



: 57I @58'89'~B; 9B~9Fă'M5FEI #97HI F5'  
9G7I 9@'DFC: 9G~CB5 @89'~B; 9B~9Fă'7~J~@

8~G9wC'; 9CAvHF~7C'D5F5' @'A9>CF5'89' @'G9; I F~858'  
J~5 @89 @HF5AC'7CB'A5MCF'7CB79BHF57~é B'89'  
577~89BH9G'89'HFâBG~HC'9B'9 @8~GHF~HC'89'9 @  
5; I GH~BCž @A5'!'D9Fì'

DF9G9BH585'DCF'

L~A9B5' @@BCG' @D9N'  
?9J~B'>9Gì G'MB; 5'F~A9'

.....5G9GCF'

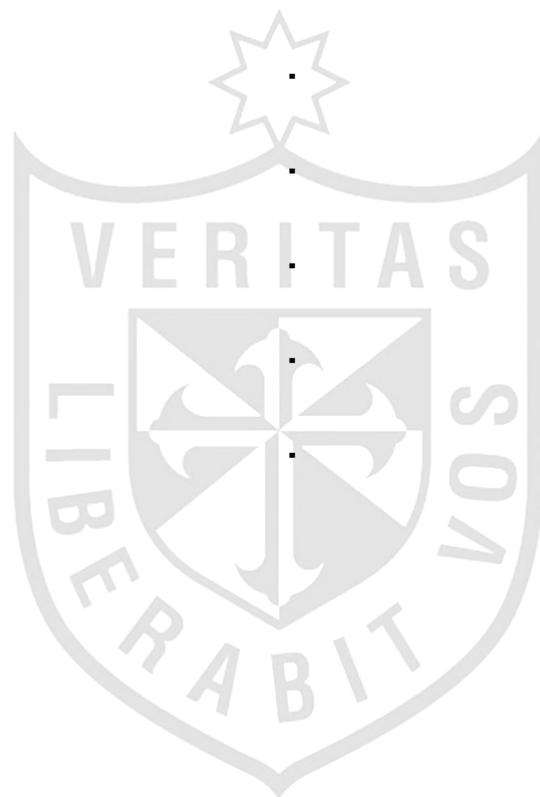
9FB9GHC'5BHCB~C'J=@@F'; 5 @@@F8C'  
>I 5B'A5BI 9@C6 @H5G'G5BH5'A5Fă'

H9G~G'

D5F5'CDH5F'9@HâI @C'DFC: 9G~CB5 @89'~B; 9B~9FC'7~J~@

@A5'ÈD9Fì'

&\$%



CC BY-NC-SA

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

Gracias a los autores de este trabajo por su contribución. Este trabajo no tiene fines comerciales y se permite su redistribución siempre que se reconozca al autor original y se permita la redistribución de la obra bajo la misma licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>







.  
. .  
.....  
. .  
.

**5; F5897-A9BHC'**

Agradecemos a Dios por darnos la vida y guiarnos a lo largo del camino. Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a los docentes de la Universidad San Martín de Porres, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional, de manera especial a quienes han guiado con paciencia y rectitud el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN.....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 Descripción de la situación problemática o tema de interés .....	19
<b>A UFWUXcf'bc'XYZb]Xc"</b>	
1.2 Formulación del problema .....	21
1.2.1 Problema General:.....	22
1.2.2 Problemas Específicos: .....	22
1.3 Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo general .....	22
1.3.2 Objetivos específicos .....	23
1.4 Justificación de la investigación.....	23
1.4.1 Importancia de la investigación.....	23
1.4.2 Viabilidad o presupuesto.....	24
1.4.3 Alcances y limitaciones.....	24
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO .....	26
2.1 Antecedentes de la investigación .....	26
2.1.1 Ámbito Nacional.....	19
<b>A UFWUXcf'bc'XYZb]Xc"</b>	
2.1.2. Ámbito internacional .....	27
2.2 Bases teóricas.....	29
2.2.1 Diseño geométrico vial.....	29
2.2.2. Seguridad vial .....	19
<b>A UFWUXcf'bc'XYZb]Xc"</b>	
2.2.3 Experiencia internacional .....	37
2.3 Definición de términos básicos .....	37
2.4 Hipótesis .....	38
2.4.1 Hipótesis general .....	38
2.4.2 Hipótesis específicas .....	38
CAPÍTULO III.....	40

METODOLOGÍA.....	40
3.1 Tipología de la investigación .....	40
3.1.1 Tipo de la investigación .....	40
3.1.2 Nivel de la investigación .....	41
3.1.3 Diseño de la investigación .....	41
3.2 Variables.....	41
3.2.1 Operalización de las variables .....	42
3.3 Población y muestra .....	43
3.3.1 Población .....	43
3.3.2 Muestra.....	44
3.4 Técnicas de investigación .....	44
3.5 Instrumentos y procedimiento .....	44
CAPÍTULO IV .....	46
DESARROLLO .....	46
4.1 Análisis y proceso de caso práctico.....	46
4.1.1 Distrito en estudio .....	46
4.1.2. Localización del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino .....	48
4.1.3. Caracterización del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino .....	52
4.1.4. Identificación de los factores que generan los accidentes de tránsito en el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito .....	61
4.1.5 Modificación del diseño geométrico .....	81
CAPÍTULO V .....	94
RESULTADOS .....	94
CAPÍTULO VI .....	96
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	96
CONCLUSIONES .....	98
RECOMENDACIONES.....	100
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	102
ANEXOS .....	19 ffcf ° A UfWUXcf `bc `XYZb]Xc "

## **Índice**

Imagen N° 1: Ubicación geográfica de Lima .....	47
Imagen N° 2: Ubicación geográfica del distrito de El Agustino .....	48
Imagen N° 3: Localización de punto negro .....	51
Imagen N° 4: Mapa de ubicación .....	53
Imagen N° 5: Mapa de ubicación II .....	54
Imagen N° 6: Zonificación .....	55
Imagen N° 7: Leyenda de zonificación .....	55
Imagen N° 8: Caracterización Técnica de Puntos Negros .....	56
Imagen N° 9: Congestión vehicular en la Avenida César Vallejo .....	62
Imagen N° 10: Congestión vehicular en la Avenida 1ero de Mayo .....	63
Imagen N° 11: Peatón cruzando la vía .....	63
Imagen N° 12: Grupo de peatones cruzando la vía .....	64
Imagen N° 13: Ancho de vía Av. César Vallejo en dirección a Santa Anita ..	64
Imagen N° 14: Ancho de vía Av. César Vallejo en dirección a El Agustino ..	65
Imagen N° 15: Carriles de vía sin demarcación .....	65
Imagen N° 16: Avenida César Vallejo .....	66
Imagen N° 17: Avenidas sin señalizaciones .....	66
Imagen N° 18: Falta de señalización vertical y horizontal .....	67
Imagen N° 19: Paradero Av César Vallejo (Santa Anita - El Agustino) .....	67
Imagen N° 20: Ausencia de Paradero en la Av. César Vallejo (El Agustino - Santa Anita) .....	68
Imagen N° 21: Vista general en intersección de avenidas .....	68
Imagen N° 22: Ausencia de semáforos peatonales .....	69
Imagen N° 23: Veredas incompletas .....	69
Imagen N° 24: Paso de cebra y línea de parada invisibles .....	70
Imagen N° 25: Pasos de cebra despintados .....	70
Imagen N° 26: Deterioro de calzadas .....	71
Imagen N° 27: Deterioro de veredas Fuente: Propia .....	71
Imagen N° 28: Invasión de carriles .....	72
Imagen N° 29: Avenida Ferrocarril .....	72
Imagen N° 30: Calle Río Rímac .....	73
Imagen N° 31: Simbología de Diagrama de conflictos .....	75
Imagen N° 32: Flujograma - Aforo vehicular .....	77
Imagen N° 33: Flujograma - Aforo peatonal .....	80
Imagen N° 35: Vehículo tipo con dos ejes .....	83
Imagen N° 37: Synchrono 8 - Paso 2 .....	87
Imagen N° 38: Synchrono 8 - Paso 1 .....	87
Imagen N° 39: Synchrono 8 - Paso 3 .....	88
Imagen N° 40: Synchrono 8 - Paso 4 .....	88
Imagen N° 41: Synchrono 8 - Paso 5 .....	89
Imagen N° 42: Synchrono 8 - Paso 6 .....	89
Imagen N° 43: Synchrono 8 - Paso 7 .....	90
Imagen N° 44: Synchrono 8 - Paso 8 .....	90
Imagen N° 45: Synchrono 8 - Paso 9 .....	91

**B87989; Fâ: 7CG**

Gráfico N° 1: Parque Automotor Nacional (2006- 2015) .....	19
Gráfico N° 2: Accidentes de tránsito 2006-2017 .....	20
Gráfico N° 3: Heridos por accidentes de tránsito 2006-2017.....	20
Gráfico N° 4: Muertos por accidentes de tránsito 2006-2017 .....	21
Gráfico N° 5: Denuncia por accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino 2018.....	49
Gráfico N° 6: Denuncias de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino 2018.....	50
Gráfico N° 7: Frecuencia Mensual .....	57
Gráfico N° 8: Frecuencia diaria .....	58
Gráfico N° 9: Frecuencia de accidentes de tránsito por hora .....	58
Gráfico N° 10: Consecuencia por involucrado.....	59
Gráfico N° 11: Tipos de accidentes de tránsito .....	59
Gráfico N° 12: Tipo de transporte .....	60
Gráfico N° 13: Causas asociadas .....	60
Gráfico N° 14: Ciclo de semáforos.....	74
Gráfico N° 15: Diagrama de conflictos - Intersección Av. César Vallejo y Av. 1ero de Mayo.....	75
Gráfico N° 16: Aforo vehicular en hora crítica .....	78
Gráfico N° 17: Aforo peatonal en hora crítica.....	81

**B8 79 89 H56 @ G**

Tabla N° 1: Variable dependiente .....	42
Tabla N° 2: Variable independiente .....	42
Tabla N° 3: Ubicación del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino .....	52
Tabla N° 4: Cronograma de Aforo.....	76
Tabla N° 5: Aforo Vehicular en hora crítica .....	78
Tabla N° 6: Aforo vehicular en hora crítica.....	80
Tabla N° 7: Radio de Giro mínimo y trayectorias .....	82

## **F9GI A9B`**

El tema de investigación denominado Diseño geométrico para la mejora de la seguridad vial del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino, Lima - Perú, tiene como objetivo general plantear una modificación del diseño geométrico actual y evaluar su efecto en la seguridad vial. La investigación es aplicada, de enfoque cuantitativo, de tipo correlacional, nivel descriptivo y diseño no experimental, transversal y prospectivo. El desarrollo de este proyecto incluye la propuesta de reforma del diseño como medida correctiva ante la falta de planificación vial existente, para así reducir la congestión vehicular y los accidentes de tránsito producidos en la zona. La metodología aplicada inicia con la revisión literaria, identificación del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino, para luego identificar las causas del problema mediante trabajo de campo, aplicándose métodos de observación, conteo de aforos y encuestas realizadas a pobladores de la zona. Finalmente, con toda la información y datos adquiridos se propone la modificación del diseño geométrico en un plano de AutoCAD, el cual incluye todas las medidas correctivas que deberán ser empleadas en el punto negro. Para validar el diseño, se realizó el comparativo antes y después con la modelación del tránsito mediante el software Synrho 8. De esta forma, se concluye que la modificación del diseño geométrico existente mejoraría la seguridad vial en el lugar de estudio, optimizando la fluidez vehicular, elevando el nivel de servicio de la vía de F a D, lo que de acuerdo a estudios similares se reflejaría en la disminución de la ocurrencia de accidentes de tránsito en un 25%. La solución brindada no necesariamente funcionará en otro punto negro, ya que cada zona presenta condiciones y factores causales específicos.

**DUUVUg` WUj Y.`** Diseño geométrico, seguridad vial, planificación vial, accidentes de tránsito, punto negro, El Agustino, Lima.

## 56 GHF57 H

The research topic called “Geometric Design for the improvement of road safety of the section with the highest concentration of traffic accidents in the district of El Agustino, Lima – Peru”, has the general objective of proposing a modification of the current geometric design and evaluating its effect on Road safety. Research is applied, with a quantitative approach, correlation type, descriptive level and non-experimental, transversal and prospective design. The development of this project includes the proposal for design reform as a corrective measure in the absence of existing road planning, in order to reduce traffic congestion and traffic accidents in the area. The methodology applied starts with the literary review, identification of the section with the highest concentration of traffic accidents in the district of El Agustino, to then identify the causes of the problem through fieldwork, applying methods of observation, gauging and surveys conducted to residents of the area. Finally, with all the information and data acquired, we propose the modification of the geometric design in an AutoCAD plane, which includes all the corrective measures that should be used in the black point. To validate the design, a comparison was made before and after with traffic modeling using the Synchro 8 software. In this way, it is concluded that the modification of the existing geometric design would improve road safety at the study site, optimizing vehicular fluidity, raising the level of service of the road from F to D, which according to similar studies would be reflected in the decrease in the occurrence of traffic accidents by 25%. The solution provided will not necessarily work in another black point, since each zone presents specific conditions and causal factors.

**?Ynk cfX.** Geometric desing, road safety, road planning, traffic accidents, black poinr, El Agustino, Lima.

## **·BHF8I 77 ·é B·**

El desarrollo de la sociedad y el desmesurado crecimiento del parque vehicular, a una tasa de 11.5% anual en el periodo 2006 - 2015 (CNSV 2017), han evidenciado uno de los grandes problemas sociales, la escasa planificación vial, que trae consigo la generación de accidentes de tránsito y pérdidas humanas y materiales. De acuerdo al informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), *Global Status Report on Road Safety 2018*, en el mundo como consecuencia de estos sucesos fallecen en promedio 1.35 millones de personas cada año, lo que equivale a 3 700 víctimas mortales por día, siendo esta la principal causa de fallecimiento de niños y jóvenes entre 5 a 29 años. Las lesiones causadas por estos eventos constituyen un grave problema de desarrollo y salud pública, cuya prevención eficaz y sostenible exige esfuerzos concertados. En el Perú, el panorama es devastador, puesto que las estadísticas indican un aumento del 9% en el número de víctimas mortales por accidentes de tránsito producidos en vías urbanas en el periodo 2016 – 2017 según el reporte del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Esta investigación está dirigida a profesionales de la carrera de ingeniería civil, de tránsito y otras carreras afines vinculadas al rubro vial, orientada a mejorar la seguridad vial en zonas en las que se registren accidentes de tránsito de manera recurrente. El presente estudio se realizará en el distrito de El Agustino, donde el objetivo de la investigación es proponer la modificación del diseño geométrico para mejorar la seguridad vial del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito en mención.

La presente contiene seis capítulos: En el capítulo I – Planteamiento del problema, se formula el problema, los objetivos, la justificación, la importancia, la viabilidad, el alcance y las limitaciones de la investigación. En el capítulo II – Marco teórico, se presentan los antecedentes de la investigación y el marco conceptual que muestra las teorías y los conceptos relacionados con el diseño geométrico y la mejora de la seguridad vial, para así responder a la pregunta

de la investigación. Incluyendo también la hipótesis general y las específicas. En el capítulo III – Metodología, se incluye la descripción del método aplicado para dar solución al problema planteado, la presentación de las actividades a desarrollarse y/o las herramientas que van ser empleadas en la descripción y análisis del objeto de estudio. En el capítulo IV – Desarrollo, se describe todo el proceso de investigación, incluyendo métodos, técnicas y/o procedimientos empleados en este estudio, dando respuestas a las interrogantes planteadas en forma ordenada y sistemática. En el capítulo V – Resultados, se presentan los hallazgos principales de la investigación, en relación con la cronología propuesta de los objetivos específicos acompañados de sus respectivas explicaciones y análisis. En el capítulo VI – Discusión, se interpretan y analizan los resultados, en relación a las bases teóricas establecidas e investigaciones pasadas sobre el tema. Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

La presente investigación plantea un nuevo diseño geométrico contribuyendo así a la mejora de la seguridad vial, ofreciendo facilidades tanto para los conductores como transeúntes de la zona.

75 D&H @C=

D@BH95 A-9BHC`89 @DFC6 @A5`

%%Gjh UYOB`dfcV`Ya zhWU`

En el Perú, la evidente falta de articulación y planificación vial en zonas urbanas, ha generado un sistema desorganizado e ineficiente dentro de las redes viales y peatonales que ocasiona cientos de accidentes a diario.

El diseño geométrico vial afecta considerablemente la seguridad. En teoría, todas las vías se deben crear teniendo en cuenta la seguridad de todos los usuarios tanto conductores, peatones, ciclistas y motociclistas. Las pistas y veredas, ciclovías, cruces peatonales y otros reglamentos que lleven a un orden en el tránsito, pueden ser cruciales para reducir el riesgo de lesiones entre los usuarios.

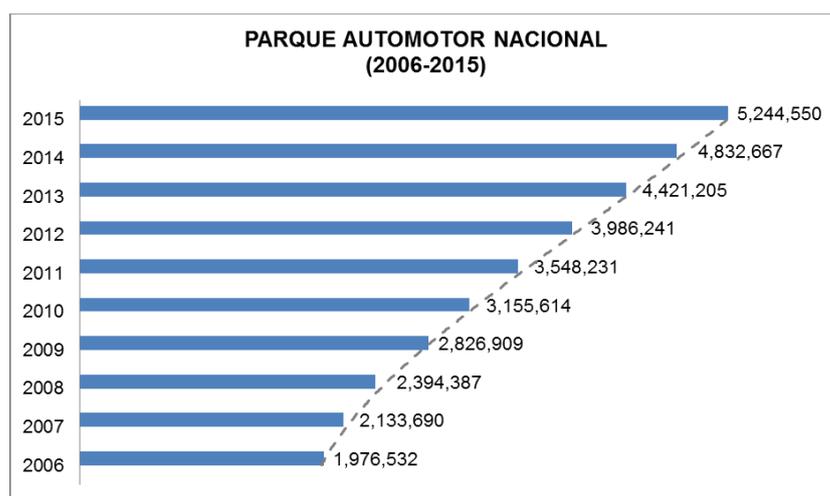
Desde 1996, año en el que se creó el “**Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV)**”, se han implementado diversos programas sociales con la finalidad de promover seguridad vial y prevenir los accidentes de tránsito; sin embargo, esto no ha sido suficiente, ya que a diario como consecuencia de estos siniestros se siguen reportando pérdidas humanas y materiales. La inseguridad vial en el país representa según el Censo de Comisarias del “**Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)**” del año 2017, uno de los principales problemas

sociales ocasionando incluso más muertes que la violencia delincriminal: 9 vs. 7.7 víctimas mortales por cada 100 000 habitantes respectivamente.

El último reporte estadístico emitido por el CNSV, en el año 2017, detalla el aumento del parque automotor a nivel nacional en estos últimos años, alcanzándose un valor de 5 244 550 vehículos (mayores y menores) en el año 2015 (Gráfico N°1). Este reporte registra también 88,168 accidentes de tránsito en todo el país (Gráfico N°2), de los cuales el 96.2% fueron ocasionados en redes viales urbanas, los mismos que dejaron 2 054 personas fallecidas (Gráfico N°4) lo cual representa aumento del 9% respecto al año anterior.

Hoy en día, estos temas son asumidos por el estado como problemas de seguridad ciudadana y salud pública, y a pesar de que el “**Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)**”, publicó ya hace dos años el “Manual de la Seguridad Vial 2017” en el que brinda los instrumentos necesarios para reconocer las causas de los accidentes y las zonas propensas a estos, con el fin de luego modificar la geometría y darle alguna solución, hasta el momento no se toman las medidas respectivas ni se llevan a cabo dichas modificaciones.

