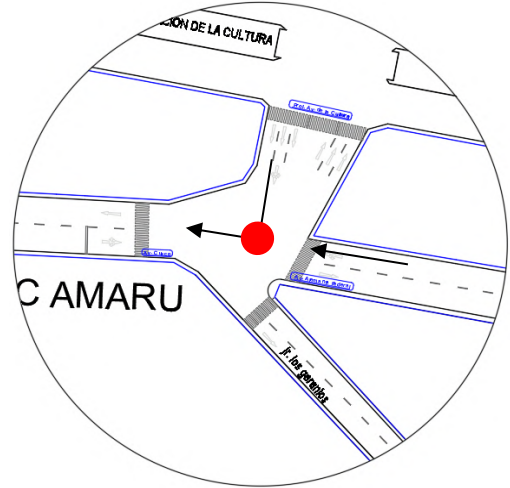


Fig. No 58: Esquema de conflicto 02 – I 5

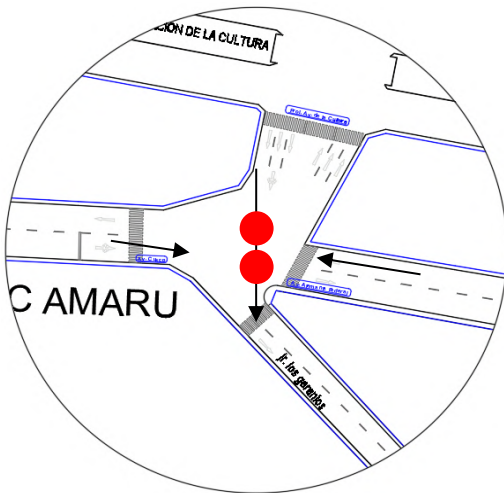


Fig. No 60: Esquema de conflicto 03 – I 5

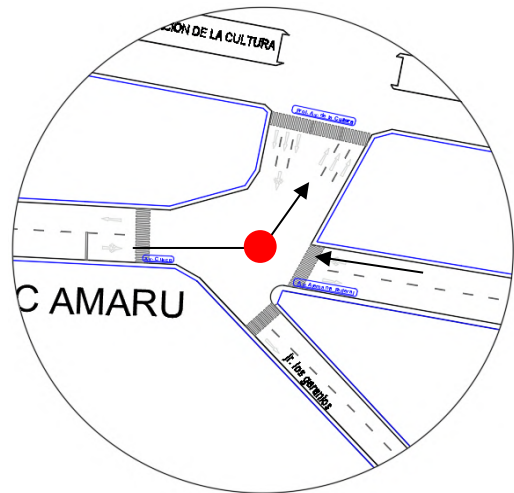


Fig. No 59: Esquema de conflicto 04 – I 5

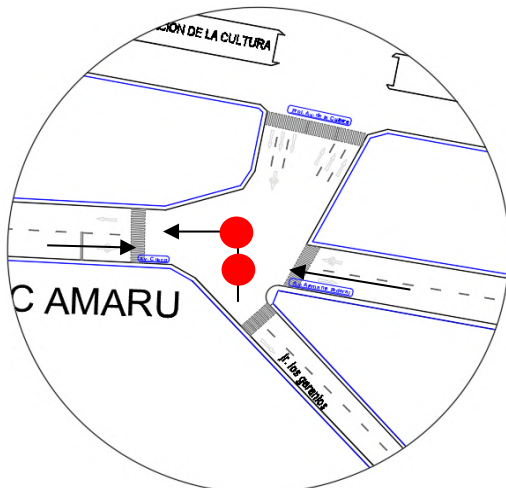


Fig. No 61: Esquema de conflicto 05 – I 5

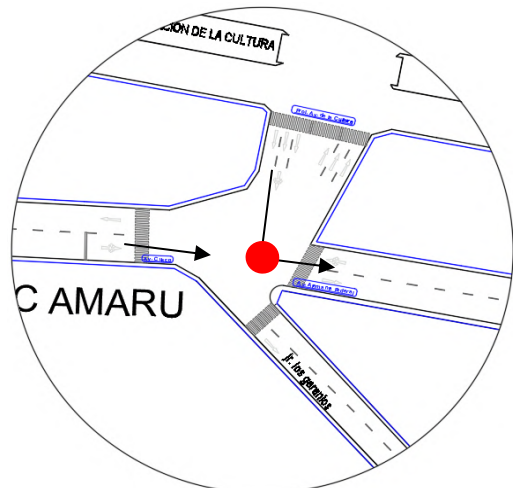


Fig. No 62: Esquema de conflicto 06 – I 5



Intersección Av. Circunvalación – Prol. Av. De la Cultura.

Los datos fueron tomados los días 17, 19, 21, 23 del mes de abril del año 2019 con un total de 40 horas, pudiendo obtener un total de 191 conflictos en la intersección.

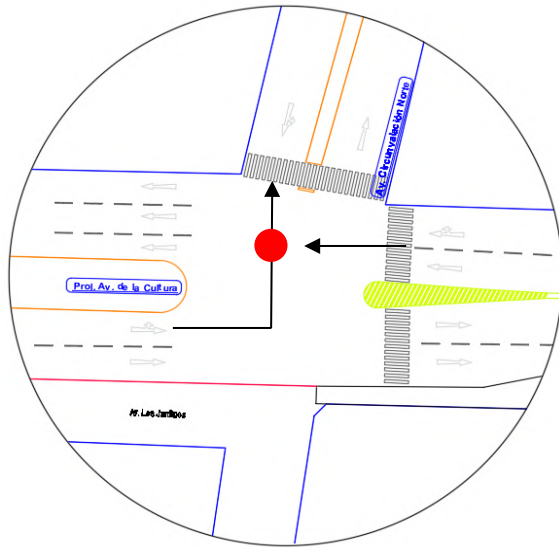


Fig. No 64: Esquema de conflicto 01 – I 6

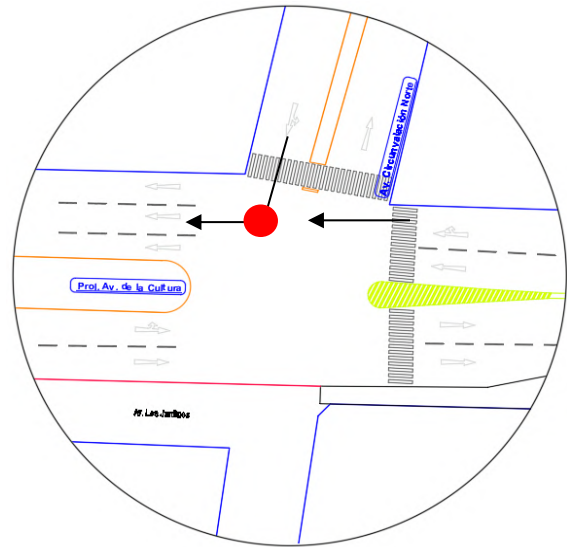


Fig. No 63: Esquema de conflicto 02 – I 6

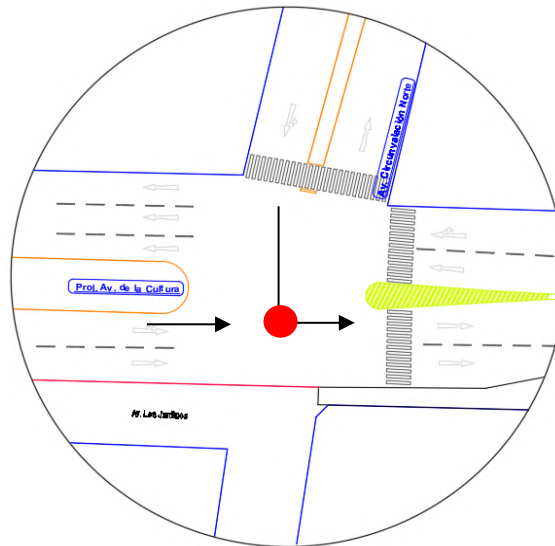







Fig. No 65: Esquema de conflicto 03 – I 6

Tabla No: 22 Análisis de Grabaciones por cada conflicto encontrado en una Intersección

Descripción	Imagen	Tiempo (mm:ss:ms)
Tiempo t1, el vehiculo V1 percibe que tiempo el tiempo y espacio suficiente y entra al área de invasión.		15:10:364
Tiempo t2, el vehiculo V2 percibe la probable colision y comienza a frenar para evitar dicha colisión.		15:11:520
Tiempo t3, el parachoque del vehiculo V1 deja el punto de conflicto.		15:13:608
Tiempo t4, el vehiculo V2 llegaría al punto de conflicto si continuara a la misma velocidad de trayectoria inicial antes de la accion del pedal de freno.		15:14:620
Tiempo t5, el vehiculo V2 llega realmente al punto de conflicto.		15:14:867

Fuente: elaboración propia

Según la Tabla No 21, el conflicto pertenece a la Intersección Av. Grau – Av. Antonio Lorena, donde se determinan sucesos determinantes para el cálculo de las mediciones alternativas presentadas en la metodología de la presente tesis.



Descripción del conflicto: Automóvil plomo (V1) que circula por la ruta principal en sentido de la Prolg. Av. Grau a Av. Grau, gira hacia la ruta secundaria, provocando que el automóvil blanco (V2) que viaja por la ruta principal en sentido Av. Grau a Pról. Av. Grau, deba frenar para evitar una colisión.

Luego de determinar la serie de sucesos determinantes de cada conflicto y haber registrado sus correspondientes distancias de frenado y velocidades de aproximación, solo queda calcular las mediciones alternativas de seguridad. Este cálculo se realiza según lo descrito en la sección. 2.2.8. *Procedimiento para registro de datos en campo.*

El Tiempo hasta la colisión (TC) se define, como la diferencia existente entre los tiempos t_4 y t_3 . Por lo tanto, TC se expresa como:

$$TC = t_4 - t_3 = 1.012 \text{ seg.}$$

El tiempo de post invasión (TPI) se define como la diferencia entre los tiempos t_5 y t_3 . Por lo tanto, TPI se expresa como:

$$TPI = t_5 - t_3 = 1.259 \text{ seg.}$$

El tiempo de evasión (TE) es calculado como la razón entre la distancia de frenado y la velocidad de aproximación del vehículo V2.

$$TE = \frac{DF}{VA} = 1.28 \text{ seg.}$$

Las mediciones alternativas de seguridad de cada conflicto identificado se encuentran en el anexo de la tesis.



3.6. Procedimiento de análisis de datos

3.6.1. Tabulación del método alternativo calculado.

Las mediciones alternativas de seguridad son tabuladas en una matriz de datos de dimensiones ($n * p$) para cada intersección donde n es el número de observaciones y p el número de variables originales.

Esto se realiza siguiendo la definición planteada en el *Cap.II, Item 2.2.6.2 Procedimiento para el registro de datos en campo.*

La matriz completa de cada intersección se encuentra en el Anexo 1.

Tabla No: 23 matriz de datos – intersección 1

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15.0	55.30	0.98	0.83	0.91
2	15.0	50.50	1.07	0.93	0.97
3	15.0	48.20	1.12	0.97	1.06
4	15.0	46.90	1.15	0.92	1.07
5	15.0	44.10	1.22	0.97	1.17
6	15.0	43.20	1.25	1.06	1.17
7	15.0	42.50	1.27	1.12	1.19
8	15.0	42.10	1.28	1.16	1.22
9	15.0	41.50	1.30	1.15	1.21
10	20.0	55.60	1.29	1.14	1.24
11	20.0	54.80	1.31	1.17	1.27
12	20.0	54.20	1.33	1.19	1.29
13	20.0	53.90	1.34	1.21	1.31
14	20.0	53.70	1.34	1.21	1.33
15	20.0	53.20	1.35	1.21	1.35
∴	∴	∴	∴	∴	∴

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 24 matriz de datos – intersección 2

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15.0	60.15	0.97	0.83	0.89
2	15.0	58.12	1.10	0.93	0.94
3	15.0	59.31	1.13	0.97	0.99
4	15.0	56.12	1.15	0.92	1.06
5	15.0	51.00	1.22	0.97	1.10
6	15.0	46.40	1.25	1.06	1.15
7	15.0	43.50	1.27	1.12	1.18
8	15.0	41.80	1.28	1.16	1.21
9	15.0	41.50	1.30	1.15	1.23
10	20.0	42.30	1.29	1.14	1.26
11	15.0	40.30	1.31	1.17	1.28
12	20.0	61.20	1.33	1.19	1.30
13	20.0	55.70	1.34	1.21	1.33
14	20.0	58.10	1.34	1.21	1.33
15	20.0	53.20	1.35	1.21	1.35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 25 matriz de datos – intersección 3

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15.0	38.50	0.95	0.70	0.82
2	15.0	35.20	1.00	0.80	0.87
3	15.0	42.10	1.04	0.90	0.91
4	15.0	40.20	1.09	1.09	1.11
5	15.0	39.10	1.15	1.12	1.15
6	15.0	41.30	1.22	1.14	1.23
7	15.0	43.70	1.28	1.14	1.23
8	15.0	41.20	1.36	1.16	1.25
9	15.0	29.80	1.37	1.17	1.26
10	15.0	43.60	1.42	1.18	1.28
11	15.0	33.10	1.48	1.19	1.33
12	15.0	47.20	1.49	1.19	1.33
13	15.0	46.80	1.52	1.20	1.34
14	20.0	45.30	1.53	1.22	1.38
15	20.0	39.10	1.54	1.23	1.39
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 26 matriz de datos – intersección 4

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15	40.8	0.95	0.86	0.75
2	15	51.2	1.08	1.05	0.78
3	15	45.8	1.10	1.02	0.82
4	15	44.2	1.25	1.09	0.83
5	15	43.1	1.31	1.12	0.85
6	15	42.8	1.35	1.15	0.89
7	15	42.6	1.42	1.19	0.90
8	15	41.3	1.43	1.21	1.30
9	15	40.2	1.48	1.22	1.33
10	15	52.9	1.51	1.24	1.35
11	15	53.2	1.53	1.26	1.35
12	15	51.4	1.55	1.28	1.36
13	20	42.1	1.57	1.31	1.38
14	20	45.2	1.59	1.33	1.40
15	20	44.9	1.62	1.34	1.42
∴	∴	∴	∴	∴	∴

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 27 matriz de datos – intersección 5

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	10	35.2	0.92	0.79	0.86
2	15	40.9	0.97	0.82	0.89
3	10	42.2	1.04	0.88	0.98
4	15	45.2	1.13	0.91	1.03
5	15	50.4	1.16	0.92	1.08
6	15	41.2	1.22	0.95	1.13
7	15	45.3	1.27	0.97	1.15
8	15	45.2	1.30	0.99	1.17
9	15	41.9	1.33	0.99	1.17
10	15	53.1	1.37	1.01	1.19
11	15	55.8	1.35	1.03	1.22
12	15	52.7	1.43	1.04	1.25
13	20	45.6	1.49	1.05	1.26
14	20	46.3	1.47	1.05	1.27
15	20	43.1	1.51	1.07	1.28
∴	∴	∴	∴	∴	∴

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 28 matriz de datos – intersección 6

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15	29.2	1.07	0.82	0.92
2	15	33.1	1.11	0.84	0.99
3	10	38.1	1.16	0.88	1.01
4	15	42.6	1.23	0.90	1.04
5	15	38.6	1.25	0.91	1.06
6	15	42.6	1.29	0.92	1.08
7	15	48.2	1.35	0.94	1.12
8	15	43.2	1.31	0.96	1.13
9	15	38.5	1.38	0.96	1.13
10	15	42.6	1.41	1.01	1.18
11	15	35.2	1.46	1.01	1.18
12	20	39.7	1.48	1.01	1.18
13	20	41.2	1.55	1.05	1.22
14	20	46.3	1.49	1.05	1.22
15	20	41.8	1.53	1.07	1.23
∴	∴	∴	∴	∴	∴

Fuente: elaboración propia

3.6.2. Determinación de la matriz de correlación.

La matriz de correlación es obtenida de la matriz de datos de cada intersección. Esta matriz fue calculada de acuerdo a la definición planteada en el *Cap.II Ítem 2.2.4.2.4 Matriz de Correlación*. A través de software de programación digital (MATLAB R2015a)

Tabla No: 29 matriz de correlación – intersección 1

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.63	0.86	0.93	0.96
VA	0.63	1	0.18	0.57	0.59
TE	0.86	0.18	1	0.83	0.82
TC	0.93	0.57	0.83	1	0.87
TPI	0.96	0.59	0.82	0.87	1

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 30 matriz de correlación – intersección 2

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.51	0.96	0.99	0.97
VA	0.51	1	0.50	0.51	0.47
TE	0.96	0.50	1	0.97	0.90
TC	0.99	0.51	0.97	1	0.97
TPI	0.97	0.47	0.90	0.97	1

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 31 matriz de correlación – intersección 3

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.51	0.91	0.98	0.98
VA	0.51	1	0.47	0.50	0.56
TE	0.91	0.47	1	0.95	0.90
TC	0.98	0.50	0.95	1	0.96
TPI	0.98	0.56	0.90	0.96	1

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 32 matriz de correlación – intersección 4

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.61	0.96	0.98	0.97
VA	0.61	1	0.66	0.59	0.64
TE	0.96	0.66	1	0.97	0.99
TC	0.98	0.59	0.97	1	0.98
TPI	0.97	0.64	0.99	0.98	1

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 33 matriz de correlación – intersección 5

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.59	0.94	0.98	0.99
VA	0.59	1	0.55	0.58	0.58
TE	0.94	0.55	1	0.95	0.94
TC	0.98	0.58	0.95	1	1.00
TPI	0.99	0.58	0.94	1.00	1

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 34 matriz de correlación – intersección 6