; fzzWt`Bš% Parque Automotor Nacional (2006- 2015)



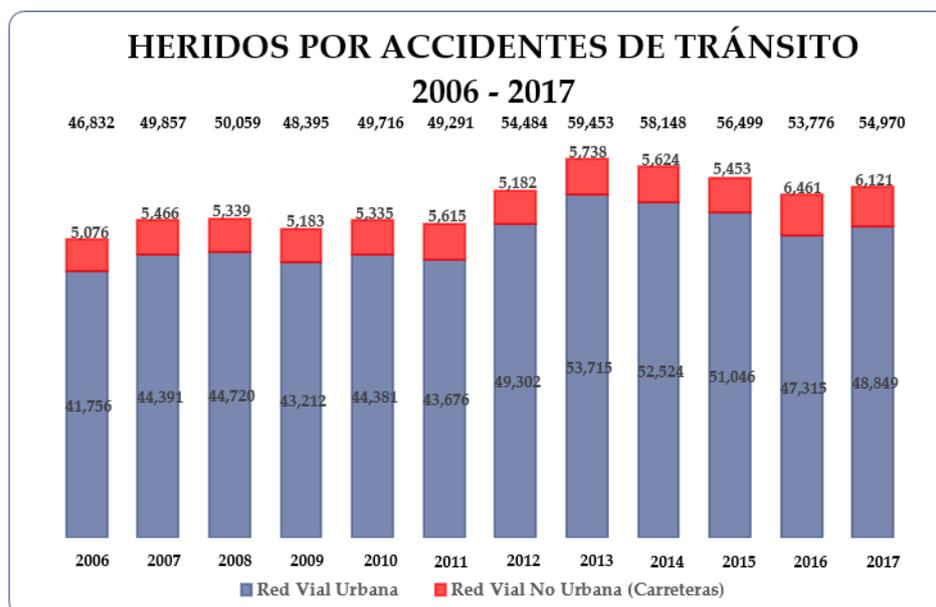
Fuente: (MTC) *Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial*

; fzqWc Bš& Accidentes de tránsito 2006-2017



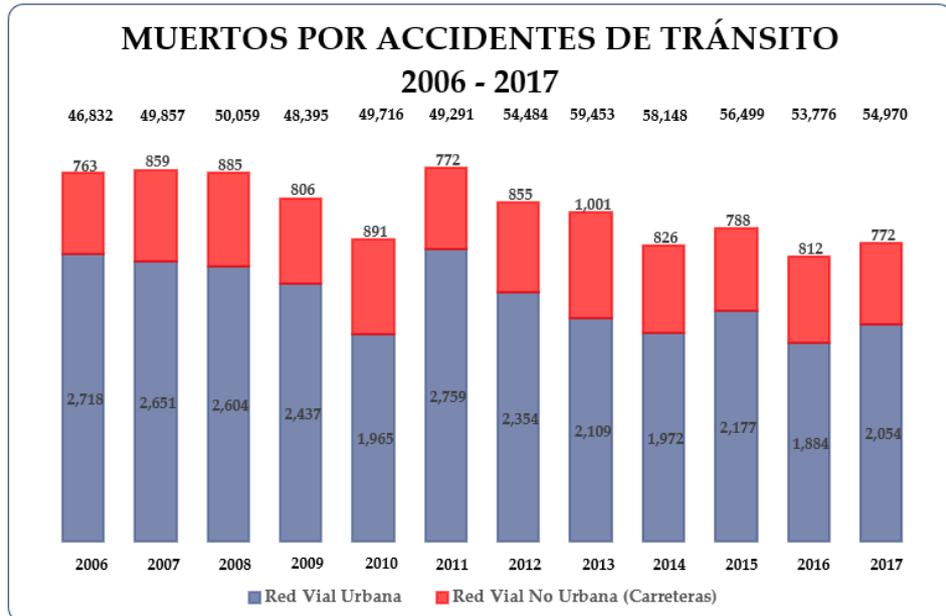
Fuente: (MTC) Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial

; fzqWc Bš' . Heridos por accidentes de tránsito 2006-2017



Fuente: (MTC) Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial.

**Figura 1. Muertos por accidentes de tránsito 2006-2017**



Fuente: (MTC) *Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial*

**Figura 2. Muertes por accidentes de tránsito en Lima**

La necesidad que se requiere para reducir los frecuentes accidentes de tránsito que ocurren a diario en un mismo lugar y que dejan a cientos de víctimas mortales nos lleva a las siguientes preguntas: ¿Es posible mejorar la seguridad vial? y ¿qué herramientas son necesarias para este fin?

Según datos estadísticos del INEI (2017), en Lima se producen más del 50% de los accidentes de tránsito de todo el país, debido a factores como la falta de planificación vial, el mal diseño geométrico, la falta de señalización, mal estado de las vías, inadecuada iluminación, entre otros.

En esta investigación se plantea como punto de estudio el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino, si bien es cierto, este distrito no representa el mayor problema de la ciudad (INEI 2017), sí genera un constante y gran malestar en los habitantes y transeúntes de la zona, además se cuenta con toda la

información estadística y la facilidad para realizar visitas y estudios de campo las veces que sean necesarias.

### **Objetivo General**

¿Cómo mejorar la seguridad vial mediante la modificación del diseño geométrico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino?

### **Objetivos Específicos**

- ¿Dónde se localiza el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito según la información estadística del distrito de El Agustino en el que es necesario mejorar la seguridad vial?
- ¿Cuál es el aforo vehicular y peatonal del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino para proponer la modificación del diseño geométrico?
- ¿Qué información brinda el levantamiento topográfico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino para proponer la modificación del diseño geométrico?
- ¿Cómo varía el nivel de servicio del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino luego de la modelación de la modificación del diseño geométrico para determinar la mejora de la seguridad vial?

### **Metodología**

#### **Metodología**

- Proponer la modificación del diseño geométrico para mejorar la seguridad vial del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino.

## **% " & CV^Hj cg`YgdYWZWTg`**

- Localizar el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito según la información estadística del distrito de El Agustino en el que es necesario mejorar la seguridad vial.
- Obtener el aforo vehicular y peatonal del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino para proponer la modificación del diseño geométrico.
- Analizar la información brindada por el levantamiento topográfico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino para proponer la modificación del diseño geométrico.
- Determinar la variación del nivel de servicio del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino luego de la modelación de la modificación del diseño geométrico para determinar la mejora de la seguridad vial.

## **%{ >i ghZVUWYCB`XY`U]bj Ygh[ UWYCB`**

### **%{ "%-a dcfLbVU`XY`U]bj Ygh[ UWYCB`**

La investigación está dirigida para profesionales de la carrera de ingeniería civil y otras vinculadas al rubro de caminos y carreteras. Está orientada a mejorar la seguridad vial en zonas en las que la carente planificación urbana e ineficiente diseño geométrico existente han ocasionado accidentes de tránsito de manera recurrente. Mientras más accidentes de tránsito ocurran en un tramo vial, este se vuelve más inseguro. Ante esta necesidad, el rol de los ingenieros civiles es contribuir a la mejora del diseño geométrico vial aplicando medidas correctivas en pro de la sociedad.

La seguridad vial es un tema que debe ser altamente considerado en nuestro país, ya que la falta de intervenciones relacionadas a ella es una de mayores causales de mortalidad; y aunque

existan algunas iniciativas por parte del gobierno, aún hay largo camino por recorrer. Es necesario que todo el trabajo sea realizado en conjunto, involucrando entidades públicas y privadas, para lograr mejorar la infraestructura, señalización e implementar tecnología de vanguardia, sin dejar de lado la educación. Los ciudadanos necesitan estar seguros tanto dentro como fuera de la vía urbana.

Sin duda alguna, la modificación del diseño geométrico propuesta para la zona analizada en El Agustino, beneficiará a la ciudadanía, de tal forma que en el distrito obtenga una regulación del flujo vehicular y una disminución de los accidentes de tránsito, contribuyendo así con la mejora en la seguridad vial.

### **%( "&J]UV] ]XUX`c`dfYgi di Yglt`**

Esta investigación resulta viable, porque la necesidad de todos los recursos ya sea materiales, financieros, humanos y de información tales como libros, artículos científicos, entrevistas e investigaciones anteriores pueden ser cubiertos en su totalidad de forma directa sin que afecte el desarrollo de esta tesis.

Se cuenta con la información estadística de estudio, así como la facilidad de manejo de softwares tales como AutoCAD, ArcGIS, Synchro 8 y Microsoft Excel para el desarrollo y procesamiento de datos.

### **%( " `5`WUbWYg`m`]a ]hUW]cbYg`\*\*\*\***

La presente investigación titulada “Diseño geométrico del tramo con mayor concentración de El Agustino, Lima – Perú” plantea una modificación en base al diseño geométrico existente de la zona de estudio como solución a la congestión vehicular, accidentes de tránsito y a las pérdidas humanas y materiales que estos traen consigo, contribuyendo así a la mejora de la seguridad vial, ofreciendo facilidades tanto para los

conductores como transeúntes de la zona. Las medidas propuestas han sido diseñadas tomando en cuenta soluciones rápidas y eficaces que signifiquen cambios tangibles de bajo presupuesto con el fin de ser presentadas a la municipalidad del distrito correspondiente para que puedan ser ejecutadas en el menor plazo posible.

Para llevar a cabo el objetivo principal de esta investigación, se incluye un marco teórico, el mismo que detalla información sobre diseño geométrico, seguridad vial, puntos negros, así como también datos estadísticos y descripción de las visitas a la zona de estudio para realizar los análisis correspondientes.

Está claro que el diseño de la red vial se debe realizar en conjunto, pues está conformada por varios tramos viales relacionados entre sí, pero cabe resaltar que debido a la amplitud del campo de estudio y al tiempo de ejecución de este proyecto, la propuesta planteada para la modificación del diseño geométrico en esta investigación es exclusivamente para el tramo vial en el cual se han ocasionado un aumento en los accidentes de tránsito durante el 2018, en el distrito de El Agustino. Sin embargo, se han considerado posibles soluciones aledañas a la zona que generarían una mayor inversión económica y cuya ejecución tomaría un tiempo mayor al contemplado en este estudio, para las cuales se recomienda realizar los estudios necesarios, a fin de mejorar la seguridad vial poco a poco en todo el distrito.

Cada punto negro presenta diferentes características y se encuentra en distintas circunstancias, por ello la solución propuesta no puede ser utilizada en los demás puntos, pero sí podría ser tomada como referencia.

75 DãHl @C'≡

A5 F7 C`H9é F≠C`

&%"5 bhVWXYbhYg`XY`U]bj Ygh[ UYQCB`

Gallardo (2016), *La Seguridad Vial en el Perú,*

El presente trabajo de investigación, realizó un estudio detallado del estado de la seguridad vial en nuestro país, además de identificar su nivel de implementación y de compararla con países como el Canadá. Al identificar la situación relativa. Se recomienda, también, una secuencia de importantes medidas para encontrar la solución más propicia para los problemas viales encontrados. Además, se propone hallar una figura representativa que trabaje a favor de la seguridad vial en el Perú, denominada en este estudio como “*champion*”. El trabajo de investigación encontró iniciativas que se desempeñan de manera correcta en el Perú, lo que podría indicar que se pueden alcanzar resultados más positivos en el futuro.

Esta tesis, se llevó a cabo con el propósito principal de formular un conjunto de métodos innovadores de empleo de auditorías de Seguridad Vial en el país, que regulan los datos referentes a la accidentalidad, empleo de tecnologías de georreferenciación dinámica, identificación, y comprobación de la efectividad de mejoras de seguridad vial. En el análisis, de la efectividad de las medidas propuestas se determinó en qué magnitud éstas mejoran la Seguridad Vial, examinándose las dos condiciones posibles de víctimas por accidentes de tránsito, para de esta manera implementar estas

disposiciones en la infraestructura y la institucionalidad de forma efectiva y eficiente.

Fernández (2011), *Elementos de Diseño y Planeamiento de Intersecciones Urbanas*, En la investigación en mención, se presenta una metodología de planeamiento y diseño de intersecciones urbanas, que refleja planes más seguros para los habitantes de Lima Metropolitana. Con este propósito, se examinaron de forma independiente el transporte y la movilidad, para finalmente analizar la combinación de ambos. En este estudio, se desarrollan temas relacionados al tamaño de la intersección, las intersecciones con y sin control de semáforos, la correlación entre cruces peatonales y la geometría de un cruce. Se aborda, además, el importante. Finalmente, se resalta la importancia de una distribución justa del espacio público en beneficio de la seguridad vial, en la que el diseño y planeamiento de intersecciones no estén sometidos únicamente a las políticas de transporte en las cuales los vehículos tienen la prioridad.

#### **&'%&"â a V]tc`]bhYfbUM}cbU`**

González (2015), *Diseño de un Modelo para la Identificación y Análisis de Tramos de Carreteras sin accidentes: Una nueva visión de la Seguridad Vial*

Este trabajo de investigación, busca principalmente poner en evidencia la existencia de algunos parámetros del diseño de carreteras y de tráfico que poseen influencia en la ocurrencia o no accidentes. Esta tesis se desarrolló tomándose en cuenta la red de autopistas de peaje y las carreteras convencionales de la Red del Estado de España (clasificadas según sus características de tráfico) y data correspondiente a los accidentes con víctimas mortales y heridos graves en el periodo 2006-2010. Para cada modelo de vía considerado se erigió una base de datos que incluyó variables de presencia o no de tramos de longitud representativa en los que no han

ocurrido accidentes con víctimas mortales o heridos graves durante un periodo largo, así como variables de la velocidad media y variables de geometría. Los resultados de este estudio deberían valorarse teniendo en cuenta que existen parámetros que no han sido considerados en el análisis (tanto de diseño de la vía como de circulación, entorno, etc.) que podrían tener causar un efecto directo en la situación objeto de esta tesis, y que no han sido estudiados por no haberse encontrado información disponible al respecto.

Flores (2012),\* *Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos*

La tesis mencionada, pretende implantar un conjunto de métodos que posibilite realizar la calificación del riesgo que presentan las intersecciones interurbanas con respecto al estudio de conflictos entre vehículos, desarrollado con variables alternativas de seguridad vial. La metodología utilizada se fundamenta en dos medidas calificadas como alternativas

Solís (2007),\* *Señalización de Obras Viales, Seguridad de Tránsito y Protección de Taludes*

El trabajo de investigación, en mención tiene como objetivo principal exponer los aspectos importantes en la Seguridad Vial en zonas de trabajos que se llevan a cabo en la vía pública, además de poner en evidencia las deficiencias chilenas correspondientes a este tema, para así fijar parámetros adecuados para el beneficio público. Se resaltan, además, importantes aspectos, relacionados con la Seguridad Vial tomados en cuenta en el diseño y construcción de una carretera (como la selección, ubicación y diseño de elementos de contención). En este estudio también se menciona la trascendencia de la Bioingeniería e Hidrosiembra en obras viales al ser aplicadas como procedimientos alternativos en la importante Protección y Estabilización de taludes.

## **&"&'6 UgYg'hYŒ]WUg''**

### **&"&'%8 ]gY< c '[ Yca f]f]Wt' j ]U'**

#### **UL'9`Ya Yblcg`XY`X]gY< c '[ Yca f]f]Wt'**

Al realizar el diseño geométrico de una vía urbana, se necesitan tres elementos: Diseño en planta, perfil y sección transversal, los cuales se diseñan de manera independiente, pero deben estar relacionados entre sí, para garantizar una circulación vehicular ininterrumpida de una manera más cómoda y segura, conforme a las condiciones generales de la vía.

#### **VL'7 f]h]f]cg`XY`X]gY< c'**

El diseño geométrico es una de las partes principales de un proyecto de carreteras o vías urbanas, a partir de diferentes elementos y factores se obtienen las características requeridas, las cuales deben de satisfacer de la mejor manera distintos aspectos como la seguridad, comodidad, funcionalidad, economía, entre otros.

Se considera los siguientes criterios de diseño:

**GY[ i f]XUX"** Lo primero que se debe considerar en un diseño geométrico es la seguridad. Se debe hacer un diseño practico en donde sea entendible tanto ejecutor como cliente, es decir sin muchos detalles complicados de entender.

Mientras más uniforme sea una carretera será considerada más segura. La carretera debe estar compuesta por una buena señalización, para evitar daños que se puedan generar.

**9ghf]WU"** Se refiere a que el conductor se sienta estable y seguro al momento de recorrer por la vía, lo cual genera un mejor animo en ellos, es por esto que las vías deben de ser bien diseñadas para evitar accidentes.

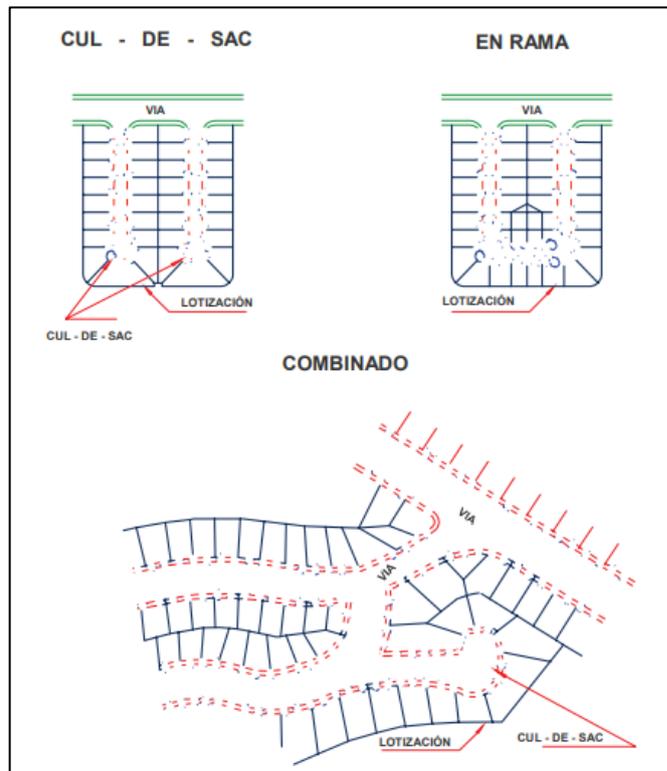


Figura N° 2.1: Características del flujo de vías locales  
Fuente: "Manual de diseño geométrico de vías urbanas, 2005  
VCHI"



## Df]bWd]cg`

Según la NACTO (Sadik – Khan, 2012):

**@Ug` ]bhYfgYWW]cbYg` XY` X]gYc` XYVYb` XY` gYf` `c` a zg` Wta dUWUXUg` dcg]V`Yg.** Con el fin de reducir la vulnerabilidad de los peatones, se busca a través del diseño de intersecciones compactadas, disminuyendo el tráfico en los puntos complicados e incrementando la visibilidad para todos los usuarios. Disminuir la adición de vehículos en las zonas de giro, romper las intersecciones complejas en una serie de pequeñas intersecciones.

**5 bU]nUf`Ug` ]bhYfgYWW]cbYg` Wta c` dUfh`XYi bUfYX.** Entender tanto la ciudad como la red y en donde las intersecciones forman parte de estas, no son aisladas, contemplando la red en términos de volumen de tráfico y capacidad.

Integrar en tiempo y espacio: A través de la semaforización y señalización y la reconfiguración de estas proporcionas una alternativa para resolver retrasos y congestiones, integrando espacial y temporalmente.

**@Ug` ]bhYfgYWW]cbYg` gcb` YgdUW]cg` dUfUWta dUfhf.** El objetivo no se enfoca estrictamente en reducir el número de accidentes para un usuario en un determinado punto, sino crear un espacio en donde los usuarios (conductor, peatón y ciclista) se conozcan y se crea una visibilidad para reducir la vulnerabilidad.

**I h]`nUf` YgdUW]c` Yl hfU` Wta c` YgdUW]c` d• V]Wt.** El aprovechamiento de los espacios en las intersecciones a través de la implementación de plazas.

**I gc` UWf` U`miZ` hi fc`XY` gi` Yc.** Las intersecciones son parte de los cambios constantes que una ciudad experimenta por ende el diseño de estas debe tomar en cuenta el uso del suelo actual y las proyecciones futuras.

## Diseño geométrico de una intersección

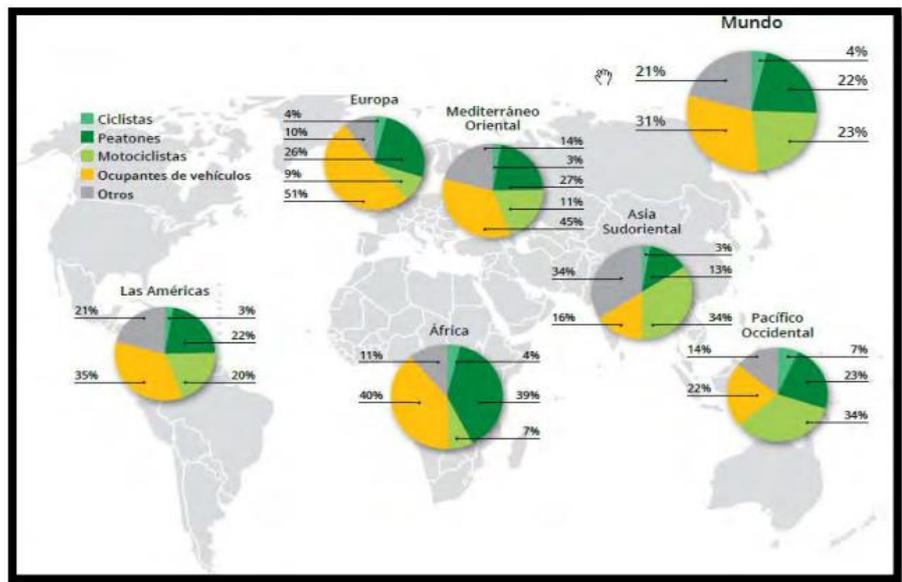
Para poder realizar el diseño geométrico de una intersección es necesario tomar en cuenta once principios:

Según el Boston Transportation Department (Menino & Tinlin, 2013):

1. **Accesibilidad universal.** El diseño debe cumplir con las reglas de accesibilidad universal, así mismo con las que la ciudad o el país requiera, estas en conjunto deben considerarse en todos los aspectos del diseño de intersección, comprendida desde la geometría, las señales y el tiempo beneficiando a todos los usuarios dentro.
2. **Materiales duraderos.** Los materiales implementados deben ser duraderos, sostenibles y que requiera de poca cantidad de mantenimiento. Se debe proporcionar un camino accesible y claro a través de las intersecciones.
3. **Recuperación de espacio.** Las intersecciones que contengan áreas anchas deben brindar una oportunidad para recuperar el espacio de la calle favoreciendo a los peatones, conductores y ciclistas así como para los espacios verdes.
4. **Señalización inteligente.** La disminución en la semaforización reducirá los tiempos de demora de los usuarios. A medida que la tecnología avanza, la señalización del tráfico debe evolucionar hacia un sistema más inteligente y equitativo que beneficie a los peatones, ciclistas, tránsito y vehículos.
5. **Control eficiente.** Deben ser evaluadas constantemente para proporcionar el control más eficiente y rentable, incluyendo los interruptores de STOP en caso sea necesario.
6. **Elementos necesarios.** Los elementos necesarios en una intersección como letreros, postes y las diferentes

señalizaciones, deben diseñarse cuidadosamente para maximizar el acceso y la funcionalidad, sin obstruir el paso de los peatones.

7. **>YfUfei ]nUW]CB' gY[ • b' `Ug' bYWYg]XUXYg' XY' `cg' i gi Uf]cg.** Los peatones y ciclistas son susceptibles a lesiones mucho mayores en caso de un choque con un automóvil. Como los peatones son los usuarios más vulnerables de las vías, los diseños deben de priorizar sus necesidades. Este principio de diseño debe incluir todos los aspectos, desde la determinación del número de carriles hasta la configuración de los cruces peatonales y el diseño de controles de tráfico.
8. **≠a d`Ya YbHUV]CB`XY`Y`Ya Yb]cg' j YfXYg.** Los elementos verdes de la calle deben incorporarse siempre que sea posible para reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire.
9. **I gc`XY`hVWbc`c[ ]U.** Proporciona información a las personas a través de dispositivos móviles con acceso a internet, que son particularmente útiles para las personas que caminan o están manejando. Los diseños deben considerar la inclusión de tags para proporcionar información de ruta, así como detalles sobre instalaciones y negocios locales y diferentes facilidades.
10. **@YnYg`XY`fzbg]lc.** Alentar a las personas a obedecer todas las leyes de tránsito, en particular las leyes que afectan la seguridad de los usuarios no motorizados. Los controles deben diseñarse de manera consistente y predecible para ayudar a fomentar comportamientos seguros.
11. **GYbgcfYg.** Implementación de sensores para monitorear y estudiar operaciones, condiciones de tráfico y calidad del aire para mejorar la eficiencia.



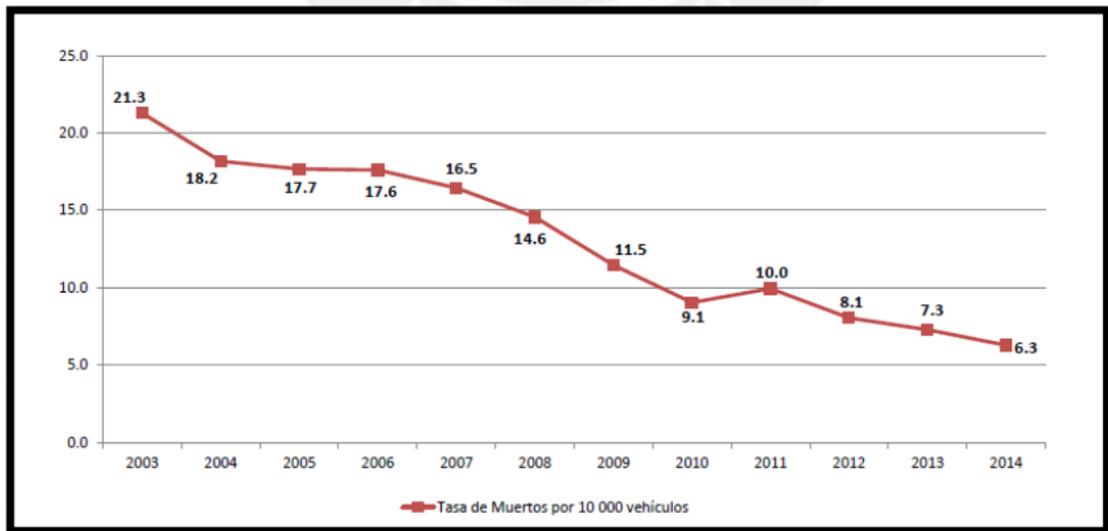
Fuente: Organización Mundial de la Salud (2015)

Respecto a las estadísticas presentadas en la figura anterior, son los peatones, ciclistas y motociclistas quienes a nivel mundial conforman la mitad de víctimas mortales, debido a que principalmente estos son los usuarios con mayor exposición al momento de un accidente ya que no llevan.

### U'GY[ i f]XUX'j ]U'Yb'Y'DYf• '

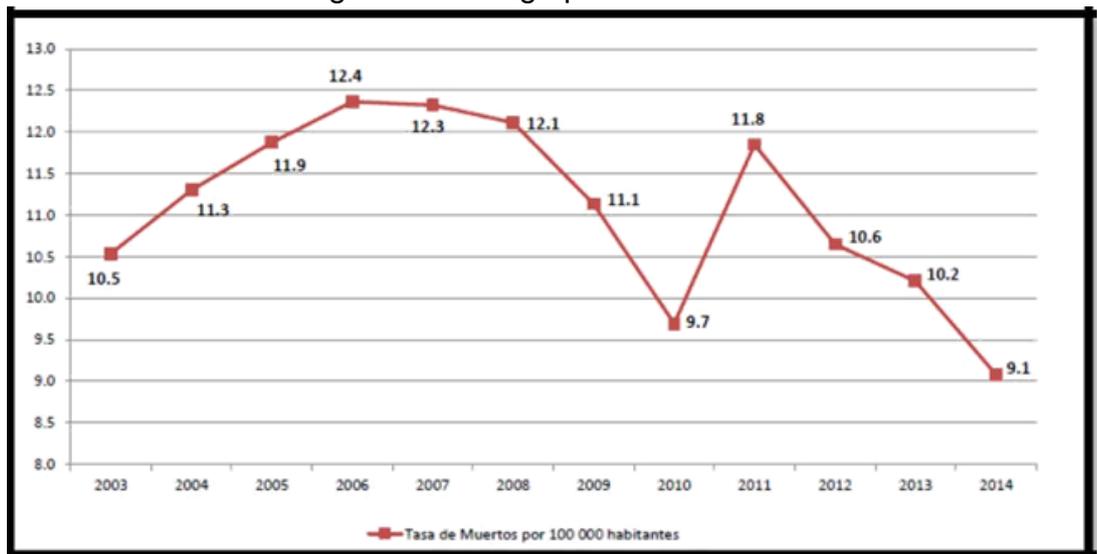
El análisis presentado por el Consejo Nacional de Seguridad Vial indica que los accidentes de tránsito se encuentran clasificados como un importante problema de salud pública. Debido a la innegable necesidad de transporte aparecieron, en nuestro sistema de transporte urbano e interurbano, los vehículos denominados coaster y combis, del mismo modo que los vehículos ligeros como taxis y mototaxis.

Figura N°2.5: Tasa de muertos por 10 000 vehículos



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014)

Figura 2.6 Riesgo personal



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014)

Los elevados índices de accidentalidad en el Perú constituyen una razón suficiente para iniciar un proceso de restauración de la seguridad vial nacional. Los accidentes de tránsito son un problema complejo y generalmente, se pueden aplicar varias soluciones a un mismo problema.

## **2.1.1. Definición de accidente vial**

### **2.1.1.1. Definición de accidente vial**

- **2.1.1.1.1. Definición de accidente vial**. “Se denomina también accidente vial o siniestro automovilístico al suceso inesperado y ajeno al componente humano que distorsiona el desplazamiento normal de los vehículos sobre la vía.”
- **2.1.1.1.2. Definición de acera**. “Se define como acera al ancho mínimo, o parte lateral pavimentada de la vía donde se ubica el mobiliario urbano, destinada básicamente al tránsito de los peatones.”
- **2.1.1.1.3. Definición de conteo de tránsito peatonal**. “También denominado volumen de tránsito peatonal o conteo, es el estudio que se realiza con frecuencia en la ingeniería de tránsito, el cual tiene como objetivo cuantificar la demanda de la infraestructura peatonal.”
- **2.1.1.1.4. Definición de conteo de tránsito vehicular**. “Denominado también volumen vehicular o conteo, es una muestra que tiene como objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, intersección o sección de vía en un periodo determinado.”
- **2.1.1.1.5. Definición de espacio de tránsito**. “Es un espacio destinado al tránsito de vehículos o personas que sirve como medio para el transporte de estos de un lugar a otro.”
- **2.1.1.1.6. Definición de trazado urbano**. “Aplicación de la ingeniería civil que consiste en ubicar el trazado de una vía urbana dentro de un terreno teniendo en cuenta diferentes factores como: la topografía, recursos hidrológicos existentes, la geología, el medio ambiente, los factores históricos y sociales.”

- **HfUa c' XY' WbWbfUMjCb' XY' UWWXYbhYg.'** ÍTCA o también denominados puntos negros son tramos de la carretera o vía urbana en los que se producen varios accidentes de tránsito cada año, para entrar en esta denominación el número de accidentes lo definen cada país."''

**&' '<]dCEYg]g'**

**&' '%<]dCEYg]g' [ YbYfU'**

Aplicando la propuesta de modificación del diseño geométrico se mejorará la seguridad vial, reduciendo la congestión vehicular y la ocurrencia de accidentes hasta en un 25% del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino.

**&' "<]dCEYg]g' YgdYWZ]WUg'**

- Según la información estadística el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino en el que es necesario mejorar la seguridad vial se localiza en la Av. César Vallejo con más de 10 accidentes reportados.
- El aforo peatonal y vehicular del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino en el que se propondrá la modificación del diseño geométrico indica que circulan más de 1 750 vehículos y menos de 200 personas por hora.
- La información brindada por el levantamiento topográfico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino en el que se propondrá la modificación del diseño geométrico indica que el terreno analizado presenta un relieve plano, con pendiente menor al 2%.
- El nivel de servicio del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino luego de la modelación de la modificación del diseño geométrico varía positivamente en un nivel, mejorando así la seguridad vial.

•  
•

75 DáHl @C' =

A9HC8C @C; ã'

' '%H]dc`c[ pUXY`U]bj Ygh[ UYCB`

' '%%H]dc`XY`U]bj Ygh[ UYCB`

- @Ucf]YbHUYCB`XY`U]bj Ygh[ UYCB`Yg`Ud`WUXUž ya que se investiga sobre un problema existente y se plantea la modificación del diseño geométrico del tramo con mayor en el distrito de El Agustino, basándose en estudios estadísticos existentes y propios.
- 9bZei Y7i UbhUHj cž porque trata de cuantificar datos estadísticos y medir la variable dependiente, la seguridad vial, en base al planteamiento de la modificación del diseño geométrico existente en el principal punto negro del distrito de El Agustino. Las proyecciones estadísticas halladas serán de utilidad para la ejecución de este proyecto.
- ãj Ygh[ UYCB` WffY UYcbUž porque estudia la relación entre ambas variables, y se espera que con el planteamiento de la modificación del diseño geométrico existente se mejore la seguridad vial del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino.

**' %& B]j Y`XY`U]bj Ygh[ UW]Cb`**

- **8 YgW]dhj cž** porque mide y describe adecuadamente la problemática actual y los procesos para realizar la modificación del diseño geométrico existente que favorecerá la seguridad vial del tramo en estudio, utilizando datos estadísticos propios obtenidos en campo.

**' %" ` 8 ]gY( c`XY`U]bj Ygh[ UW]Cb`**

- **GY[ • b`Y`dfcdOg]hc`XY`Ygh X]c.`Bc`9I dYf]a YbHJž** porque se realiza una investigación sobre la propuesta de modificación del diseño geométrico para mejorar la seguridad vial en un tramo crítico, lo cual requiere distintas pruebas en campo que permitirán a los investigadores analizar la realidad del manejo de la variable independiente y observar su efecto en la variable dependiente, validando el resultado final con bases teóricas y consulta a expertos, más no probándolo prácticamente.
- **GY[ • b`Y`b• a Yfc`XY`a YX]W]cbYg.`@b[ ]h X]bUž** porque la variable de estudio es medida en una sola ocasión, el tiempo que ellos tome es indiferente y su propósito finalmente es el de analizar la relación existente entre el planteamiento de la modificación del diseño geométrico y la seguridad vial.
- **GY[ • b`U`Wcbc`c[ ]UXY`Ug`cVgYfj UW]cbYg.`DfcgdYW]j cž** porque se trabajarán con datos propios recogidos mediante encuestas y estudios realizados en campo y se evaluarán respecto a diversos criterios de evaluación personal de los investigadores.

**' "& J Uf]UV`Yg`**

**J Uf]UV`Y`XYdYbX]YbH`**

La variable dependiente en la presente investigación es la **'gY[ i f]XUX`j ]U.**

J Uf]UV`Y`]bXYdYbX]YbHr`

La variable independiente en la investigación es el X]gY` c` [ Yca fh]Wc`r`

"" " & % C d Y f U ] n U W ] O B ` X Y ` U g ` j U f ] U V ` Y g `

U`C d Y f U ] n U W ] O B ` X Y ` U g ` j U f ] U V ` Y g ` ! ` J U f ] U V ` Y ` ] b X Y d Y b X ] Y b H r `

Tabla N° 1: Variable dependiente

J5 F 56 @`	8 A9 BG CB9 G`	B8 7 5 8 CF9 G`	BGHFI A9 BHCG`
.....G9; I F 858 J 5 @`	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidentalidad</li> <li>- Mortalidad</li> <li>- Tránsito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de accidentes de tránsito</li> <li>- Cantidad de víctimas mortales.</li> <li>- Congestión vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuadros y gráficos estadísticos</li> <li>- Software Synchro 8</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

V`C d Y f U ] n U W ] O B ` X Y ` U g ` j U f ] U V ` Y g ` ! ` J U f ] U V ` Y ` ] b X Y d Y b X ] Y b H r `

Tabla N° 2: Variable independiente

J5 F 56 @`	8 A9 BG CB9 G`	B8 7 5 8 CF9 G`	BGHFI A9 BHCG`
8 G9 wC` ; 9 C A v H F 7 C`	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información estadística</li> <li>- Aforo vehicular y peatonal</li> <li>- Levantamiento topográfico</li> <li>- Nivel de Servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de accidentes reportados en la comisaria de El Agustino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuadros estadísticos</li> <li>- Formatos de aforo</li> <li>- Manual de diseño geométrico de vías urbanas VCHI 2005</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de vehículos y transeúntes*</li> <li>- Tipología del terreno y % de pendiente*</li> <li>- Nivel A,B,C,D, y E*</li> </ul>	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

\* " 'DcV'UW]Cb' mia i YglfU'

' " "%'DcV'UW]Cb'

Para la presente tesis, la población estará conformada por todos los tramos viales ubicados dentro del distrito de El Agustino.

**U'7 f]hYf]cg'XY']bWi g]Cb.'**

- Tramos viales en ambos sentidos.
- Tramos viales con dos o más carriles por sentido.
- Tramos viales que cuenten con berma central.
- Tramos viales con más de un accidente de tránsito registrado en el año 2018.
- Tramos viales con cinco o más víctimas mortales en el periodo 2014 - 2018.
- Tramos viales construidos hace más de 20 años.
- Tramos viales sin arreglos o modificaciones durante el año 2018.

### **VL7 f]hYf]cg`XY`Yi Wi g]Ob.**

- Tramos viales en un solo sentido.
- Tramos viales con un solo carril por sentido.
- Tramos viales que no cuenten de berma central.
- Tramos viales sin accidente de tránsito registrados en el año 2018.
- Tramos viales con menos de cinco víctimas mortales en el periodo 2014 - 2018.
- Tramos viales construidos hace 20 años o menos.
- Tramos viales con arreglos o modificaciones durante el año 2018.

### **..... " "&Ai YghU**

La muestra es de tipo no probabilística, debido a que no se necesita la utilización de ninguna fórmula, y finita, porque es menor a 100 mil. Para esta investigación la muestra fue el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino: la intersección entre las Av. César Vallejo y 1ero Mayo.

### **' (" `HfVb]WUg`XY`]bj Ygh] [ UV]Ob`**

La técnica de investigación es de observación y recolección de datos, considerándose de tipo Estadística, porque permite a los investigadores estimar parámetros claves para poder realizar la modificación del diseño geométrico en un tramo afectado por los constantes accidentes de tránsito.

### **' ") `bglfi a Yblcg`midfcWVX]a ]Yblc`**

Esta investigación se inició con el estudio de términos fundamentales que hacen posible su desarrollo: Diseño geométrico, seguridad vial, accidentes de tránsito y tramo de concentración de accidentes. Se empezó con la definición, los estudios y pasos a seguir necesarios para

obtener un buen diseño geométrico que garantice la seguridad vial. obtenidos de fuentes como MTC, INEI, CNSV, entre otros. Siguiendo con el término tramo de concentración de accidentes, se profundizó sobre la definición y los métodos empleados para poder identificarlos. Por último, se buscó la información necesaria sobre medidas correctivas de diseños geométricos existentes que han sido empleados en Perú y otros países, y cómo estos se vieron reflejadas en la reducción de accidentes de tránsito.

Una vez revisado el marco teórico, se procedió a identificar los tramos con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino, Lima. Para ello, se visitó la municipalidad y comisarías correspondientes con el fin de recoger información estadística sobre, para luego identificar las causas del problema mediante visitas de campo, levantamiento topográfico, medida de aforo vehicular y peatonal, y entrevistas no documentadas a pobladores de la zona.

Finalmente, con la información recopilada y los datos obtenidos se procedió a plantear la modificación del diseño geométrico en un plano de AutoCAD, el cual incluyó todas las medidas correctivas que deberían ser empleadas en el tramo crítico del distrito para así mejorar la seguridad vial. Para validar la modificación del diseño geométrico, se realizó el comparativo antes y después con la modelación del flujo de tránsito mediante el análisis del nivel de servicio con el software Synchrho 8.