	DF	VA	TE	TC	TPI
DF	1	0.77	0.96	0.97	0.93
VA	0.77	1	0.79	0.79	0.77
TE	0.96	0.79	1	0.98	0.95
TC	0.97	0.79	0.98	1	0.97
TPI	0.93	0.77	0.95	0.97	1

Fuente: elaboración propia

3.6.3. Análisis de componentes principales.

El cálculo de los componentes principales de la matriz de correlación correspondiente se realizó mediante el software de programación digital (MATLAB R2015a)

Tabla No: 35 componentes principales – intersección 1

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.499	0.005	-0.143	-0.298	-0.801
VA	0.319	-0.840	0.033	-0.314	0.305
TE	0.432	0.540	0.011	-0.546	0.474
TC	0.479	0.047	0.758	0.440	-0.001
TPI	0.483	0.021	-0.635	0.567	0.204

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 36 componentes principales – Intersección 2

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.483	0.137	0.108	0.815	-0.268
VA	0.297	-0.954	0.037	-0.021	-0.003
TE	0.472	0.126	-0.747	-0.309	-0.329
TC	0.484	0.147	-0.039	-0.022	0.862
TPI	0.471	0.184	0.654	-0.489	-0.279

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 37 componentes principales – intersección 3

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.479	0.158	0.381	-0.331	0.700
VA	0.307	-0.947	-0.072	-0.060	0.014
TE	0.463	0.199	-0.810	0.234	0.189
TC	0.481	0.183	0.006	-0.569	-0.642
TPI	0.480	0.074	0.440	0.714	-0.248

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 38 componentes principales – intersección 4

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.466	0.200	-0.687	0.505	-0.126
VA	0.347	-0.933	-0.080	-0.054	0.026
TE	0.470	0.104	0.630	0.477	0.379
TC	0.467	0.242	-0.190	-0.660	0.501
TPI	0.472	0.145	0.297	-0.280	-0.768

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 39 componentes principales – intersección 5

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.475	0.141	0.278	0.817	-0.099
VA	0.330	-0.943	-0.025	-0.021	-0.002
TE	0.462	0.185	-0.863	0.004	0.082
TC	0.476	0.172	0.224	-0.466	-0.691
TPI	0.475	0.163	0.355	-0.339	0.712

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 40 componentes principales – intersección 6

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.455	0.229	0.649	0.497	-0.268
VA	0.401	-0.916	0.012	0.030	-0.018
TE	0.460	0.182	0.109	-0.808	-0.300
TC	0.463	0.185	-0.018	-0.019	0.866
TPI	0.454	0.205	-0.752	0.313	-0.296

Fuente: elaboración propia

3.6.4. Índice de Riesgo de las intersecciones

Se ha seleccionado la componente 2, del análisis de componentes principales. Esto se debe a que la componente dos presenta mayor consistencia en relación a las demás componentes en lo que se refiere a representar el riesgo de una intersección. La componente 2 tiene signos positivos para DF, TE, TC y TPI, lo cual indica que a mayor valor de estar ultimas variables, menor será el riesgo en la intersección. Por otro lado, la componente 2 tiene signo negativo para la variable VA, lo cual indica que, a mayor valor de esta variable, el riesgo será mayor. De esta manera se logra que el criterio ingenieril sea apropiadamente representado por la formula lineal presentada en el marco teórico



Índice de Intersección 1

$$\text{Índice} = +0.005*DF - 0.840*VA + 0.540*TE + 0.047*TC + 0.021*TPI$$

Índice de Intersección 2

$$\text{Índice} = +0.137*DF - 0.954*VA + 0.126*TE + 0.147*TC + 0.184*TPI$$

Índice de Intersección 3

$$\text{Índice} = +0.158*DF - 0.947*VA + 0.199*TE + 0.183*TC + 0.074*TPI$$

Índice de Intersección 4

$$\text{Índice} = +0.200*DF - 0.933*VA + 0.104*TE + 0.242*TC + 0.145*TPI$$

Índice de Intersección 5

$$\text{Índice} = +0.141*DF - 0.943*VA + 0.185*TE + 0.172*TC + 0.163*TPI$$

Índice de Intersección 6

$$\text{Índice} = +0.229*DF - 0.916*VA + 0.182*TE + 0.185*TC + 0.205*TPI$$

Tabla No: 41 contribuciones de las variables originales en los índices de riesgo propuestos (%)

	Intersección 1	Intersección 2	Intersección 3	Intersección 4	Intersección 5	Intersección 6
DF	22.575	21.872	21.686	20.965	21.401	20.370
VA	14.408	13.463	13.907	15.606	14.878	17.939
TE	19.519	21.380	20.946	21.168	20.849	20.585
TC	21.641	21.924	21.761	21.019	21.449	20.754
TPI	21.858	21.361	21.701	21.243	21.423	20.353

Fuente: elaboración propia



3.6.5. Aplicación del índice de riesgo en una intersección modelo – Intersección 01

Av. Grau con Av. Antonio Lorena

En el presente ítem se analizará la intersección 01 Av. Grau con Av. Antonio Lorena mediante los índices de riesgo propuesto en la *Tabla N° 34. componentes principales – intersección 1*

Tabla No: 42 formato de análisis de grabaciones de video – intersección 01

N°	t3	t4	t5	TC	TPI	DF	VA	TE
				TC = t4-t3	TPI = t5-t3		(km/h)	TE = DF/VA
01	11.9	12.73	12.81	0.83	0.91	15	55.3	0.98
02	18.45	19.38	19.42	0.93	0.97	15	50.5	1.07
03	45.21	46.18	46.27	0.97	1.06	15	48.2	1.12
04	51.62	52.54	52.69	0.92	1.07	15	46.9	1.15
05	10.62	11.59	11.79	0.97	1.17	15	44.1	1.22
06	35.45	36.51	36.62	1.06	1.17	15	43.2	1.25
07	21.9	23.02	23.09	1.12	1.19	15	42.5	1.27
08	18.09	19.25	19.31	1.16	1.22	15	42.1	1.28
09	45.7	46.85	46.91	1.15	1.21	15	41.5	1.30
10	52.15	53.29	53.39	1.14	1.24	20	55.6	1.29
11	10.62	11.79	11.89	1.17	1.27	20	54.8	1.31
12	35.45	36.64	36.74	1.19	1.29	20	54.2	1.33
13	21.9	23.11	23.21	1.21	1.31	20	53.9	1.34
14	36.14	37.35	37.47	1.21	1.33	20	53.7	1.34
15	45.15	46.36	46.5	1.21	1.35	20	53.2	1.35

Fuente: elaboración propia

Tabla No: 43 matriz de datos – intersección 01

MATRIZ DE DATOS INTERSECCION 1					
N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15	55.3	0.98	0.83	0.91
2	15	50.5	1.07	0.93	0.97
3	15	48.2	1.12	0.97	1.06
4	15	46.9	1.15	0.92	1.07
5	15	44.1	1.22	0.97	1.17
6	15	43.2	1.25	1.06	1.17
7	15	42.5	1.27	1.12	1.19
8	15	42.1	1.28	1.16	1.22
9	15	41.5	1.30	1.15	1.21
10	20	55.6	1.29	1.14	1.24
11	20	54.8	1.31	1.17	1.27
12	20	54.2	1.33	1.19	1.29
13	20	53.9	1.34	1.21	1.31
14	20	53.7	1.34	1.21	1.33
15	20	53.2	1.35	1.21	1.35

Fuente: elaboración propia



Tabla No: 44 componentes principales – intersección 1

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
DF	0.499	0.005	-0.143	-0.298	-0.801
VA	0.319	-0.840	0.033	-0.314	0.305
TE	0.432	0.540	0.011	-0.546	0.474
TC	0.479	0.047	0.758	0.440	-0.001
TPI	0.483	0.021	-0.635	0.567	0.204

Índice de Componente 1 – intersección 1

$$\text{Índice} = +0.499*DF + 0.319*VA + 0.432*TE - 0.479*TC - 0.483*TPI$$

Índice de Componente 2 – intersección 1

$$\text{Índice} = +0.005*DF - 0.840*VA + 0.540*TE + 0.047*TC + 0.021*TPI$$

Índice de Componente 3 – intersección 1

$$\text{Índice} = -0.143*DF + 0.033*VA + 0.011*TE + 0.758*TC - 0.635*TPI$$

Índice de Componente 4 – intersección 1

$$\text{Índice} = -0.298*DF - 0.314*VA - 0.546*TE + 0.440*TC + 0.567*TPI$$

Índice de Componente 5 – intersección 1

$$\text{Índice} = -0.801*DF + 0.305*VA + 0.474*TE - 0.001*TC - 0.204*TPI$$

El índice para decidir si una intersección es significativamente riesgosa o no, se define al 95% de confiabilidad. De la aplicación de las fórmulas encontradas en la intersección 01, se encuentra que el índice de riesgo por cada componente es de:

Índice de Componente 1

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
20.15	32.056	43.508	41.363	48.811	55.484	61.966

Índice de Componente 2

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
33.349	42.798	48.668	49.563	56.684	63.908	65.621



Índice de Componente 3

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
0.2581	3.3304	4.3653	4.7904	6.7794	8.8501	10.455

Índice de Componente 4

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
17.019	25.84	33.693	31.895	37.239	41.387	45.591

Índice de Componente 5

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
0.0263	11.72	16.717	17.939	26.515	34.545	43.011

De esta forma se demuestra lo descrito en el Ítem 3.5.2. Índice de Riesgo de las intersecciones, respecto a la elección de la componente principal, teoría presentada en la bibliografía en el Ítem 2.2.4.3.3. Selección del número de componentes.