7 5 DãHl @C`J`

8 9 G5 FFC @@C`

( '%5 bz`]g]g`midfcW]gc`XY`WUgc`dfzW]Vt`

( '%%%8 ]glf]lc`Yb`Yghi X]c`

Como se mencionó más del 50% de los accidentes de tránsito ocurridos en el país se producen exclusivamente en el departamento de Lima, debido a la alta concentración de la población en la capital y al crecimiento anual del parque automotor.

Para esta investigación, se plantea como punto de estudio el distrito de El Agustino. Si bien es cierto, actualmente el principal problema de la ciudad de Lima es el distrito de San Juan de Lurigancho debido a que cuenta con el mayor número de habitantes; El Agustino fue escogido porque presenta vías altamente transitadas en mal estado y las autoridades locales no muestran interés en realizar una mejora ni mucho menos se invierte en sistemas de seguridad vial, añadido a que se contaba con el acceso a la información y data estadística actualizada necesaria para el desarrollo de este estudio.

El distrito de El Agustino fue fundado el 6 de enero de 1965, se encuentra ubicado en la zona central de Lima Metropolitana, en la margen izquierda de la cuenca del río Rímac, y junto a otros siete distritos conforman el área denominada Lima Este.

Geográficamente está ubicado entre los 12° 01' 15" y 12° 03' 45" de latitud Sur y entre los 76° 56' 15" y 77° 00' 45" de longitud Oeste (Imagen N°2). Actualmente cuenta con una población de 198 862 habitantes y posee una superficie de 12.54 km<sup>2</sup>, los que representan el 0.45% de la superficie total de Lima metropolitana.

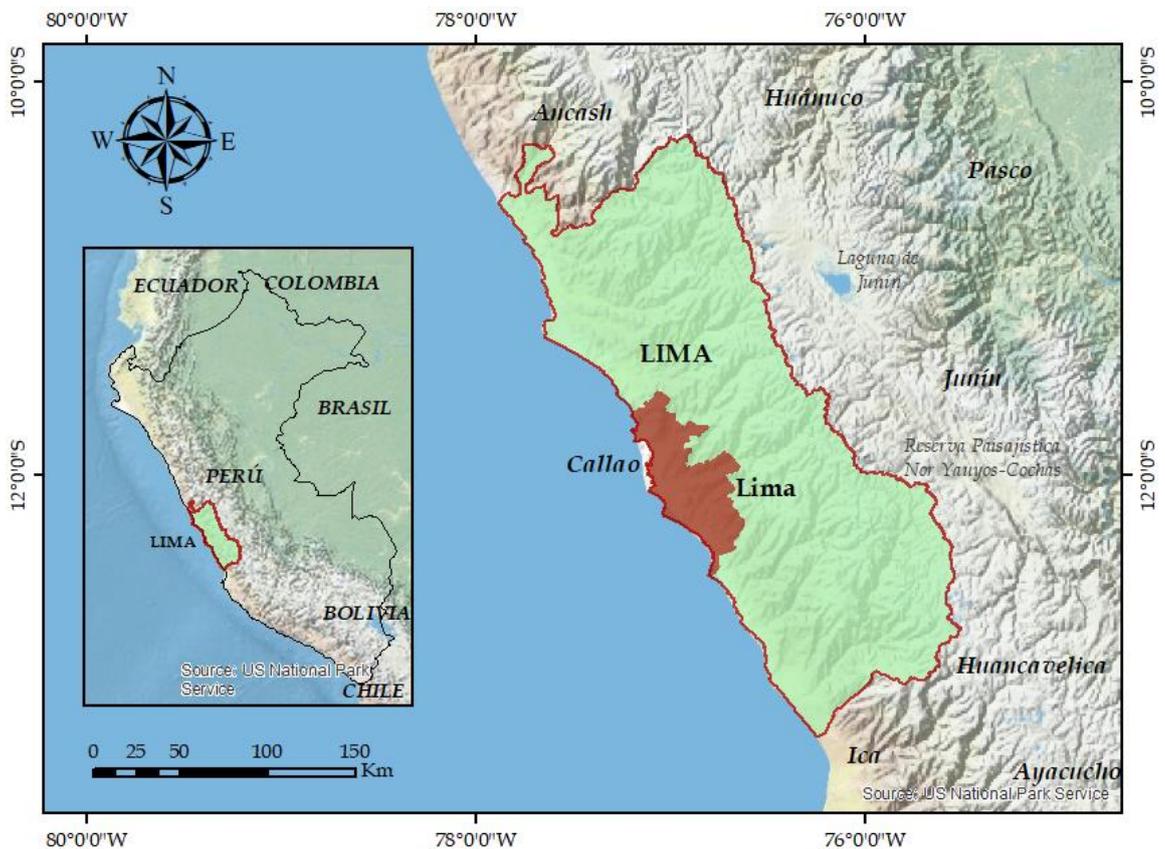


Imagen N° 1: Ubicación geográfica de Lima  
Elaboración propia  
Fuente: ArcGis

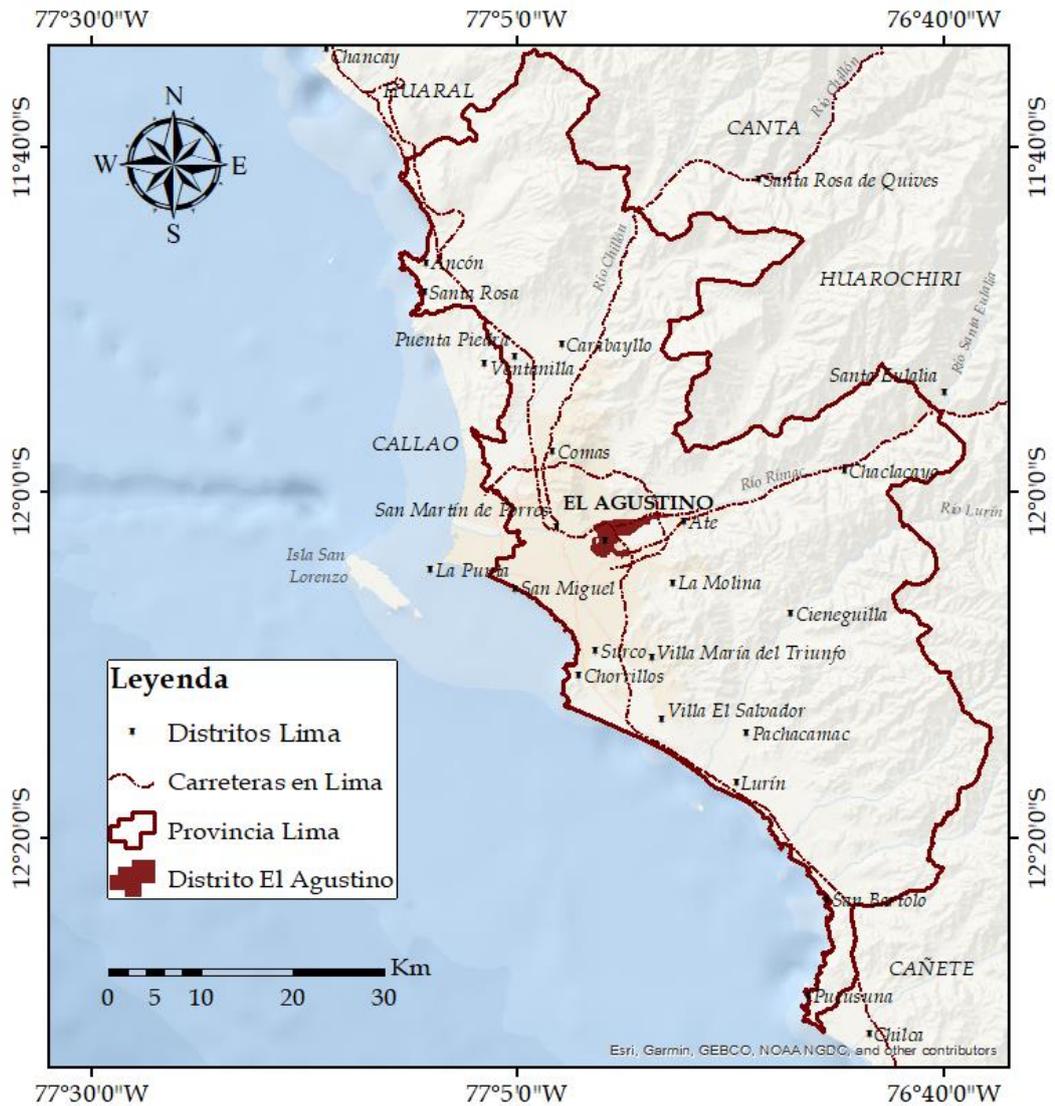


Imagen N° 2: Ubicación geográfica del distrito de El Agustino  
 Elaboración: Propia  
 Fuente: ArcGis

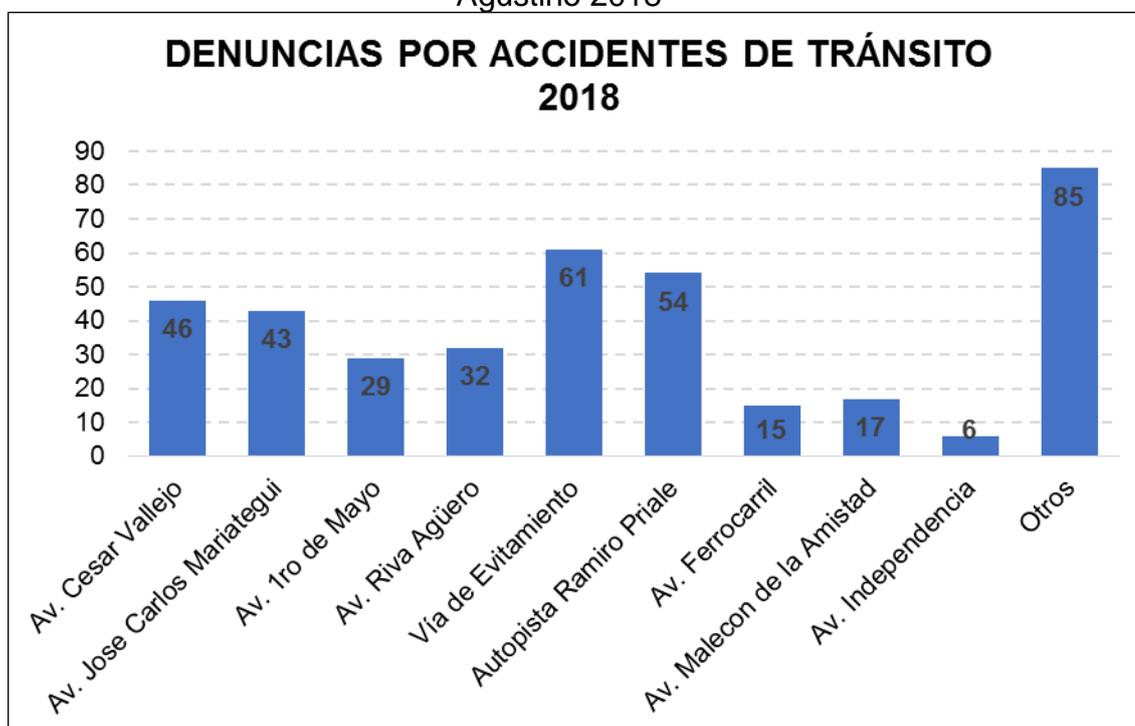
( "%&" @WU]nUWYCB' XY' fUa c' Wb' a Uncf' WcbWYbf UWYCB' XY' UWYXYbhYg' XY' fzbglhc' Yb' Y' X]gh]hc' XY'9' '5 [ i gh]bc'

Para la localización del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito o punto negro del distrito de El Agustino fue necesario recopilar la información estadística existente sobre todos los siniestros ocurridos en los últimos años, los cuales en teoría deberían estar disponibles en las instituciones públicas del Perú, tales como el INEI o el MTC, y ser de libre acceso; sin embargo, cuando se buscó dicha

información no se pudo encontrar data actualizada. El último reporte elaborado y publicado por el MTC corresponde al año 2015, dicho documento incluye la identificación de todos los puntos negros del distrito de El Agustino e indica a detalle las características de cada tramo crítico en el periodo correspondiente entre los años 2011 – 2014.

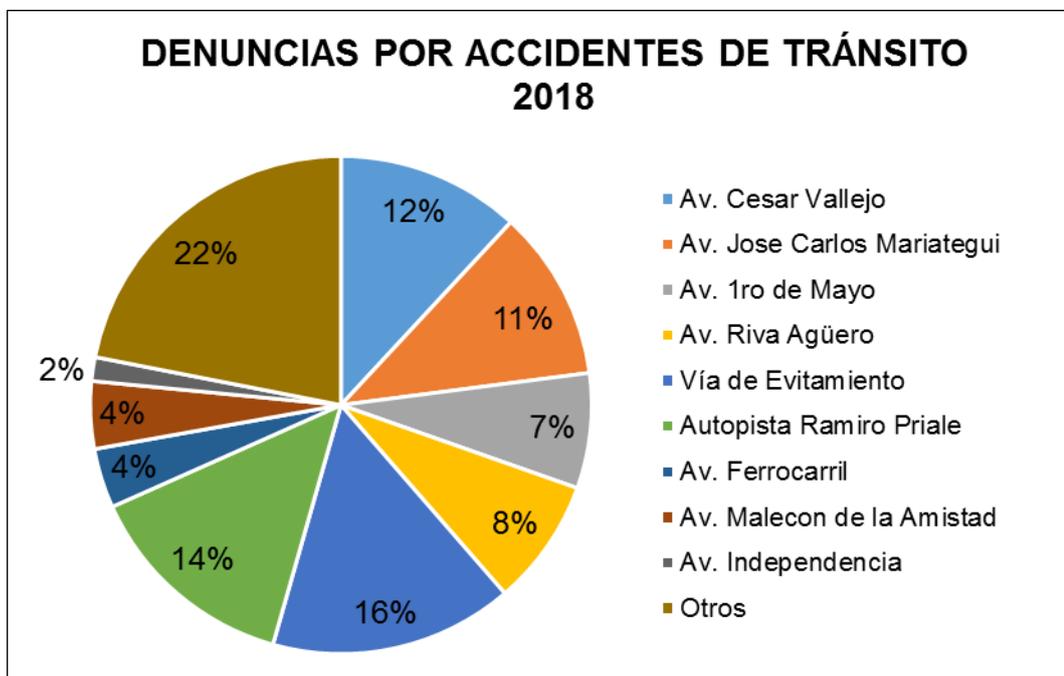
Debido a la antigüedad de la información publicada, para el desarrollo de esta investigación se decidió realizar visitas a la municipalidad de El Agustino y a varias comisarías del distrito, y a pesar de que la información interna en estas instituciones se mantienen en estricto privado, se logró obtener el reporte de los accidentes denunciados y registrados a lo largo de todo el año 2018, del cual se realizó un filtro para poder obtener otro reporte, pero esta vez solo de accidentes de tránsito como se puede visualizar en el Anexo N°3, dicha información a la fecha no ha sido divulgada por el MTC. Este Anexo presenta de forma detallada las especificaciones de cada denuncia por accidente de tránsito reportado, las cuales se pueden resumir en los siguientes gráficos estadísticos.

Gráfico N° 5: Denuncia por accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino 2018



Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 6: Denuncias de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino 2018.



Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

En el gráfico anterior se observa la cantidad de denuncias reportadas por accidentes de tránsito ocurridos en todo el distrito de El Agustino, agrupándolas en las vías principales, obteniendo los siguientes porcentajes:

- 16% en la Vía de Evitamiento
- 14% en la Autopista Ramiro Priale
- 11% en la Avenida José Carlos Mariátegui
- 8% en la Avenida Riva Agüero
- 7% en la Avenida Primero de Mayo
- 4% en la Avenida Malecón de la Amistad
- 4% en la Avenida Ferrocarril
- 2% en la Avenida Independencia
- 22% en otras

Cabe resaltar que estos valores reflejan la cantidad de ocurridos en el año 2018 en toda la extensión de dichas vías dentro del distrito de El Agustino, donde se puede observar que las avenidas con más accidentes reportados son la Vía de Evitamiento (16%) y la Av. Ramiro Prialé (14%), sin embargo luego de realizar el análisis detallado de cada vía, punto negro no pertenecía a estas vías, si no, se encontraba dentro de la Avenida Cesar Vallejo.

Tomando en cuenta que los puntos negros son tramos viales con una extensión no mayor a 100 metros, para poder localizar el tramo con mayor concentración de accidentes, todos los reportes se georreferenciaron en un mapa para facilitar la identificación, donde cada punto de color azul indica un suceso registrado.

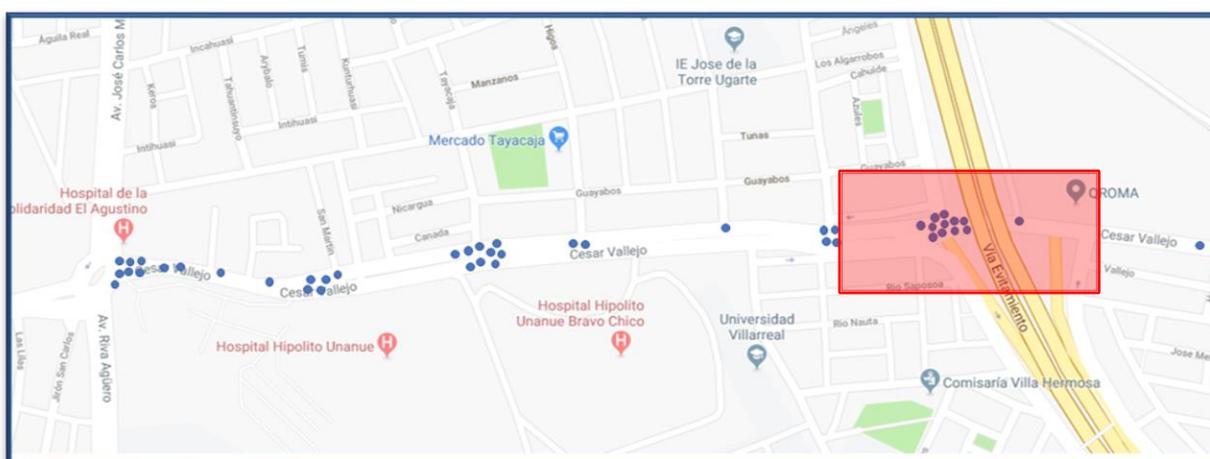


Imagen N° 3: Localización de punto negro  
Fuente: Google Maps

Aplicando este método se pudo determinar que el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino con 12 denuncias registradas, se ubica en la intersección de las Av. César Vallejo y 1ero de Mayo.

- .
- .
- .

Tabla N° 3: Ubicación del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino

DATOS	
DEPARTAMENTO	LIMA
PROVINCIA	LIMA
DISTRITO	EL AGUSTINO
LATITUD SUR	12°02'21"
LONGITUD OESTE	76°59'17"
ALTITUD	230 m.s.n.m

Elaboración: Propia

Según los especialistas, lograr obtener la de tránsito todos estos no son reportados en las comisarías. Muchos casos se suelen resolver directamente entre las partes afectadas sin la intervención de ningún policía o autoridad competente y generalmente solo son reportados aquellos sucesos que dejan pérdidas materiales, heridos o en el peor de los casos personas fallecidas. Por ello se necesita utilizar siempre un factor que permita obtener estadísticas más cercanas a la realidad, al que se le denomina "factor de expansión". Para este caso, el factor de expansión dado por las autoridades del distrito de El Agustino es de 4, el mismo que será utilizado en esta investigación, lo que quiere decir que cada suceso registrado en la comisaría equivale realmente a la ocurrencia de 4 accidentes de tránsito.

Por lo tanto, si en el reporte existían 12 denuncias registradas en el punto negro, aplicando el factor de expansión, se podría decir que en realidad se produjeron 48 accidentes en dicho punto.

( "% "7 UFWYf]nUWYf`XY`fUa c`W`b`a`U`ncf`  
W`b`W`b`f`U`W`Y`f`XY`U`W`Y`X`Y`b`h`Y`g`XY`f`z`b`g`]`c`XY`X`]`g`f`]`c`XY`9``5`[`i`g`]`b`c`

La intersección entre las Av. Cesar Vallejo y 1ero de Mayo (Imagen N°4 y 5), se encuentra ubicada en una zona de alta actividad humana y transitividad, debido a que se encuentra en el límite de los distritos de San Anita y El Agustino, perteneciendo al último en mención.





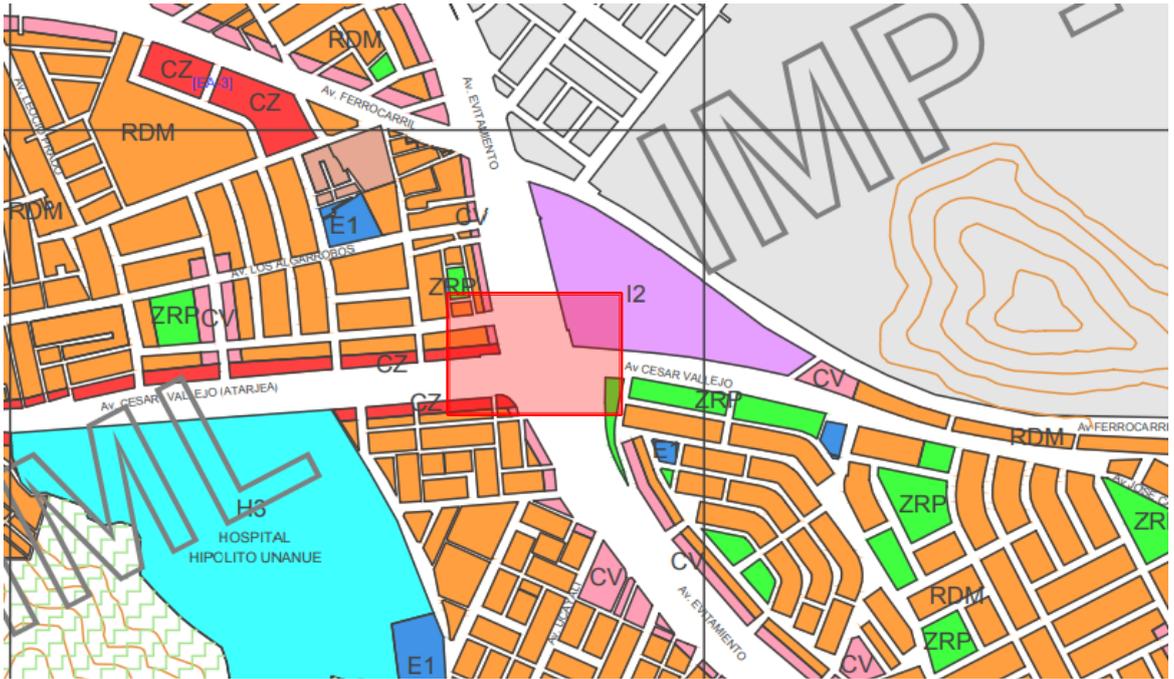


Imagen N° 6: Zonificación  
Fuente: Municipalidad de El Agustino



Imagen N° 7: Leyenda de zonificación  
Fuente: Municipalidad de El Agustino

Con respecto a este punto negro, el MTC tiene publicada desde el año 2015 una ficha denominada “Caracterización técnica de puntos negros”, la cual brinda detalles estadísticos sobre los accidentes producidos en ese punto durante el periodo 2011 - 2014, datos como frecuencia anual, frecuencia mensual, frecuencia diaria, tipo de transporte, frecuencia de accidente de tránsito por hora, severidad del accidentes, consecuencias por involucrado, tipo de accidente, vehículos involucrados y causas asociadas.

Para el periodo indicado, ese punto negro se encontraba como priorización N°6 dentro del distrito y estaba conformado por 14 accidentes reportados de acuerdo a la muestra de los Censos Nacional de Comisarias (CENACOM); sin embargo, aplicando los factores de expansión de cada año, se estimó la ocurrencia de 95 accidentes en esa zona dentro del periodo indicado.

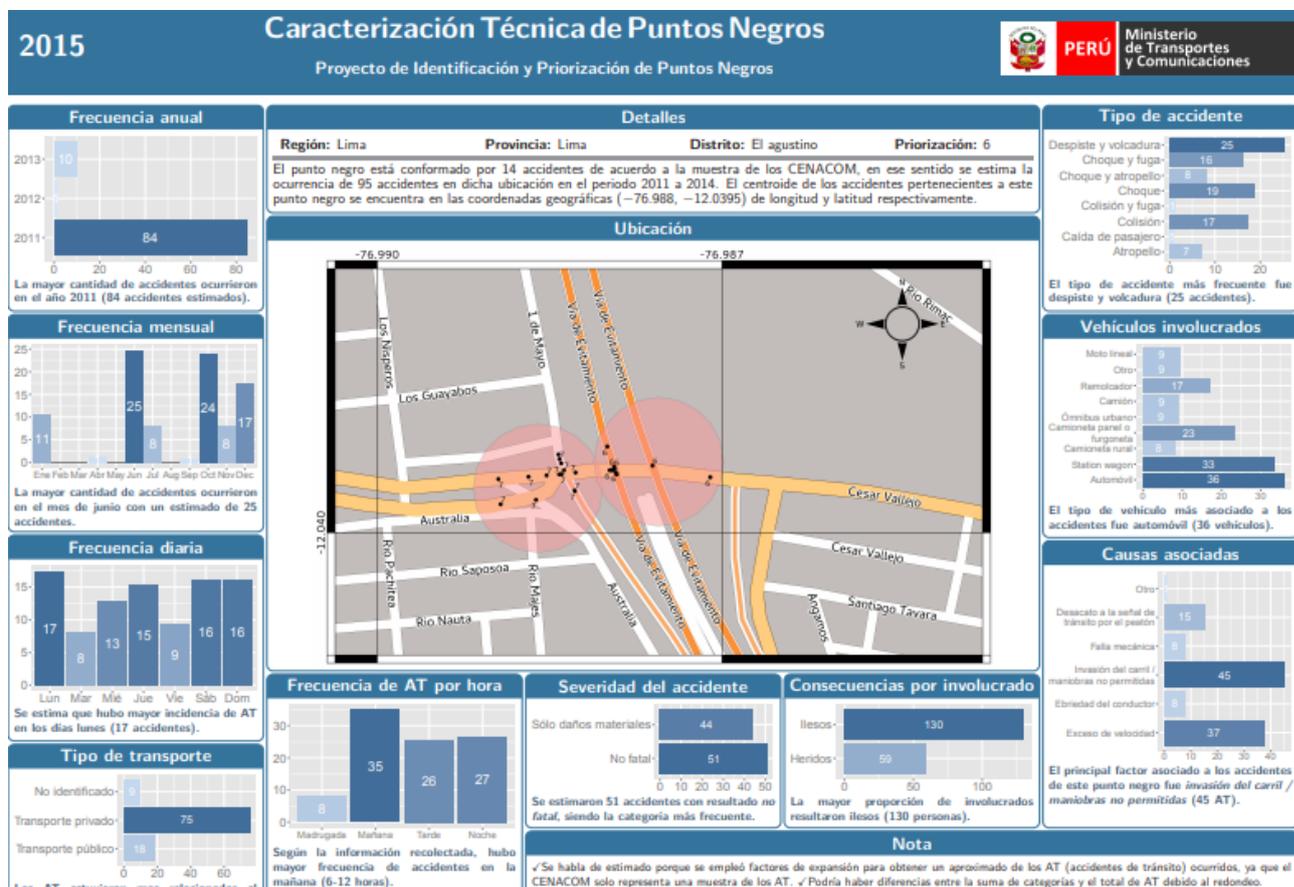


Imagen N° 8: Caracterización Técnica de Puntos Negros

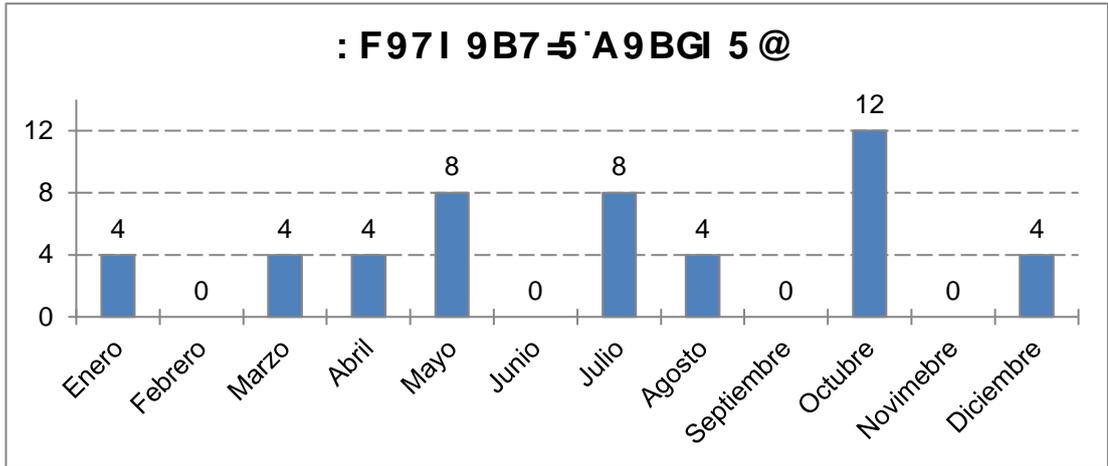
Fuente: MTC 2015

De la imagen anterior resaltan las siguientes características:

- Los accidentes de tránsito estuvieron relacionados a vehículos privados (75 accidentes)
- Hubo mayor frecuencia de accidentes en la mañana entre las 6 am. y las 12pm. (35 accidentes).
- Respecto a la severidad de los accidentes, se han presentado 55 accidentes con resultado "No fatal".
- La mayor proporción de los involucrados resultaron ilesos. (130 personas)
- El tipo de accidente más frecuente fue el despiste y volcadura. (25 accidentes)
- El tipo de vehículo más involucrado en los accidentes de tránsito es el automóvil. (36 accidentes)
- El principal factor asociado a los accidentes de tránsito fue invasión de carril / maniobras no permitidas. (45 accidentes)

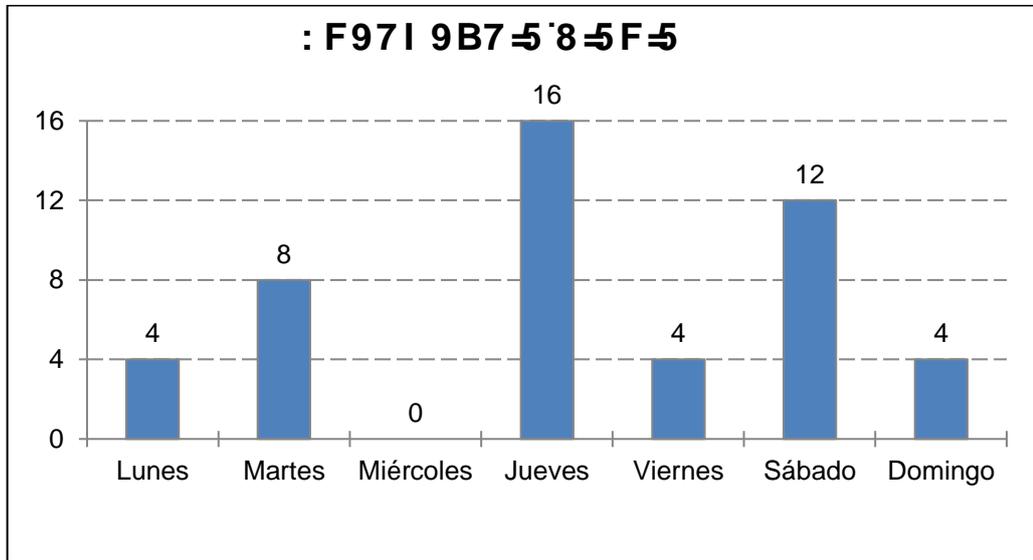
Con la información estadística actualizada del año 2018 obtenida de los 48 accidentes de tránsito ocurridos en el tramo crítico del distrito y siguiendo el esquema de la ficha técnica que brinda el MTC, se realizó a detalle las características del punto negro en estudio como se puede observar a continuación:

Gráfico N° 7: Frecuencia Mensual



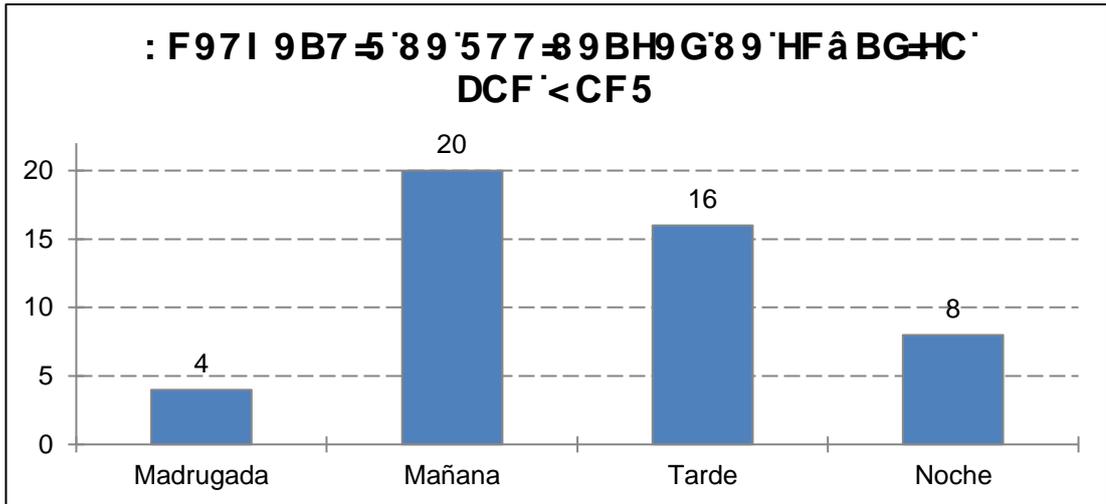
Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 8: Frecuencia diaria



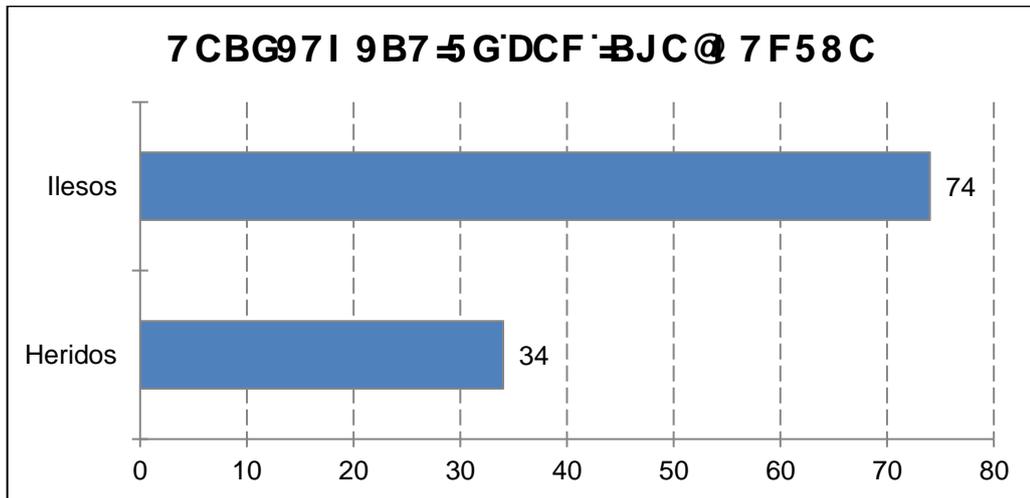
Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 9: Frecuencia de accidentes de tránsito por hora



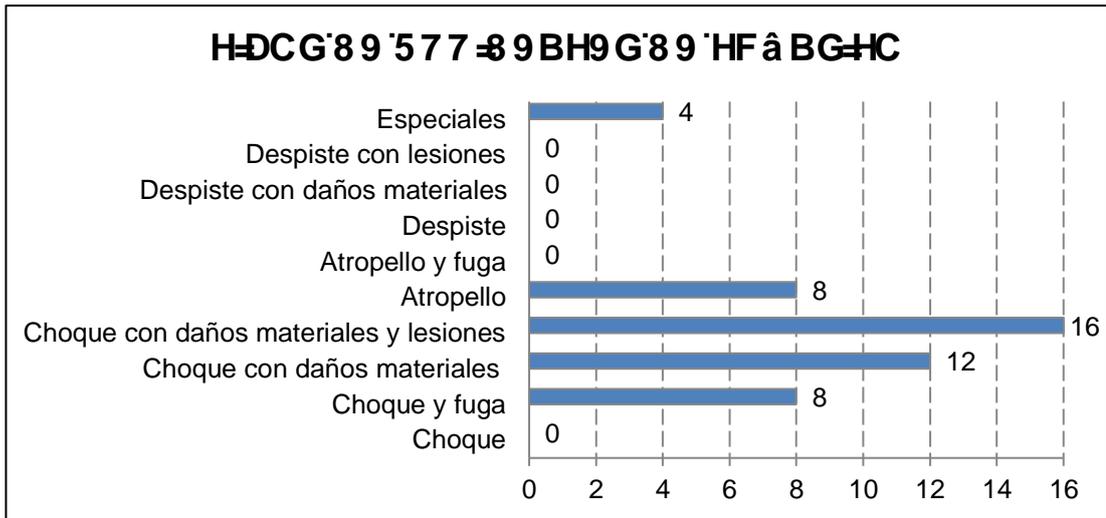
Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 10: Consecuencia por involucrado



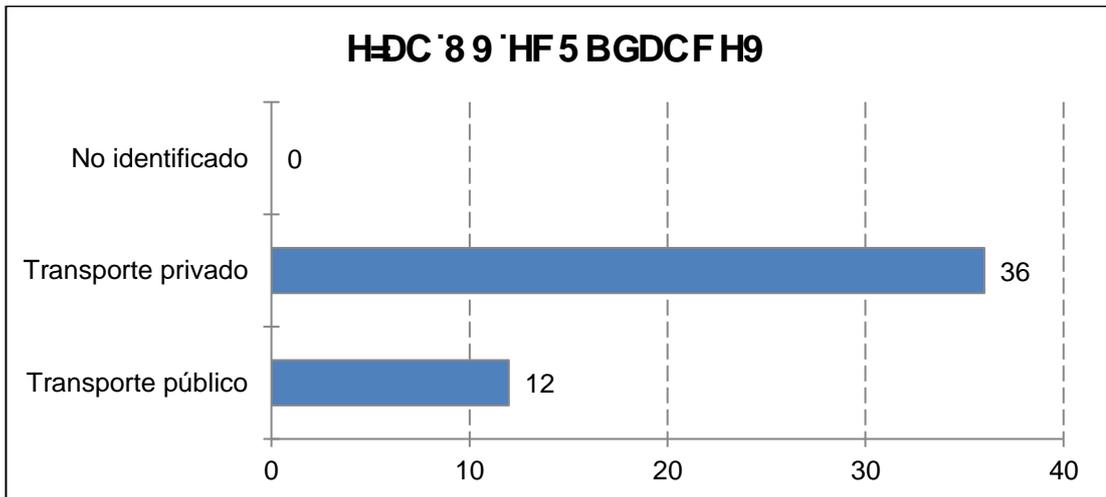
Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 11: Tipos de accidentes de tránsito



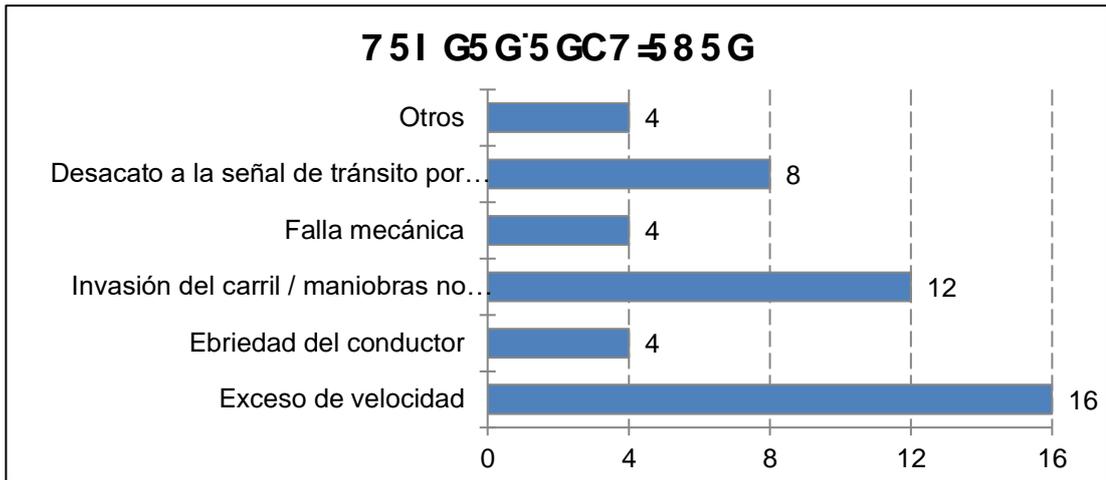
Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 12: Tipo de transporte



Fuente: Comisaria de El Agustino  
Elaboración Propia

Gráfico N° 13: Causas asociadas



Fuente: Comisaría de El Agustino  
Elaboración Propia

De los datos obtenidos según el reporte de las denuncias realizadas en la comisaría del distrito de El Agustino en el año 2018:

- Los jueves son los días con mayor incidencia de accidentes (16 accidentes).
- Hubo mayor frecuencia de accidentes en las mañana y en las noche. (20 y 16 accidentes respectivamente).
- La mayor proporción de los involucrados resultaron ilesos. (74 personas)
- En cuanto a las personas involucradas, hubieron 34 heridos
- El tipo de accidente más frecuente fue choque con daños materiales y lesiones. (16 accidentes)
- Los principales factores asociado a los accidentes de tránsito fueron exceso de velocidad e invasión de carril / maniobras no permitidas. (16 y 14 accidentes respectivamente)

( "% ( " => Ybh]ZVUW]OB`XY`cg`ZUWcfYg`ei Y[ YbYfUb`  
`cg`UWYXYbhYg`XY`fzbg]hc`Yb`Y`lfUa c`Vt`b`a`Umc`f`Vt`b`WVbhf`UW]OB`XY`  
UWYXYbhYg`XY`fzbg]hc`

## HfUVUc`XYWla dc`

Fue necesario realizar varias visitas al punto negro en estudio en diferentes días y horarios, a fin de analizar el problema desde varias perspectivas. Para poder plasmar el diseño o estado actual de la zona en AutoCAD, era necesario contar con el levantamiento topográfico o plano catastral del mismo, el cual fue solicitado a inicios del mes de marzo a las autoridades correspondientes de la municipalidad de El Agustino, quienes en teoría deberían tener registrada dicha información; no obstante, la respuesta que se obtuvo fue negativa, alegando que debido al nuevo cambio en la gestión municipal efectuada a inicios de este año, existía aún un punto de quiebre, mal manejo y organización con respecto a la información que dejó la gestión municipal anterior.