Luego de comparar el percentil 95 de cada índice de riesgo en los 5 componentes. El componente 02 representa numéricamente un mayor índice de riesgo, por tanto, mayor confiabilidad al conocer el nivel de seguridad en la intersección.

A continuación, se muestra los resultados por cada intersección, habiéndose seleccionado el componente 2 de acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior.

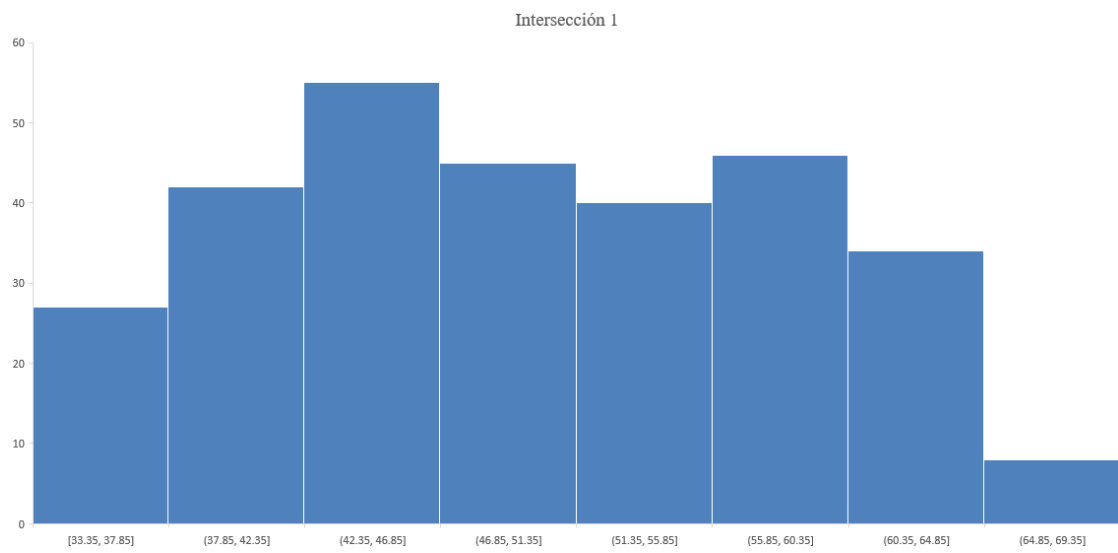
Tabla No: 45: resultado de índice de riesgo por intersección

Intersección	Mínimo	1er Cuartil	Mediana	Media	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
1	33.35	42.80	48.67	49.56	56.68	63.91	65.62
2	35.81	42.42	47.42	50.59	50.66	54.02	63.57
3	35.08	36.70	41.09	44.80	44.50	48.47	55.98
4	24.18	33.95	38.38	41.07	41.40	43.77	53.66
5	30.40	37.74	42.41	46.26	45.77	50.02	63.67
6	26.76	31.36	35.67	38.27	38.37	40.94	51.50