Por tal motivo, con ayuda del software Google Earth se tuvo que realizar un levantamiento topográfico propio, el cual indica que el terreno analizado presenta un relieve plano, con pendiente de 1%. Se incluyeron todas las demarcaciones y señalizaciones existentes *in situ*.

A continuación se presenta un panel fotográfico con los diversos problemas encontrados en campo:

- Alta presencia de congestión vehicular



Imagen N° 9: Congestión vehicular en la Avenida César Vallejo  
Fuente: Propia



Imagen N° 10: Congestión vehicular en la Avenida 1ero de Mayo  
Fuente: Propia

- Debido a la falta de señalización, los peatones exponen sus vidas cruzando la calzada por lugares no permitidos.



Imagen N° 11: Peatón cruzando la vía  
Fuente: Propia



Imagen N° 12: Grupo de peatones cruzando la vía  
Fuente: Propia

- El ancho de las vías varía a lo largo de todo el tramo. La variación va de entre los 20 y 40 cm de diferencia.



Imagen N° 13: Ancho de vía Av. César Vallejo en dirección a Santa Anita  
Fuente: Propia



Imagen N° 14: Ancho de vía Av. César Vallejo en dirección a El Agustino  
Fuente: Propia

- Las vías presentan carriles sin demarcaciones, lo que genera caos y hace que sea más fácil la invasión de carriles y maniobras peligrosas.



Imagen N° 15: Carriles de vía sin demarcación  
Fuente: Propia



Imagen N° 16: Avenida César Vallejo  
Fuente: Propia

- Falta de señales informativas, preventivas y prohibitivas, tanto en horizontales como en verticales.



Imagen N° 17: Avenidas sin señalizaciones  
Fuente: Propia



Imagen N° 18: Falta de señalización vertical y horizontal  
Fuente: Propia

- En la Avenida César Vallejo se puede observar un paradero de buses en dirección Santa Anita – El Agustino; sin embargo, en la calzada de en frente dirección El Agustino – Santa Anita, este no existe, lo que genera caos vehicular, ya que los buses y autos se detienen en cualquier tramo de la vía a recoger pasajeros.



Imagen N° 19. Paradero Av César Vallejo (Santa Anita - El Agustino)  
Fuente: Propia



Imagen N° 20: Ausencia de Paradero en la Av. César Vallejo (El Agustino - Santa Anita)  
Fuente: Propia

- El mantenimiento y limpieza no es muy frecuente en está intersección pues en las visitas se han encontrado restos de desmontes en las pistas y veredas.



Imagen N° 21: Vista general en intersección de avenidas  
Fuente: Propia

- Falta de semáforos peatonales en los cruces y pases de cebra.



Imagen N° 22: Ausencia de semáforos peatonales  
Fuente: Propia

- Veredas con varios tramos incompletos y en mal estado.



Imagen N° 23: Veredas incompletas  
Fuente: Propia

- La mayor parte de los cruces peatonales (pasos de cebra y líneas de parada) ya no se encuentran visibles para los peatones ni conductores debido al tiempo.



Imagen N° 24: Paso de cebra y línea de parada invisibles  
Fuente: Propia



Imagen N° 25: Pasos de cebra despintados  
Fuente: Propia

- Calzadas y veredas deterioradas y en malas condiciones



Imagen N° 26: Deterioro de calzadas  
Fuente: Propia



Imagen N° 27: Deterioro de veredas  
Fuente: Propia

- Mototaxis y otros vehículos invaden los carriles de doble sentido.



Imagen N° 28: Invasión de carriles  
Fuente: Propia

- Vías que podrían servir como rutas alternas para descongestionar el punto en estudio se encuentran con acceso restringido.



Imagen N° 29: Avenida Ferrocarril  
Fuente: Propia



Imagen N° 30: Calle Río Rímac  
Fuente: Propia

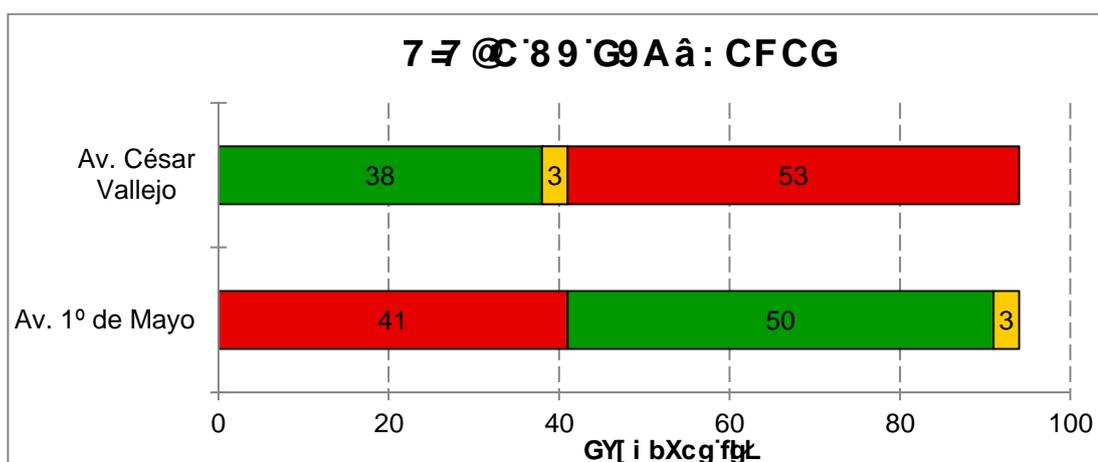
### **El semáforo**

El semáforo es un elemento utilizado en las vías urbanas que cumplen la función de ordenar el paso y el tránsito tanto de vehículos de transporte en general, como de peatones. Son manejados por una red que ayuda a sincronizarlos, para así consentir el flujo correcto sobre las vías, pero cuando esta red falla o presenta una inadecuada programación, genera diversos conflictos que pueden terminar convirtiéndose en posibles accidentes de tránsito.

La inadecuada programación de los tiempos asignados en un semáforo es la causante de varios conflictos en una intersección, razón por la cual se optó por incluirlo en la presente investigación.

Para esta muestra, se tomó en cuenta los tiempos de duración de los semáforos existentes en ambas avenidas involucradas en la intersección en estudio, para obtener un valor consistente, se realizó la medida de los tiempos por cada color hasta en 5 oportunidades, obteniendo finalmente como resultado la siguiente lectura.

Gráfico N° 14: Ciclo de semáforos



Fuente: Propia  
Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico anterior, el ciclo del semáforo en la Av. César Vallejo está conformado por 38s. en verde, 3s. en ámbar y 53s. en rojo, mientras que en la Av. 1ero de Mayo se tienen 41s en rojo, 50s. en verde y de igual forma 3seg en ámbar.

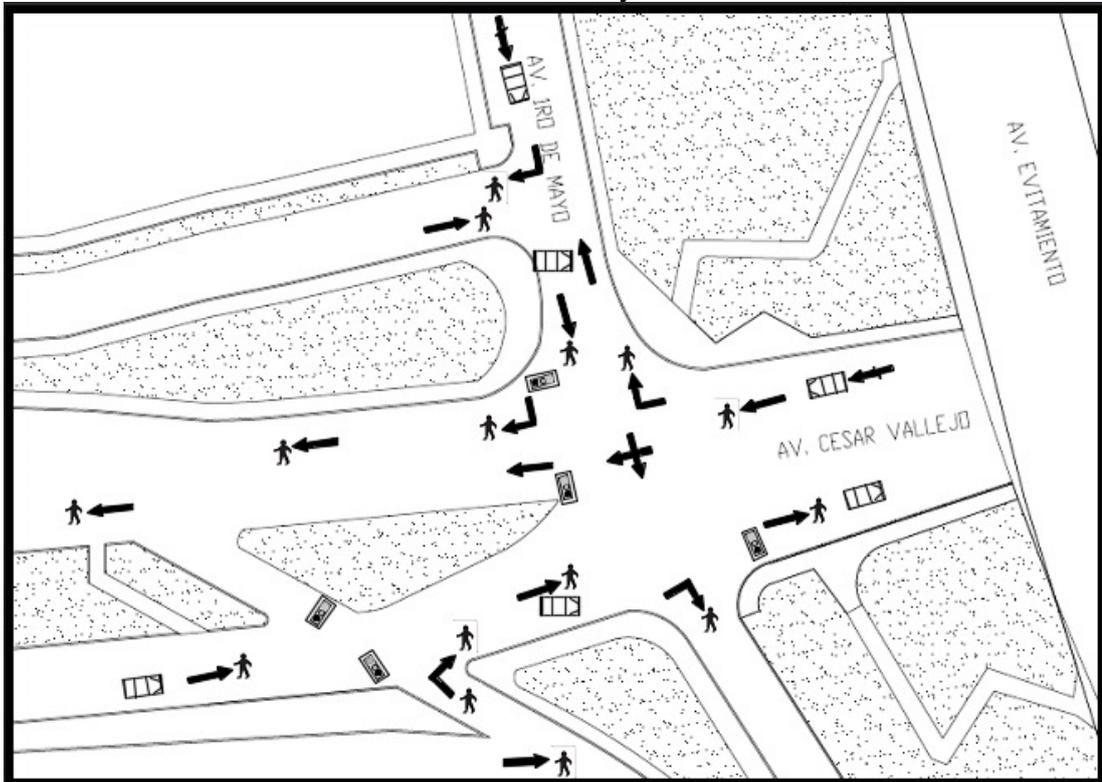
En este caso en específico, se logran visualizan dos problemas: El primero, consiste en la poca duración del semáforo en verde en la Avenida Cesar Vallejo, siendo esta la avenida principal y más transitada; y el segundo problema encontrado es que no existe un el intervalo “Todo rojo”; este tiempo es sumamente necesario para que los vehículos, que en este caso se encuentran en medio de la intersección, tengan tiempo necesario para despejar la vía antes de que el flujo en diferente dirección comience, del mismo modo es aplicado para que los peatones pueda cruzar la calzada de forma más segura.

### 8 ]U[ fUa UXYWt bZ]Wcg'

Para esta investigación, se consideró también realizar un diagrama de conflictos, un diagrama en el cual se deben marcar con las respectivas simbologías todos los posibles accidentes de tránsito o sucesos que podrían

ocurrir en el punto de estudio, a fin de poder identificarlos y tenerlos en cuenta para la modificación del diseño geométrico existente.

Gráfico N° 15: Diagrama de conflictos - Intersección Av. César Vallejo y Av. 1ero de Mayo



Elaboración: Propia



Imagen N° 31: Simbología de Diagrama de conflictos

Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (CONASET)

En el gráfico de diagrama de conflictos del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino, se pueden visualizar los posibles sucesos que podrían ocurrir tales como, colisión o posible colisión entre dos vehículos pasando por la intersección, choque o posible choque

con vehículos estacionados, atropello o posible atropello a peatón, entre otros.

## 5.2.1.1. Metodología

El aforo vehicular es necesario para poder determinar qué vehículos y en qué cantidad circulan por el tramo en estudio. Para determinarlo, se resolvió que era conveniente realizar el conteo interdiario a detalle por un periodo de 4 semanas consecutivas, del 25 de Marzo al 20 de Abril del 2019, en las 8 posibles rutas que se involucran en el cruce, a fin de obtener los datos más cercanos a la realidad posibles.

Tabla N° 4: Cronograma de Aforo

A5FNC						
@ B"	A5F"	A⇒"	>I 9"	J⇒"	Gâ6"	8CA"
25	26	27	28	29	30	31
56F=@						
@ B"	A5F"	A⇒"	>I 9"	J⇒"	Gâ6"	8CA"
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21

Elaboración: Propia

Los conteos se realizaron los días marcados en el cronograma por una hora, durante el horario con mayor afluencia de vehículos en el tramo, este fue elegido de 6:00 a 7:00 pm, ya que, según las visitas de campo realizadas y la percepción de los pobladores de la zona presenta mayor congestión vehicular.

Los tipos de vehículos que transitan por esta zona se han clasificado en:

- Automóvil
- Camioneta
- Combi
- Microbús
- Ómnibus
- Camión
- Semitrayer

- Mototaxi

En el siguiente flujograma, se pueden observar todas las posibles rutas en la intersección de las Av. Cesar Vallejo y 1ero de Mayo, que se tomaron en cuenta para realizar el aforo vehicular, las cuales son:

- Ruta N°1: Av. César Vallejo - Av. 1ero de Mayo.
- Ruta N°2: Av. César Vallejo sentido Este - Oeste.
- Ruta N°3: Av. César Vallejo sentido Oeste - Este.
- Ruta N°4: Av. César Vallejo - Vía Evitamiento.
- Ruta N°5: Av. 1ero de Mayo - Av. César Vallejo.
- Ruta N°6: Av. 1ero de Mayo – Vía Evitamiento.
- Ruta N°7: Puente Nuevo - Vía Evitamiento.
- Ruta N°8: Av. 1ero de Mayo – Av. César Vallejo.
- Ruta N°9: Av. César Vallejo – Av. 1ero de Mayo.
- Ruta N°10: Cl. Los Guayabos – Av. 1ero de Mayo sentido Sur.
- Ruta N°11: Cl. Los Guayabos – Av. 1ero de Mayo sentido Norte.
- Ruta N°12: Av. 1ero de Mayo – Cl. Los Guayabos.

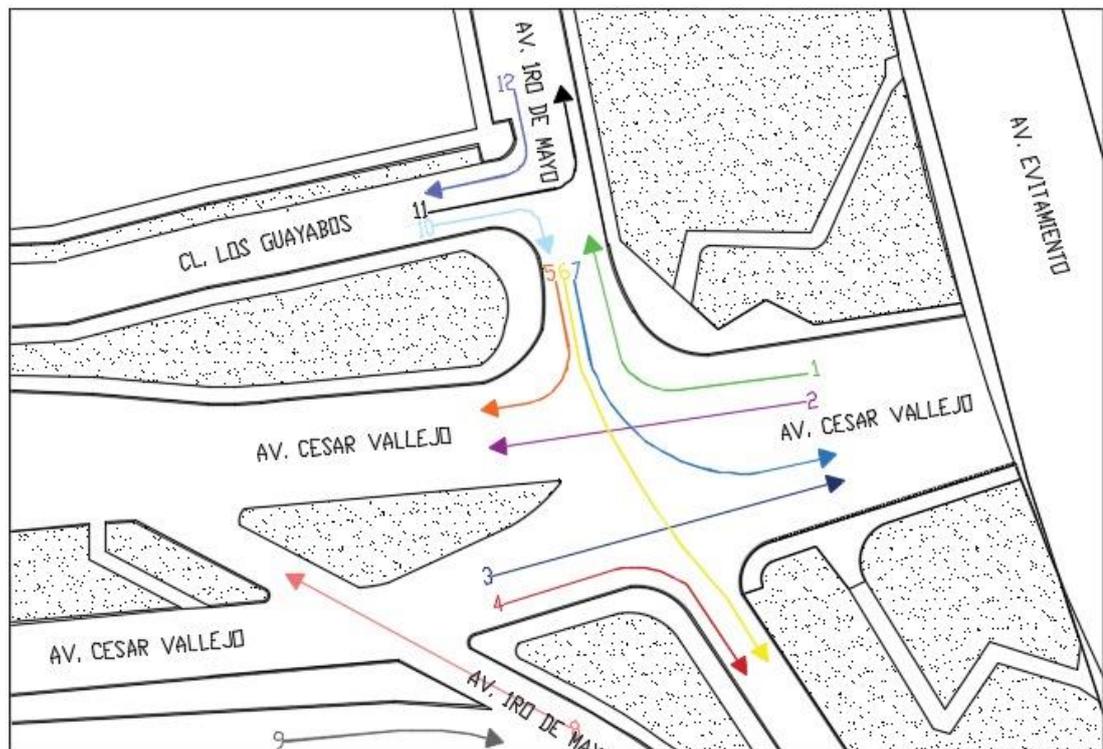


Imagen N° 32: Flujograma - Aforo vehicular  
Elaboración propia

El aforo vehicular reflejó la siguiente información:

Tabla N° 5: Aforo Vehicular en hora crítica

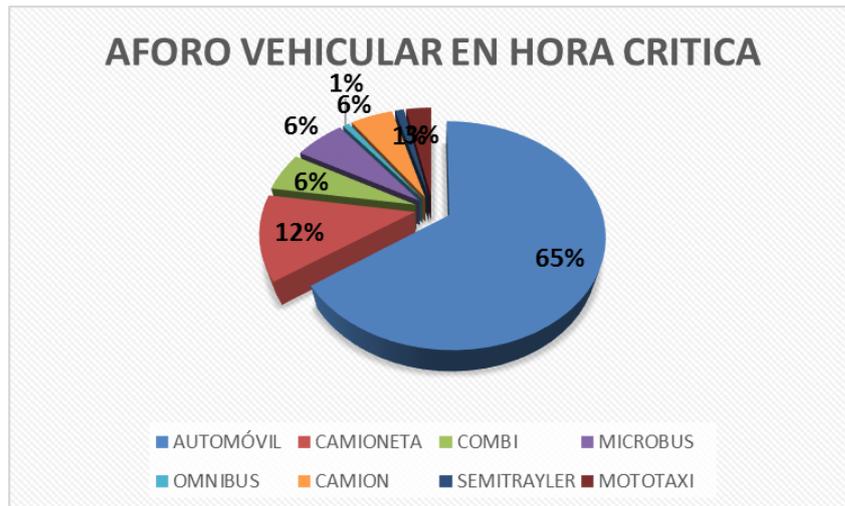
5: CFC J9<7I @F 9B<CF5 7 FãH7 5													
	%	&	'	(	)	*	+	,	-	%\$	%%	%&	HCH5 @
5 i lca Qf ]	320	210	654	25	15	4	321	73	69	27	16	10	1,549
7 Ua ]cbYHU	90	41	69	15	12	3	59	21	19	9	14	5	289
7 ca V]	12	5	94	5	0	3	15	4	1	0	0	0	134
A ]WcV• g	10	39	100	0	0	0	1	12	9	0	0	0	150
Ca b]Vi g	1	1	14	0	1	2	1	3	2	0	0	0	20
7 Ua ]Qb	21	29	51	2	1	0	23	5	29	2	1	0	127
GYa ]fUmYf	1	0	23	0	1	0	2	1	0	0	0	0	27
AclcHUI ]	4	12	32	12	3	2	11	16	20	14	12	7	76
HCH5 @	( )-	' +	%\$ +	)-	'	%	( ' %)	%-	)&	( ' &&	&2 +&		

Elaboración: Propia

De acuerdo a la información obtenida mediante el aforo vehicular en la hora crítica se tiene lo siguiente:

- El total de vehículos que transitan en dicha intersección (Ruta N°1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7) en los horarios de 6:00 pm a 7:00 pm es de 2 372.
- De los vehículos que circulan en dirección de Santa Anita – El Agustino, el 58.23% realiza un giro hacia la derecha en dirección a la Av. 1ero de Mayo, ocasionando gran congestión vehicular debido a que no hay una vía única ni preferencial, así como una semaforización encargada de los giros.
- De los vehículos que circulan en la Av. César Vallejo, el 68.46%, se dirige en sentido Este – Oeste.
- De los vehículos que circulan en la Av. César Vallejo en dirección de Este a Oeste el 29.5% provienen de la Av. 1er de Mayo en sentido Sur a Norte.