Fuente: elaboración propia

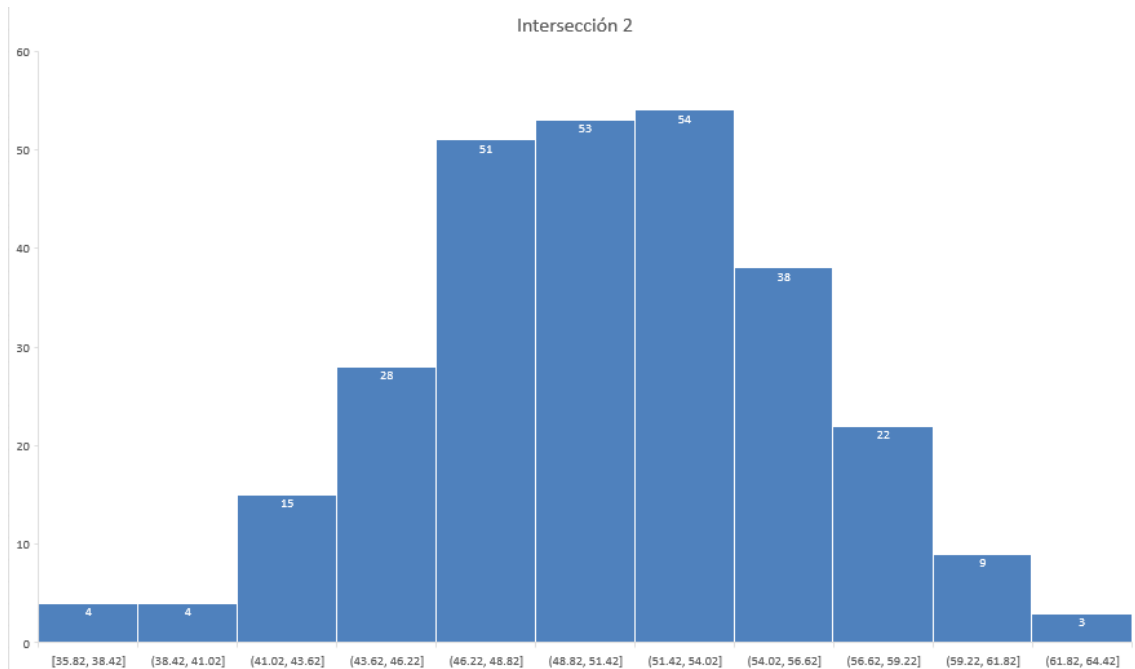


Fig. No 66: resultado intersección 01



Fuente: elaboración propia

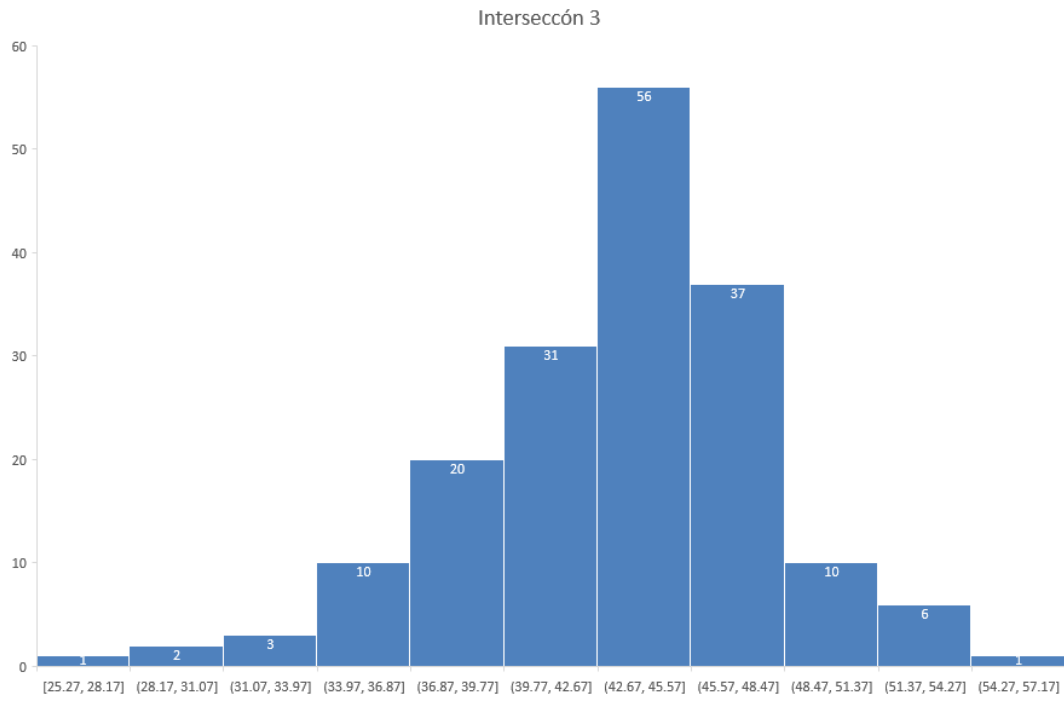
Fig. No 67: resultado intersección 02



Fuente: elaboración propia

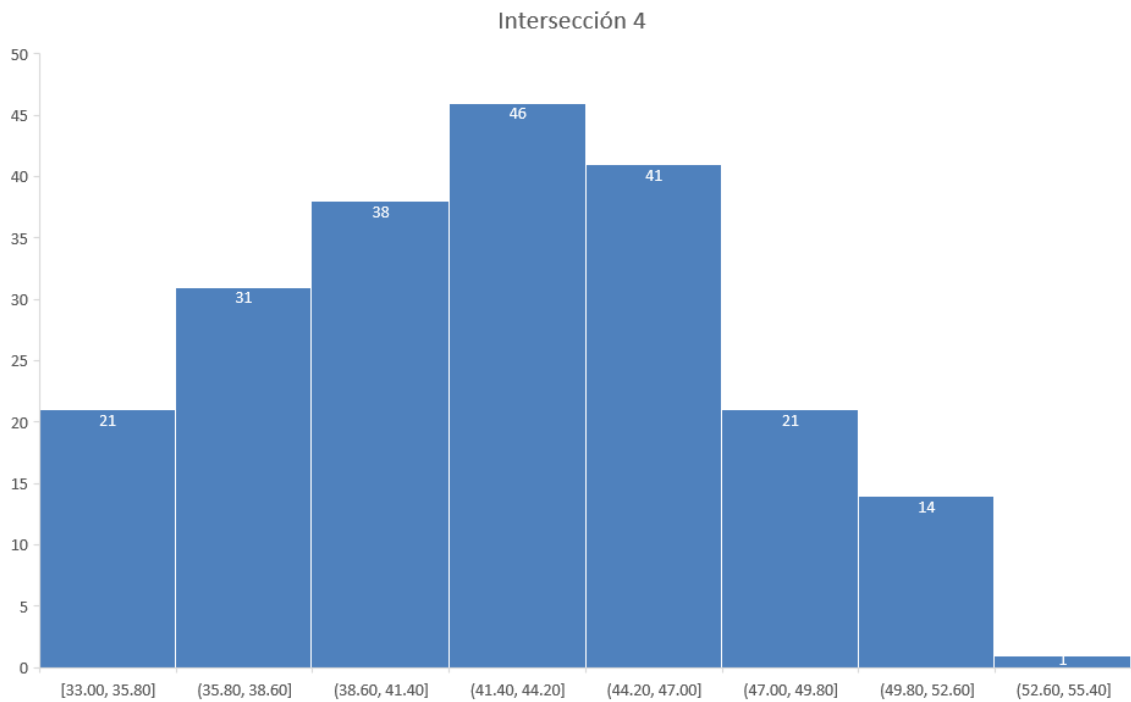


Fig. No 68: resultado intersección 03



Fuente: elaboración propia

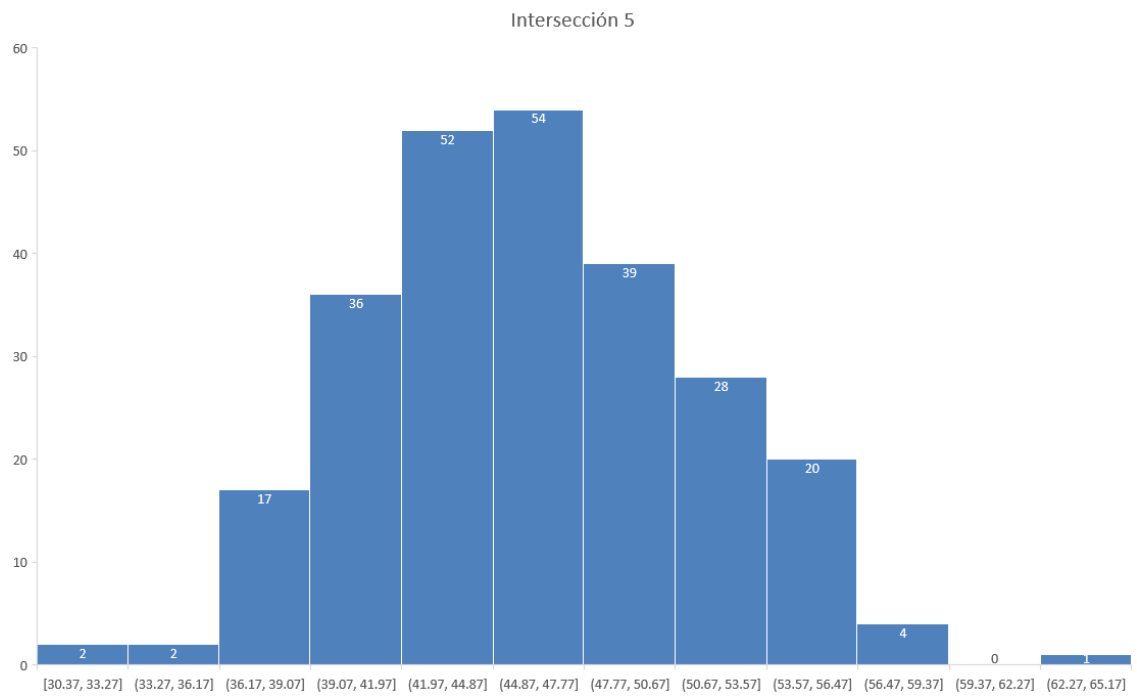
Fig. No 69: resultado intersección 04



Fuente: elaboración propia

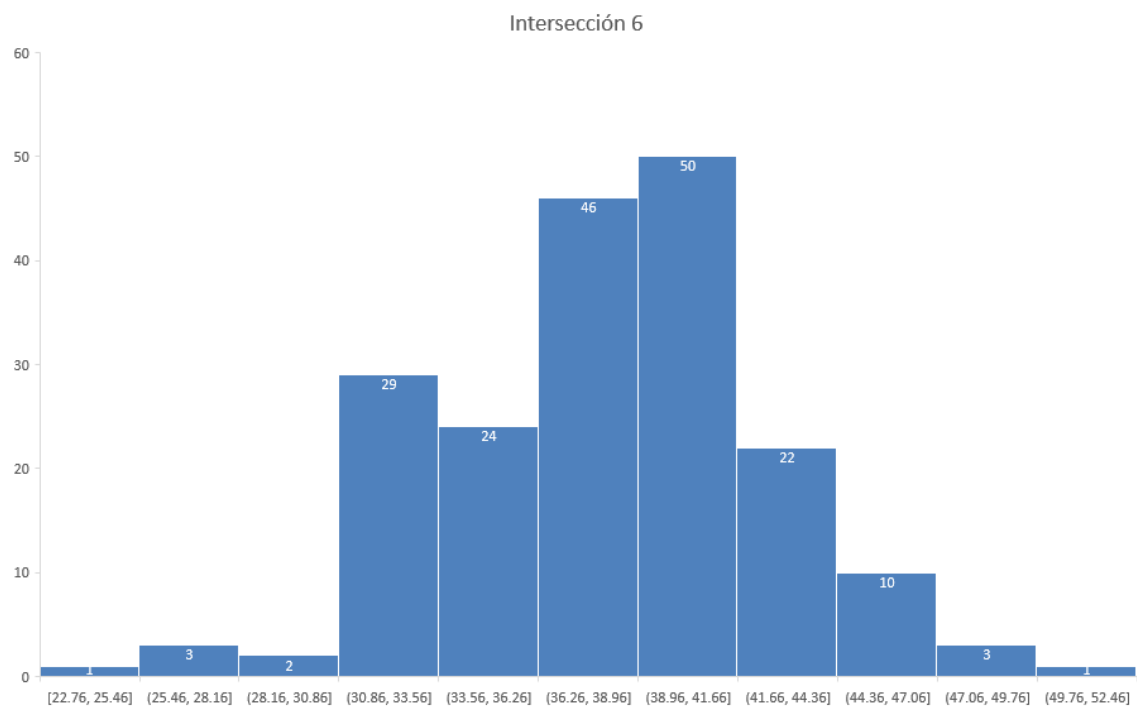


Fig. No 70: resultado intersección 05



Fuente: elaboración propia

Fig. No 71: resultado intersección 06



Fuente: elaboración propia



Los resultados de los índices de riesgo analizados, se han representado utilizando un gráfico de barras. Este gráfico nos muestra la distribución de los índices de riesgo que se obtienen. Los datos se han ajustado a una función normal de densidad de probabilidad con el fin de obtener un valor de exclusión al 95% de confiabilidad. Dado que el valor de exclusión ha sido cuantificado en 63.91 para la intersección 1, 54.02 para la intersección 2, 48.47 para la intersección 3, 43.77 para la intersección 4, 50.02 para la intersección 5 y 40.94 para la intersección 6. Se puede concluir que la intersección 3, 4 y 6 son significativamente menos riesgosas a las demás. Cabe recalcar que el alcance de la formulación propuesta es aplicable para una evaluación inicial de la intersección, que puede ser utilizada para implementar medidas correctivas. De manera que el índice de riesgo de las intersecciones con alto riesgo se homologue al riesgo de las intersecciones menos riesgosas.



Capítulo IV: Resultados.

Se ha demostrado la aplicabilidad de la formulación propuesta en intersecciones urbanas de la ciudad del Cusco. Como resultado se ha obtenido una formulación para evaluar de forma rápida el riesgo de intersecciones dentro de nuestra ciudad que tengan similares características. La formulación tiene como datos de entrada a DF, VA, TE, TC, TPI, datos que fueron recolectados en campo durante un periodo de 40 horas por intersección en varios días de la semana. El procedimiento propuesto permite la evaluación e intervención oportuna de las intersecciones, a diferencia del método tradicional que requiere mucho tiempo de observación. De acuerdo a la normativa vigente se debe recabar información sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito aleatorio de por al menos 2 años, lo que dificulta su implementación para la toma de decisiones a corto plazo.

Se ha encontrado una contribución homogénea de las variables con respecto al índice de riesgo en todas las intersecciones. Además, se ha demostrado la consistencia de la formulación aplicándose a varias intersecciones y obteniendo resultados similares. Por otro lado, la influencia de las variables en el riesgo de la intersección es coherente con la formulación. El índice para decidir si una intersección es significativamente riesgosa o no, se define al 95% de confiabilidad, de esta afirmación, las intersecciones 3, 4 y 6 resultaron menos riesgosas que las intersecciones 1, 2 y 5. En la intersección 4 este resultado se justifica por el hecho de que dicha intersección posee una distribución regular, se encuentra semaforizada, y se encuentra en una zona de alta afluencia peatonal, por lo que la velocidad de los vehículos es limitada. En la intersección 3 los resultados se justifican en el hecho de que posee un pavimento en buen estado, correctamente señalizado, y además cuenta con reductores de velocidad en ambos sentidos de la vía principal. La intersección 6 se encuentra en una zona de alta afluencia, lo que limita la velocidad de los vehículos, por otro lado, solo tiene 3 ramales, por lo que la posibilidad de accidentes es menor.

Tabla No: 46: resumen de índice de riesgo por intersección

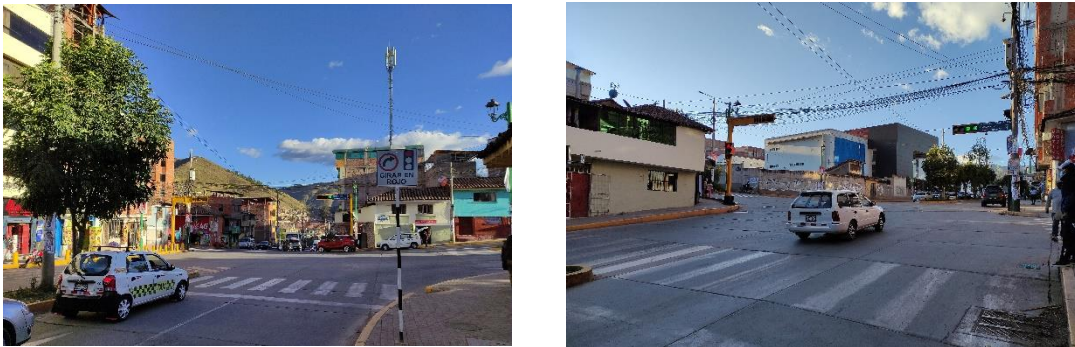
Intersección	Mínimo	1er Cuartil	Mediana	Media	3er Cuartil	Percentil 95	Máximo
1	33.35	42.80	48.67	49.56	56.68	63.91	65.62
2	35.81	42.42	47.42	50.59	50.66	54.02	63.57
3	35.08	36.70	41.09	44.80	44.50	48.47	55.98
4	24.18	33.95	38.38	41.07	41.40	43.77	53.66
5	30.40	37.74	42.41	46.26	45.77	50.02	63.67
6	26.76	31.36	35.67	38.27	38.37	40.94	51.50

Fuente: elaboración propia

Para poder demostrar la aplicabilidad y relevancia de la metodología presentada en la presente tesis, se reevaluó la intersección: N.º 01: Av. Grau – Av. Antonio Lorena. Cabe resaltar que esta intersección es la única que sufrió cambios positivos para mejorar la calidad de transitalidad de los usuarios, cambios como:

- ✓ Implementación del sistema de semaforización con un ciclo de 134 segundos.
- ✓ Mantenimiento de la Av. Grau y Av. Antonio Lorena con concreto flexible y rígido por tramos.
- ✓ Mantenimiento de la señalización horizontal y vertical.

Fig. No 72: visita en campo intersección N° 01



A continuación, se presenta los datos de la reevaluación de la intersección 01 Av. Grau con Av. Antonio Lorena mediante el índice de riesgo obtenido en la *Tabla N° 44*. *Resultado de índice de riesgo por intersección.*

Tabla No: 47 matriz de datos – reevaluación intersección 01

N° Conflicto	DF	VA	TE	TC	TPI
	(m)	(km/h)	(s)	(s)	(s)
1	15	29.2	1.85	0.82	0.92
2	15	33.1	1.63	0.84	0.99
3	10	38.1	0.94	0.88	1.01
4	15	42.6	1.27	0.9	1.04
5	15	38.6	1.40	0.91	1.06
6	15	42.6	1.27	0.92	1.08
7	15	48.2	1.12	0.94	1.12
8	15	43.2	1.25	0.96	1.13
9	15	38.5	1.40	0.96	1.13
10	15	42.6	1.27	1.01	1.18
11	15	35.2	1.53	1.01	1.18
12	20	39.7	1.81	1.01	1.18
13	20	41.2	1.75	1.05	1.22
14	20	46.3	1.56	1.05	1.22
15	20	41.8	1.72	1.07	1.23
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Fuente: elaboración propia



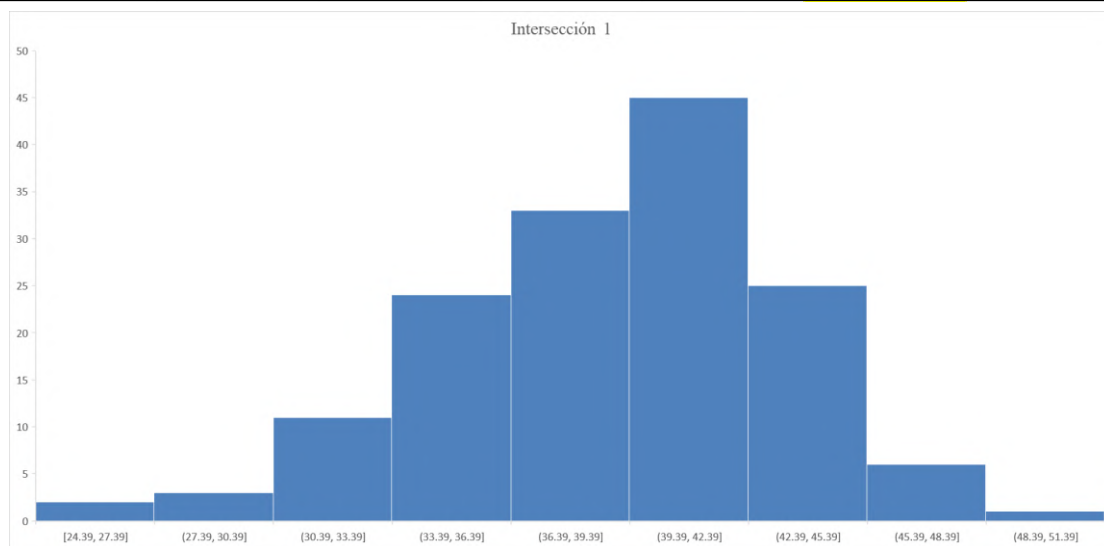
Índice de riesgo de accidentabilidad – intersección 1

El índice para decidir si una intersección es significativamente riesgosa o no, se define al 95% de confiabilidad. De la aplicación de las fórmulas encontradas en la intersección 01, se encuentra que el índice de riesgo del ACP es de:

$$\text{Índice} = +0.005*DF - 0.840*VA + 0.540*TE + 0.047*TC + 0.021*TPI$$

Índice de riesgo de accidentalidad de la Intersección 1 – reevaluación.

Min	1er Cuartil	Mediana	Promedio	3er Cuartil	Porcentil 95	Maximo
24.39	36.00	39.68	38.98	42.13	45.44	48.89



Luego de comparar el percentil 95 del índice de riesgo en el primer análisis vs el índice de riesgo de la reevaluación que incluye medidas correctivas tenemos valores de 63.908 para el primer caso y 45.44 para el segundo, lo que demuestra una disminución de 18.47 puntos.

De esta forma se demuestra el aporte de la investigación, y el cumplimiento de la hipótesis general “Conociendo el índice de riesgo de accidentalidad, se podrá cuantificar la accidentalidad de una intersección”. Al tomar medidas correctivas en una intersección, el valor del índice de riesgo de accidentalidad disminuirá directamente.



Capítulo V: Discusión.

¿El comportamiento de los conductores de vehículos afecta en la incidencia de accidentes de una intersección?

Si afecta, la cultura vial influye en la toma de decisiones que tiene el conductor al momento de realizar alguna maniobra (acelerar o desacelerar) para evitar una probable colisión con otro vehículo.