Gráfico N° 16: Aforo vehicular en hora crítica



Elaboración: Propia

Del gráfico anterior, se puede observar que la mayor parte de los vehículos que circulan por el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino son automóviles, representando el 65% del total; mientras que los ómnibus conforman el 1%, siendo este tipo de vehículo el menos observado en ese tramo.

### 5.2.3 Aforo Peatonal

El aforo peatonal es necesario para poder determinar la cantidad de personas que transitan por el tramo en estudio a fin de ser considerados como parte importante en la propuesta de modificación del diseño geométrico existente. Para determinar dicho conteo se llevó a cabo en las mismas fechas y horarios que el aforo vehicular.

En el siguiente flujograma, se pueden observar todas las posibles rutas en la intersección de las Av. Cesar Vallejo y 1ero de Mayo que se consideraron para realizar el aforo peatonal. Cabe recalcar que las Ruta N°1 y 2, a pesar de no ser cruces peatonales permitidos, fueron tomados en cuenta para el conteo general debido a que son utilizadas frecuentemente por los transeúntes de la zona.

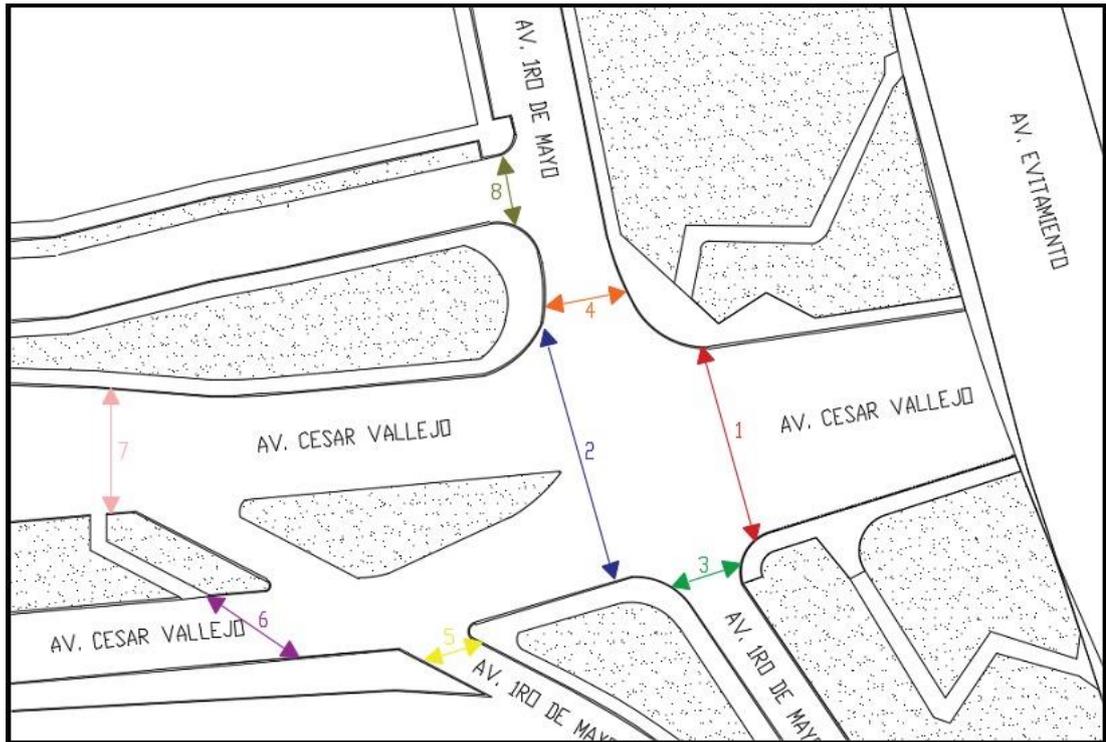


Imagen N° 33: Flujograma - Aforo peatonal  
Elaboración: Propia

El aforo peatonal reflejó la siguiente información:

Tabla N° 6: Aforo vehicular en hora crítica

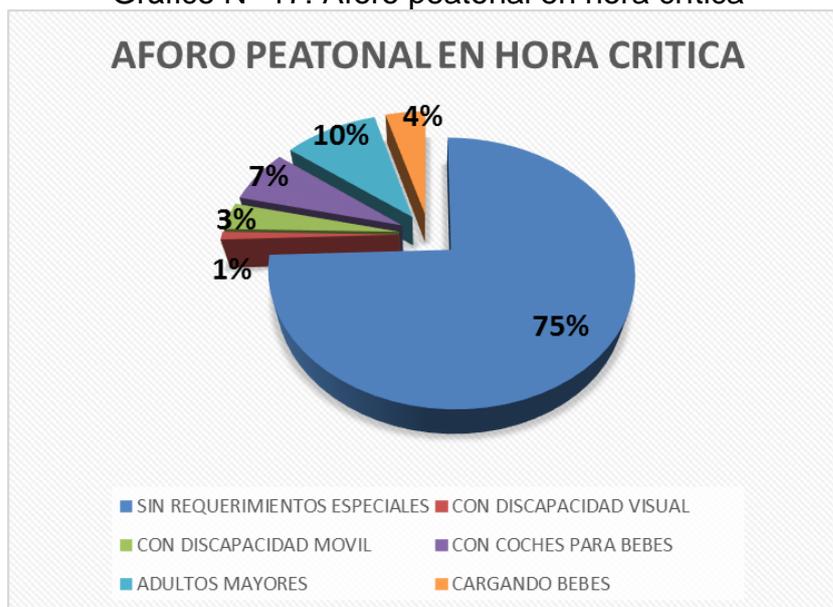
5: CFC D95 HCB5 @9B <CF5 7 F ãH7 5							
	DYfgcbUg`Vtb`X]gWUdUMVXUX`Zq]WU			DYfgcbUg`g]b`X]gWUdUMVXUX`Zq]WU			HCH5 @
	8 ]gWUdUMVXUX` j]g U	8 ]gWUdUMVXUX` a c] ]	G]b` fYei Yf]a ]Yb]tcg` YgdYVWU`Yg	7cb`7cW Yg` dUfU`VYVYg	5Xi `tc` a Unef	7Uf[ UbXc` VYVYg	
%	0	0	15	0	0	0	15
&	0	0	18	3	1	2	24
'	1	1	24	3	3	0	32
(	0	1	19	0	0	1	21
)	1	1	24	3	3	0	32
*`m+	0	4	35	5	12	6	62
,	0	0	10	0	0	0	10
HCH5 @	2	7	145	14	19	9	%*

Elaboración: Propia

De acuerdo a la información obtenida mediante el aforo peatonal en la hora crítica se tiene lo siguiente:

- El total de persona que transitan en dicha intersección en los horarios de 6:00 pm a 7:00 pm es de 196.

Gráfico N° 17: Aforo peatonal en hora crítica



Elaboración: Propia

Del gráfico anterior, se puede observar que la mayoría de personas que transitan por el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino son personas sin requerimientos especiales representando el 75% del total, el 10% pertenece al grupo de adultos mayores, mientras que; el 11% incluyen personas con discapacidad móvil o portando coches para bebés, motivo suficiente para tener en cuenta dentro de la modificación del diseño geométrico el mejorar e incluir en los cruces peatonales las rampas.

(%) 'AcX]Z]WUM]OB`XY`X]gY< c`[ Yca flf]Wt`

Para la modificación del diseño geométrico propuesto se respetará la salida principal que conecta la Av. Cesar Vallejo con la Vía Evitamiento. La intersección comprende el cruce de las Av. Cesar Vallejo y 1ro de Mayo, el cual en la cesar vallejo en sentido de Este a Oeste se habilitará un giro libre hacia la derecha permitido solo para vehículos livianos, este giro tendrá un diseño de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico Vial de Vías Urbanas, se usará los datos del cuadro aplicándolo tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Tabla N° 7: Radio de Giro mínimo y trayectorias

$\frac{L}{R} = \frac{v^2}{gR}$ $\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$	$\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$ $\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$ $\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$			$\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$ $\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$ $\frac{R}{L} = \frac{g}{v^2}$		
	@(2)	$\frac{b}{L}$	$\frac{c}{L}$	FY (3)	F'' (4)	GU
51 HCACJ=0G'	4.75	2.1	1.6	5.8	4.2	0.5
75 A=CB9G' (Unidad que representa a aquellos con 12.3 y 13.2 mts de largo)	12.3/13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
75 A=CB9G' (Unidad que representa a aquellos con 20.5 mts de largo)	20.5	2.6	4.1	14	6	0.5
75 A=CB9G'F9AC@EI 9G' (Unidad que representa a aquellos con 23 mts de largo)	23	2.6	4.65	15.5	6	0.5
61 G'f6 &L'	13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
61 G'f6' !%mi6 (!%L'	14.0/15.0	2.6	4.3	13.5	6.6	0.5
61 G'5FH7I @8C'f65! %L'	18.3	2.6	4.3	16	4.3	0.5

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas -2005 VCHI

### BCH5G.'

L = Longitud del vehículos

Re =Radio externo para el giro o radio de la circunferencia que describe la rueda delantera del lado contrario a aquel al que se gira

Ri = Radio interno, o radio de la circunferencia que describe la rueda del eje trasero que da hacia el lado hacia el que se gira.

### VEHÍCULO TIPO CON DOS EJES

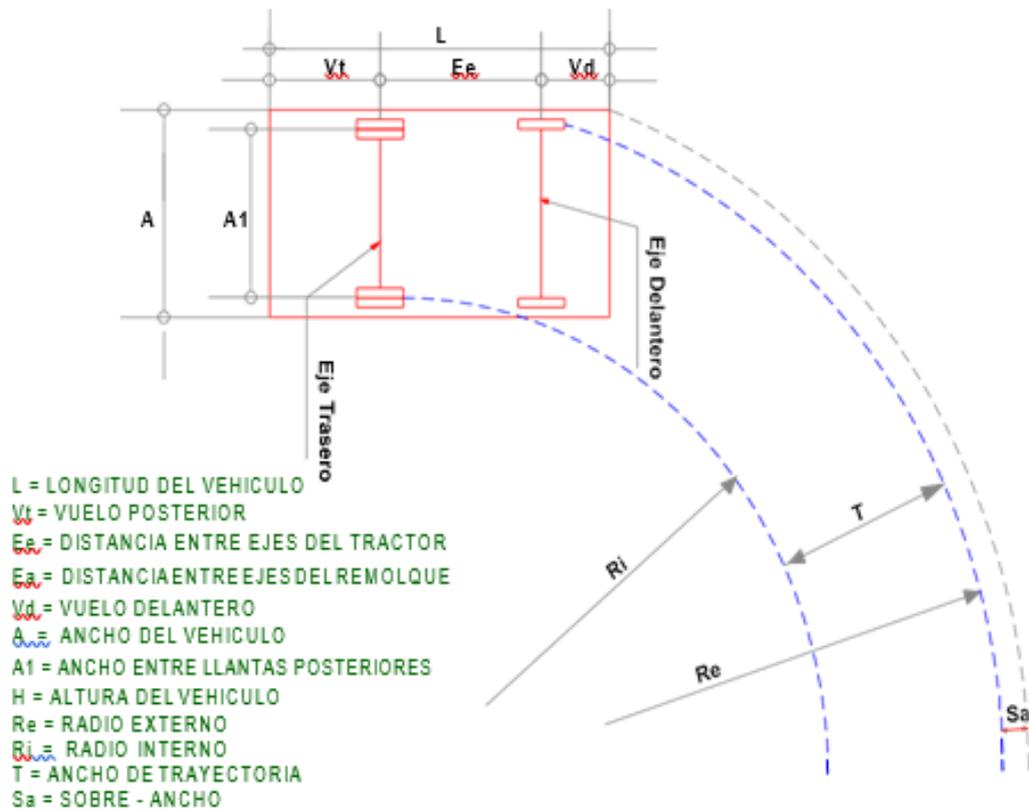


Imagen N° 34: Vehículo tipo con dos ejes

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 VCHI

Respecto al ancho del carril se usará las medidas recomendables de acuerdo al tipo de vía como lo indica el MDGVU en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ancho de carriles

	$7 \text{ @ } G = 7.57 - CB$ $89' J - 5 G$	$5 bW c$ $F Y W t a Y b X U$ $V Y f A t g L$	$5 bW c$ $A \# b ] a c$ $X Y$ $7 U f f j$ $Y b$ $D ] g t U$ $B c f a U$ $f A t g L$ $f 8 Z L$	$5 bW c$ $A \# b ] a c$ $X Y 7 U f f j$ $\bullet b ] W t$ $X Y i j d c$ $G c c ' 6 i g$ $f A t g L$	$5 bW c$ $X Y X c g$ $W U f j Y g$ $f b t c g$ $f a t g L f L$
LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 f(L)	* ' ) \$

COLECTORAS	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	* ' ) \$
ARTERIAL	50 A 60	3.30	3.25	3.50	* " + )
	60 a 70	3.50	3.25	3.75	* " + )
	70 a 80	3.50	3.50	3.75	+ "\$
EXPRESAS	80 a 90	3.60	3.50	3.75	+ "\$ )
	- \$ U % \$ \$	' " * \$	' ) \$	Bc Ud ] W U Y	Bc Ud ] W U V Y

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005 VCHI

La Av. Cesar Vallejo está clasificada como vía coleccionera, por tal motivo, los carriles de diseño tendrán una medida de 3.30m.

De acuerdo con el diseño de la intersección, la Av. César Vallejo tendrá 2 carriles con 3 vías cada una en ambos sentidos de medidas 3.30 m, por otro lado, la Av. de 1ero de mayo también contará con 2 carriles, pero con una vía en cada sentido de 3.00 m por carril.

Para la modificación del diseño geométrico se contempla que la Calle Los Nísperos, paralela a la Av. 1ero de Mayo, que contaba con un carril de doble sentido, ahora sea solo de sentido Este a Oeste, para así proporcionar mayor fluidez vehicular en la Av. César Vallejo.

Se clausuró la salida hacia la Av. César Vallejo de la Av. 1ero de Mayo en sentido Sur – Norte, debido a que esta ocasionada la pérdida de fluidez en la avenida principal y creaba congestión vehicular en el cruce. Por ello ahora la auxiliar de la Av. César Vallejo en sentido Oeste – Este, será una vía de doble sentido, ya que recolectará todos

los vehículos que anteriormente circulaban por esta salida dirigiéndolos dos cuadras más al Oeste hacia la Calle Río Chepén.

Dentro de la Av. César Vallejo se implementaron dos vueltas en U para poder evitar la congestión vehicular en las intersecciones y accidentes de tránsito.

La Calle Los Cerezos pasó a ser una vía de doble sentido a ser una vía de un solo sentido en dirección Norte – Sur. Se implementó también una pequeña rotonda modificada para poder canalizar mejor el flujo de los vehículos entre esta calle y la avenida, también para redireccionar la salida de los vehículos hacia la Av. César Vallejo de la Av. 1ero Mayo que se clausuró. La rotonda cumple la función de minimizar conflictos generados por múltiples giros hacia la izquierda y encausar movimientos peatonales y vehiculares de forma más segura.

Se reubicarán e implementarán los paraderos, dándoles el espacio y la señalización adecuada; teniendo en cuenta que es necesario incluir en ellos marquesinas y una plataforma segura que pueda albergar a los transeúntes ante cualquier suceso inesperado.

Luego de obtener el diseño geométrico se procederá a colocar y distribuir las señales de tránsito tanto vertical como horizontal con la finalidad de brindar una mayor orientación tanto al conductor como al peatón y así reducir la inseguridad vial en el tramo de estudio.

Con respecto a la semaforización, se deberá asignar el tiempo denominado “Todo rojo” de mínimo 4 segundos a todos los semáforos en este punto, esta medida será de gran ayuda ya que facilitará la fluidez de los vehículos que queden justo en la intersección cuando los dispositivos cambien de color y contribuirá a que los transeúntes puedan cruzar la calzada de forma más segura. Del mismo modo se incluirán semáforos para peatones en todos los cruces peatonales.

## **GY: U]nUWQb'**

Las señalizaciones cumplen un rol importante en la seguridad vial, ya que informan y advierten tanto al conductor como a los peatones de los cambios en la vía, evitando así maniobras peligrosas. Para este proyecto las señalizaciones incluidas en el diseño geométrico del punto con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino son:

### **GY: U]nUWQb' j YfhWU'**

1. Prohibido girar a la izquierda
2. Prohibido girar e U
3. Pare
4. Proximidad a cruce peatonal
5. Giro libre a la derecha
6. Paradero

### **GY: U]nUWQb' \ cf]ncbHU'**

1. Direccionales
2. Pase de cebra
3. Pare
4. Demarcación de carril
5. Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones
6. Delineadores de piso

### **A cXYUa ]Ybhc' Yb'GnbW fc', '**

El modelado en el software Synchro 8 brinda la información para poder observar si la modificación de diseño geométrico disminuye la inseguridad vial.

El primer paso para realizar la modelación es importar la imagen del área de intervención que se realiza usando "Select Backgrounds", luego se empieza a dibujar mediante la herramienta "Add Link".