Además, se debe considerar que muchos de los vehículos analizados usando la técnica de conflictos de tráfico prestan el servicio de taxi, por tanto, es de conocimiento público que en su mayoría, los conductores presentan escaso nivel cultural para comprender la gravedad y las consecuencias de un accidente con resultado de colisión de vehículos. Así mismo, los vehículos de transporte público compiten con otros vehículos con el fin de realizar recorridos más rápido, lo que conduce a conductas temerarias.

¿El ámbito de aplicación de las medidas alternativas, es el adecuado según la investigación?

Si es el adecuado, realizar la aplicación del método alternativo en el ámbito urbano, demostró que se pueden obtener resultados confiables en las mediciones alternativas de seguridad, además de ser respaldado por un índice de riesgo que es construido acorde al escenario vial previamente estudiado.

En la presente investigación, se analizó intersecciones de 4 y 3 ramales, entre estas se encuentran intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, por lo que se demuestra una aplicabilidad de la fórmula en escenarios viales mixtos. Además, el uso de una metodología alternativa es necesaria en vista de que la metodología tradicional retrasa la toma de decisiones.

¿La metodología propuesta resulta ser útil para diagnosticar la seguridad vial de una intersección?

Si es útil, la metodología propuesta es útil para resumir las mediciones obtenidas usando la técnica de conflictos de tráfico y técnica de análisis de componentes principales, ya que nos permite el diagnóstico de la seguridad vial en cada intersección.



La principal utilidad se da en la interpretación de la variable respuesta, donde cada medición alternativa forma parte del índice de riesgo y representa un valor numérico en relación a la importancia que tiene cada variable en el índice de riesgo, de la intersección estudiada (*Tabla No: 40 contribuciones de las variables originales en los índices de riesgo propuestos (%)*). Por otro lado, se corroboran los resultados de la metodología aplicada cuando se analizan las condiciones en las que se encuentra cada intersección.

¿Existe relación entre las mediciones alternativas de seguridad con el índice de riesgo construido?

Si existe, el modelo de clasificación permitió encontrar dicha relación entre el índice de riesgo con las mediciones alternativas de seguridad que son: Distancia de Frenado, Velocidad de Aceleración, Tiempo de Evasión, Tiempo hasta la Colisión y Tiempo Posterior a la Invasión.

De dicho modelo se observa que existe mayor influencia de las mediciones de tiempo (TE, TC, TPI), ya que estas de manera indirecta contienen información de las variables DF y VA del vehículo estudiado en el conflicto.

¿Existe una mayor influencia del Tiempo de Evasión respecto al Tiempo hasta la Colisión y el Tiempo posterior a la Invasión?

Si existe mayor influencia, debido a que, el TE (Tiempo de Evasión) permite simplificar la evaluación de riesgo en una intersección determinada, ya que para el cálculo del TE, es necesario contar con datos como la Velocidad de Aceleración y la Distancia de frenado, dos variables obtenidas mediante la observación del experto en realizar el estudio en campo.

¿La intersección 1 es más riesgosa que las demás intersecciones?

Si es más riesgosa, de acuerdo a nuestro índice de riesgo se observa un Percentil 95 igual a 63.91.

Además, la intersección 1 presenta una geometría irregular y los ejes de vía no se encuentran alineados. Durante la recolección de datos se pudo apreciar que la Av. Grau posee un ingreso a la intersección con pendiente negativa, Al igual que la Av. Antonio



Lorena. Por tanto, facilita la aceleración de los vehículos y de manera directa la probabilidad de ocasionar una colisión.

El estado del pavimento no es el adecuado en la Av. Antonio Lorena necesita mantenimiento en ambos sentidos y la Av. Grau cuenta 4 carriles en uso, adecuado estado de pavimento y una berma central con un ancho de 1.0 metro.

¿La intersección 4 es menos riesgosa que las demás intersecciones?

Si es menos riesgosa, de acuerdo a nuestro índice de riesgo se observa un Percentil 95 igual a 49.02 vs el Percentil 95 de la intersección 1 igual a 63.91.

Además, la intersección 4 se encuentra regulada por semáforos, que durante la recolección de datos presenta un ciclo semafórico de 85 segundos, tiempo suficientemente para evitar aceleraciones de vehículos en ambos sentidos de los carriles. La intersección presenta gran afluencia de peatones, debido a que se encuentra en una zona comercial con presencia de lugares de abastecimiento de alimentos.

El estado del pavimento no es el adecuado, la Av. Cusco cuenta con 2 carriles en uso, la Av. Tomas Tuyro Tupa cuenta con 4 carriles en uso y una berma central con un ancho de 1.0 metros.

¿Es adecuado considerar intersecciones semaforizadas en la investigación?

Si es adecuado considerar intersecciones semaforizadas, debido a que existen otros factores como el diseño geométrico y tipos de vehículos que perjudican la seguridad de los usuarios en la intersección.

La selección de intersecciones semaforizadas, parte del criterio de inclusión para poder demostrar la aplicabilidad de métodos alternativos de seguridad en intersecciones urbanas en la ciudad del Cusco. La intersección N° 2: Av. Agustin Gamarra – Prol. Av. Grau, es una intersección semaforizada con diseño geométrico irregular sin alineación de carriles, donde se obtuvo un índice de riesgo 54.02. A diferencia de la intersección N° 4: Av. Tomas Tuyrutupa – Av. Cusco, es una intersección semaforizada con diseño geométrico regular donde se obtuvo un índice de riesgo menor (49.02). Valores que demuestran la necesidad de analizar intersecciones semaforizadas por su variabilidad.



¿Por qué en el Perú no funcionan las intersecciones no semaforizadas?

Una intersección que no es semaforizada, debe ser implementada con señales reguladoras de PARE, adecuado mantenimiento de señalización horizontal, reductores de velocidad, entre otros. A su vez, conductores y peatones deben respetar dicha señalización.

Al no existir una cultura vial optima por parte de los usuarios de la intersección en nuestro país, tendremos como respuesta una intersección insegura donde no se respeta la prioridad de paso de vehículos, prioridad al peatón.

A esta afirmación se suma la poca intervención de autoridades competentes en materia de gestión y mantenimiento vial. Por tanto, las intersecciones no semaforizadas en su mayoría tendrán la principal característica de ser inseguras de acuerdo al escenario mencionado.



GLOSARIO

Infraestructura vial: derecho de vías en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones. Estaciones normales, terminales, puntos de trasbordo, garajes, depósitos, encierros o patios, talleres de mantenimiento y reparación. Sistemas de control: detección, comunicación, señalización. Sistema de suministro de energía.

Intersecciones: Es el cruce de dos o más caminos y sirve para cambiar la dirección de los peatones como el de buses también, existen las intersecciones a nivel y a desnivel.

Accidente de tráfico: es un suceso eventual, producido como ocasión del tráfico, en el que interviene alguna unidad de circulación y como resultado del cual se produce muerte o lesiones en las personas o daños en las cosas..

Carril: Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

Seguridad: Es la sensación de la disminución de peligro ante una situación externa que pueda atentar contra la vida e integridad del peatón o el bus, se implementa en base a diferentes normas y reglas

Ciclo o longitud de ciclo semafórico: Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo.

Congestión vehicular: Atasco, cola, embotellamiento, tranque, se refiere, tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atochamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas puntas u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

Velocidad excesiva: es un factor de riesgo que potencia todos los fallos humanos en la conducción



Factor Humano: es la utilización del recurso humano propio de acuerdo a cada necesidad, por lo que una vez entendida la información existe una respuesta o reacción al estímulo.

Visión: la visión es la habilidad de detectar objetos situados en la periferia de la persona.

Seguridad Vial: se define como la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, cuando tuviera lugar un accidente o incidente de tránsito

Semáforo: Dispositivo operado eléctricamente mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones por medio de luces de color rojo, ámbar o amarilla y verde.



Conclusiones

Conclusión No 01:

Sí se demostró la hipótesis general: “*Conociendo el índice de riesgo de accidentalidad, se podrá cuantificar la accidentalidad de una intersección*” Ya que se ha logrado determinar valores numéricos independientes por intersección (*Tabla No: 44 resultado de índice de riesgo por intersección*) manteniendo un valor de exclusión al 95% de confiabilidad, donde comparando los resultados entre las intersecciones estudiadas y la realidad física de cada intersección, presenta consistencia en la metodología planteada en la presente tesis.

Este procedimiento se da en un periodo de tiempo corto y con recursos razonables. Además, la formulación puede ser aplicada a intersecciones de similares características como cantidad y tipo de tráfico, señalización, tipo de vías de confluencia, y entorno.

Conclusión 2:

Si se demostró las diferentes sub hipótesis: “*A valores bajos del coeficiente "DF" "VA", "TC, "TPI"y "TE" representa un bajo riesgo*”.

Esto puede desprenderse de la interpretación de los componentes obtenidos y seleccionados por cada intersección, donde se encuentra que, a mayor velocidad de aceleración, mayor riesgo de accidentalidad, y por ende de colisión. De forma similar con las demás variables, que salvaguardan a la tripulación de una colisión cuando son mayores. Además, en la *Tabla No: 40 contribuciones de las variables originales en los índices de riesgo propuestos (%)*, encontramos la contribución que tiene cada coeficiente en el índice de riesgo que se obtendrá por intersección.



Recomendaciones

Recomendación 1:

Se recomienda aplicar la metodología desarrollada en la evaluación de seguridad vial en intersecciones urbanas debido al bajo costo de implementación que con lleva esta y puede ser aplicada por autoridades locales pertenecientes al rubro de Transito, Vialidad y Transporte. Además, se recomienda catalogar las intersecciones en la ciudad del cusco con el fin de definir tipologías de intersecciones, de manera que se pueda proponer una formulación para cada tipología.

Recomendación 2:

Se recomienda ampliar la investigación en la ciudad del Cusco, con una data mayor previamente financiada por alguna institución pública o privada para poder calibrar la fórmula de mejor manera.

Recomendación 3:

Se recomienda implementar las mediciones alternativas de seguridad y su respectivo analisis en escenarios viales con diferentes características, como por ejemplo: vehiculos motorizados, presencia de ciclovias, vehiculos menores, tipo de pavimentos, entre otros.

Recomendación 4:

Se recomienda aplicar medidas correctivas como la implementación de dispositivos de control de transito en las intersecciones analizadas para poder disminuir el indice de riesgo de accidentalidad con el objetivo de brindar mayor confort a los usuarios de las intersecciones.

Recomendación 5:

Se recomienda realizar estudios de modelamiento de trafico con el fin evaluar diferentes tipos de intervenciones en las intersecciones que eventualmente disminuyan el riesgo. Otro aspecto de la importancia del modelamiento del trafico es la corroboración con los datos de campo disponibles en el presente trabajo.



Referencias

- AASHTO. (1994). *American Assosiaton of State higtway and Transportation Officials*.
- Allen, Cooper, & Shin. (1978). *Analysis of Traffic Conflicts and Collisions. Transportation Research Record 667*. Estados Unidos: Transportation Research Board.
- Archer, J. (2005). *Indicators for traffic safety assessment and prediction in micro-simulation modeling*. Estocolmo, Suecia.: Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology.
- Baker, J. (1975). *Traffic Accident Investigation Manual*. Evanston Illinois, United States.: Northwestern University Traffic Institute .
- Bañon, L., & J. F. (2016). *Manual de Carreteras Volumen I*. Creative Commons.
- Barjonet, P. (1988). *Understanding driver behaviour: Sociological theories and surveys*. Amsterdam: SWOY: In SWOY (Ed.), *Traffic Safety Theory and Research Methods*.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Tercera edición, Pearson Educación.
- Board, T. R. (2000). *Highway Capacity Manual (Cuarta Edicion ed.)*. Washington: National Reserach Council.
- Breiman, K., Friedman, J., Olshen, R., & Stone, C. (1984). *Classification and regression trees*. Wadsworth, California, Estados Unidos.
- Brown, G., & Cooper, P. (1990). *Role of conflicts in traffic analysis*. Cracow, Poland: Cooperation on Theories and Concepts in Traffic Safety.
- Cal y Mayor, J. C. (2007). *Ingeniería de Tránsito fundamentos y Aplicaciones*. México: 8va Edición.
- Cal, R., & Cárdenas Grisales, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. México: Ediciones Alfaomega.
- CIPT, (. P. (2012). *Corporacion Peruana de Ingenieros de Tránsporte*.
- Colombia, G. d. (s.f.). *Plan Nacional de seguridad vial Colombia 2011-2016*. Colombia.
- Comision Nacional de Seguridad de Tráfico, C. (2004). *Influencia de la velocidad en los accidentes de tránsito*. Chile.
- Downs, A. (1992). *Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion. The Brookings*. Washington, DC.
- Ferrer, J. (2010). *Conceptos Basicos de la metodologia de la Investigaci3n*. Anzoategui.
- Flores Añez, C. (07 de Julio de 2011). *Capacidad y nivel de servicio en las intersecciones*.
- Gettman, D., & Head, L. (2003). *Surrogate Measures From Traffic Simulation Models*. U.S. Department of Transportation: Final Report Publication N° FHWA-RD-03-050.



- Glauz, W., & Miglets, D. J. (1982). *Traffic Conflicts Techniques for use at intersections transportation Research record*. United States: Transportation Research Board.
- Hayward, J. (1972). *Near-Miss Determination Through use of a Scale of Danger. Report TTSC-7115*. University Park, The Pennsylvania State University.
- Hernández, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Venezuela.
- Hydén, C. (1987). *The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique*. Lund, Sweden.: Department of Traffic Planning and Engineering, Lund Institute of Tecnology, University of Lund, Sweden.
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sanchez, V., & Val, d. (2003). *Ingeniería de Carreteras Vol 1*. Madrid, España: McGraw Hill Interamericana de España.
- Martinez, A. (2013). *Infraestructura Vial y Pavimentos*.
- MATLAB R2015a. (s.f.). The MathWorks, Inc., Natick. Massachusetts, United States.
- Mayoral Grajeda, E. F., Cuevas Colunga, A. A., & Mendoza Díaz, A. (2008). *El "punto negro" en la infraestructura vial y la manera de combatirlo*.
- MDGVU. (2005). *Manual de Diseño Geometrico de Vias Urbanas*. Lima.
- MINSA. (2013). *Criterios tecnicos para la identificación de puntos negros de accidentes de tránsito en la jurisdicción del distrito*. Lima, Perú: Ministerio de Salud, Perú.
- Montoro, L. (2002). *Estrategias para la prevenciónn de accidentes de tráfico y seguridad vial*. Obtenido de Universidad de Valencia, España.
- Pardillo, J. M. (2004). *Procedimiento de estudio, diseño y gestion de medidas de seguridad vial en las infraestructuras*. Madrid: Fundación Agustin de Betancourt. E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politecnica de Madrid.
- Pardillo, J., & Llamas, R. (2001). *Aplicación de modelos de regresion multivariante en un sistema avanzado de seguridad vial. Informe Final*. Madrid, España.: Ministerio de Fomento y Universidad Politecnica de Madrid.
- Parsonson, P. (1992). *Signal tiig improvement practices (Synthesis of highway practice)*. WALTON-ON-THAMES Surrey England: Paperback.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. McGraw Hill Interamericana de España.
- Pérez, M. A. (2007). *Meteorología Extrema*. Obtenido de www.cienciapopular.com
- Pérez, R. (2007). *Educación Vial*.
- Perkins, S., & Harris, J. (1968). *Traffic Conflicts Characteristics - Accident Potential at Intersections*. General Motors Research Laboratories.
- R2015a, M. (s.f.). *The MathWorks, Inc., Natick*. Massachusetts, United States.
- Robinson, B. (2000). *Roundabouts: an informational guide (FHWA - RD - 00 - 067)* . U.S.A.: U.S. Department of Transportation.



- Roess, R. &. (2004). *Traffic Engineering. (third edition ed.)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Sabey, B., & Staughton, G. (1975). *Interacting roles of road environment, vehicle and road-user in accidents*. London, England.: 5th International conference, International Association for Accident and Traffic Medicine.
- Salas, R. (2010). *Fenómenos Meteorológicos*. Obtenido de <http://www.cenapred.unam.mx>
- Sanz, P. (2006). *Diseño Hidráulico*. Barcelona: Valquiria.
- Secretaría de comunicaciones y transporte. (1986). *Manual de dispositivos para el control de del tránsito en calles y carreteras*. México: Quinta edición.
- Strasser, H., & Weber, C. (1999). *On the Asymptotic Theory of Permutation Statistics*. *Mathematical Methods of Statistics*, 8, 220-250.
- Tarko, A., Davis, G., Saunier, N., Sayed, T., & Washington, S. (2009). *Surrogate Measures of Safety, Committee on Safety Data Evaluation and Analysis*.
- Thomson, I., & Bull, A. (2002). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*.
- Torres Flores, J. A. (2012). *Metodología de evaluación de la Seguridad Vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid. Departamento de Ingeniería Civil-Transportes, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Valencia Alaix, V. (2000). *Principios sobre semáforos*. Colombia, Medellín: Facultad Nacional de Minas.
- Van der Horst, R. (1990). *A time-based analysis of road user behaviour at intersections Institute for Perception RVO-TNO*. Soesterberg, Netherlands.
- Vargas, J. M. (2008). *Transito vehicular*.
- Vásquez Ojeda y Atoche Arce, J. (2001). *Experiencia en la Modelación Numérica Hidráulica de Agua Superficial XIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil*. Puno.
- Vierendel, J. (2004). *Crecimiento Poblacional*.
- Zeeger, C., & Parker, M. (1988). *Traffic Conflict Techniques for Safety and Operations Observers Manual*. U.S. : Department of Transportation .



Anexos