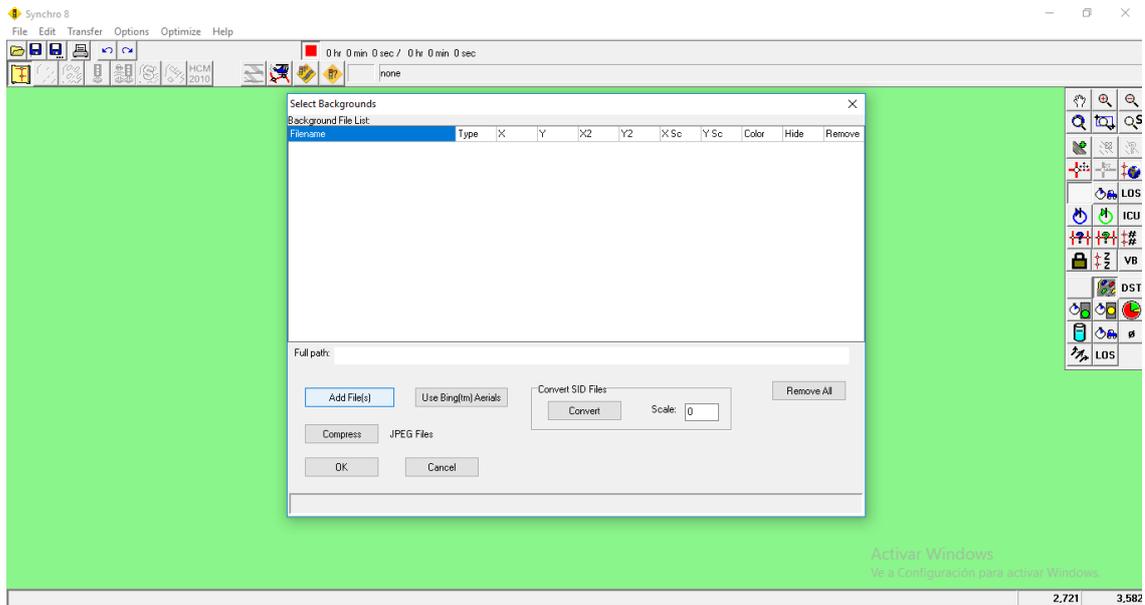


Imagen N° 36: Synchro 8 - Paso 1

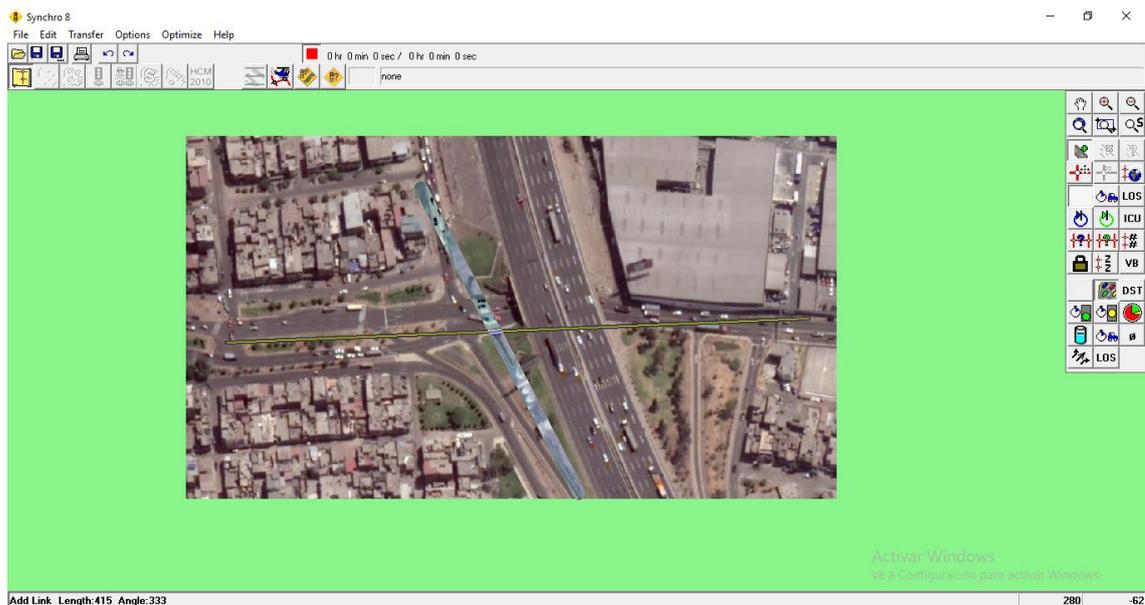


Imagen N° 35: Synchro 8 - Paso 2

Luego de tener dibujado la vías se empieza con la aplicación de las direcciones a las que los vehículos se dirigen, así como la cantidad de vehículos que transitan por dichas vías, estos procesos se realizan mediante las herramientas “Lane Settings” y “Volume Settings” respectivamente.

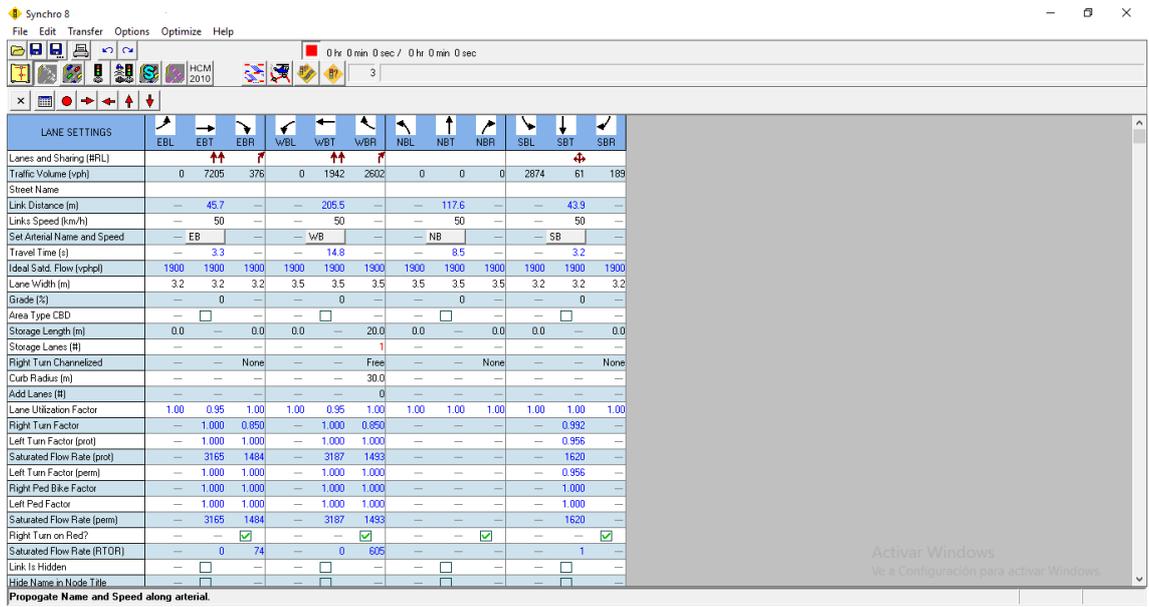


Imagen N° 37: Synchro 8 - Paso 3

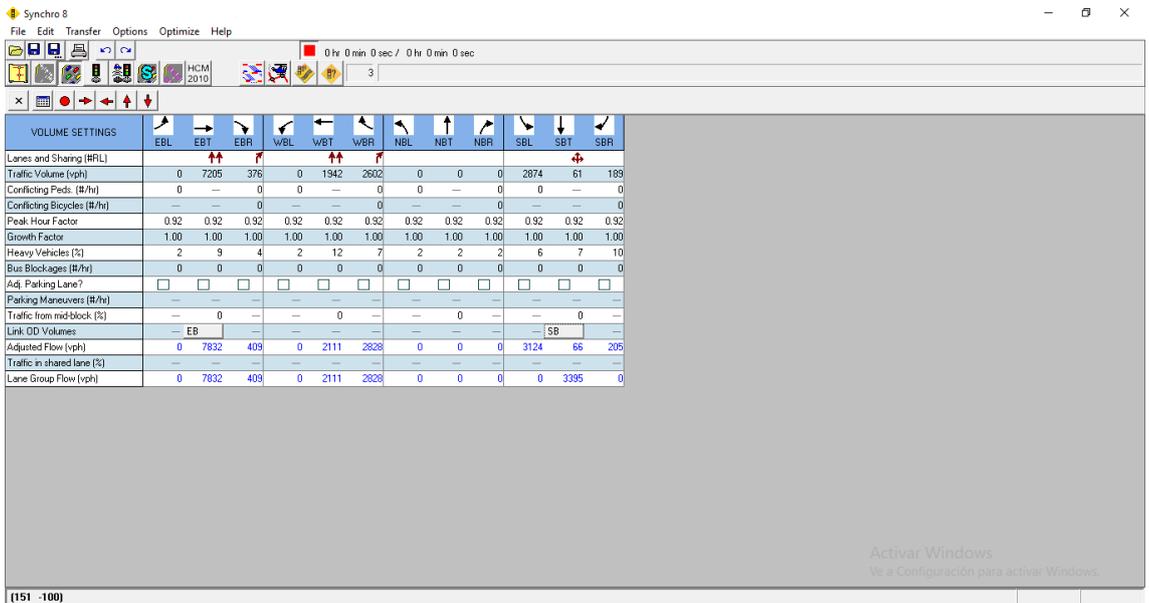


Imagen N° 38: Synchro 8 - Paso 4

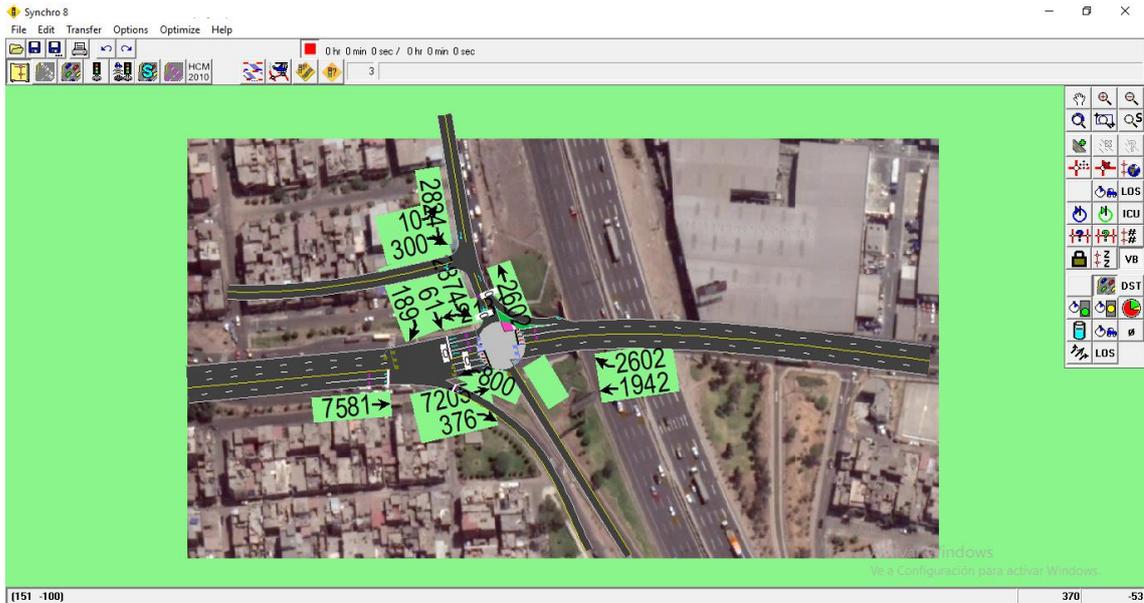


Imagen N° 39: Synchro 8 - Paso 5

Para la sincronización de los semáforos y la sincronización entre el semáforo y el pase vehicular se usan la herramienta “Node Settings”

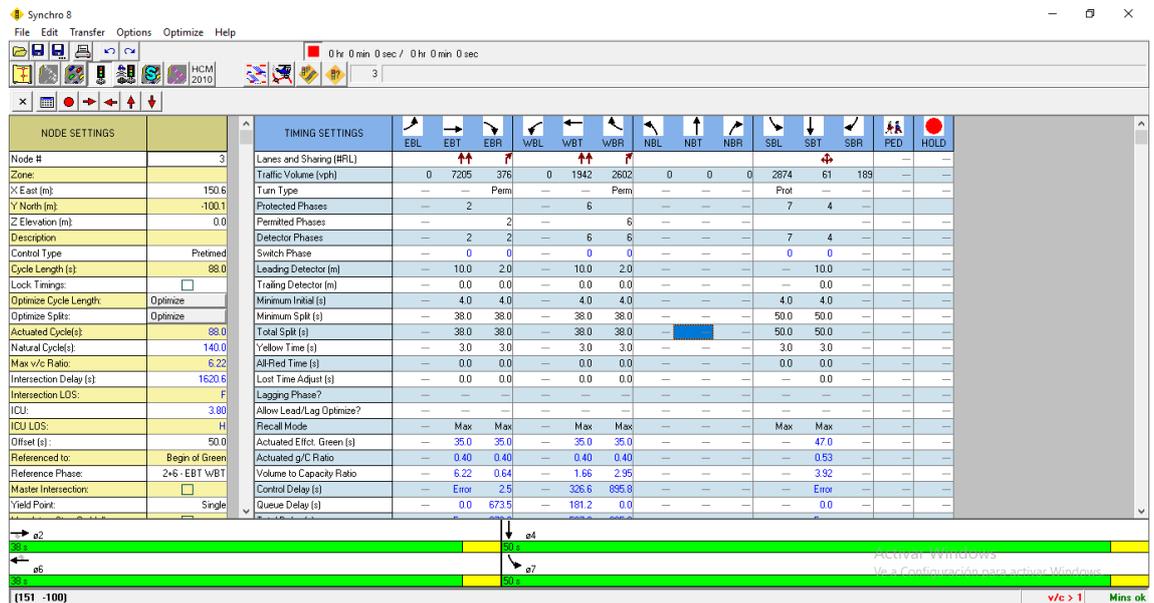


Imagen N° 40: Synchro 8 - Paso 6

Luego de tener todos los datos que pide el programa para poder modelar la intersección se procede a aplicar el modelamiento.

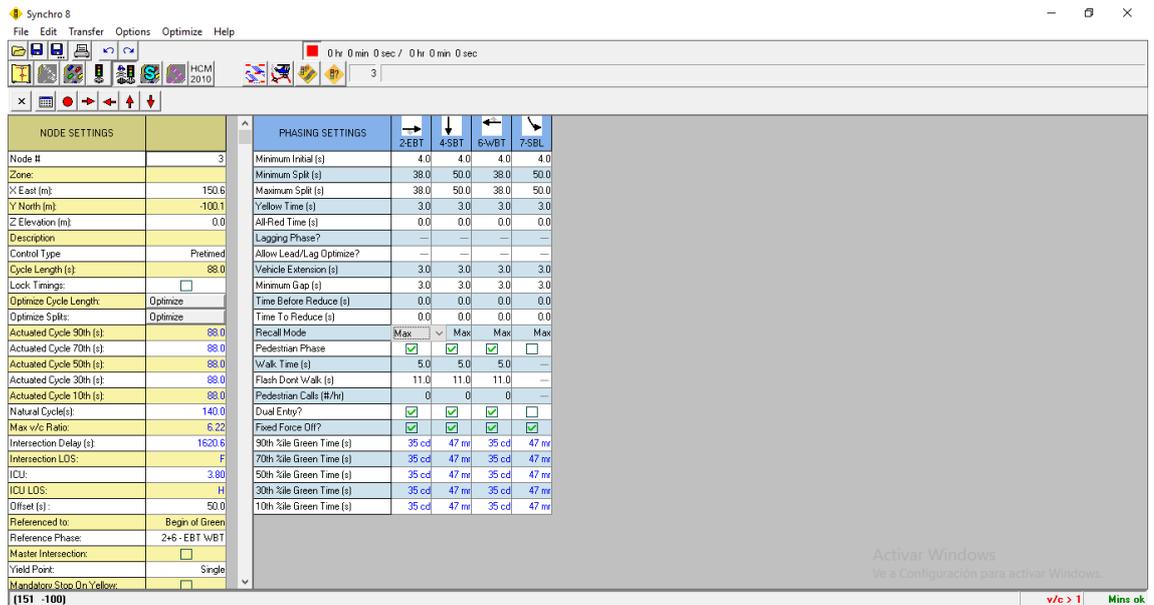


Imagen N° 41: Synchro 8 - Paso 7

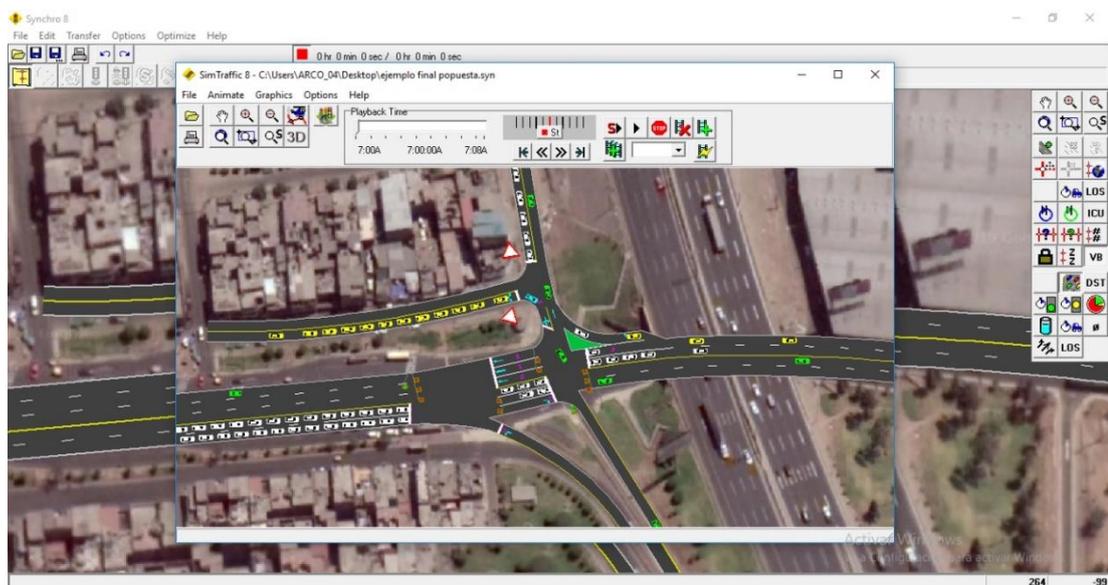


Imagen N° 42: Synchro 8 - Paso 8

Con el modelamiento se analiza las complicaciones que tiene el diseño geométrico con respecto al tránsito, para poder mejorar los niveles de servicio se utiliza la herramienta de “OPTIMIZE” y así se optimizan los tiempos de los semáforos y las intersecciones con el fin de tener un mejor nivel de servicio.

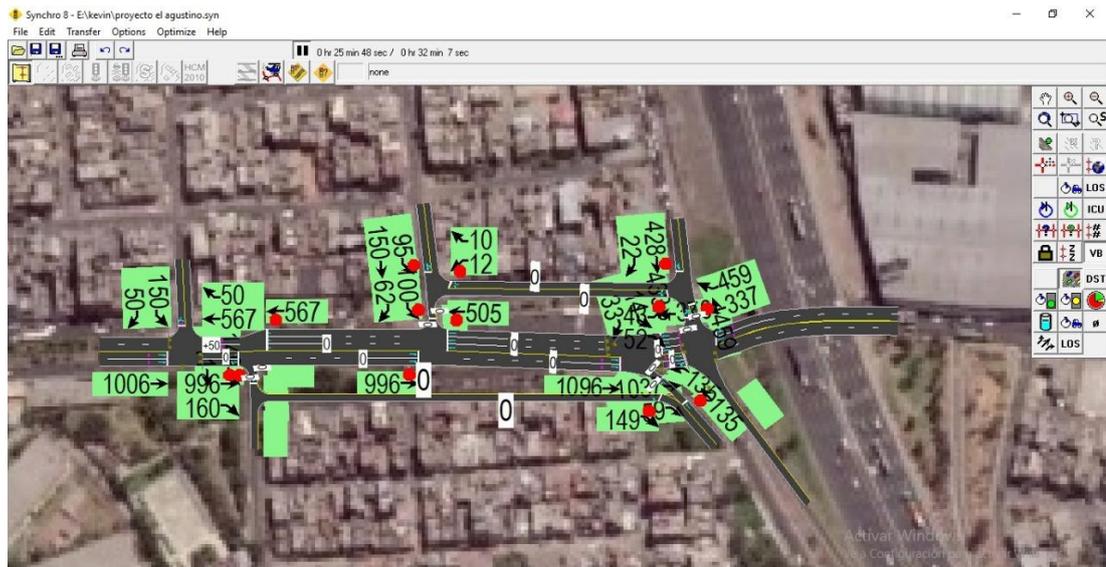


Imagen N° 43: Synchro 8 - Paso 9

Para esta modificación del diseño geométrico, no se utilizará la opción “OPTIMIZE” ya que se ha elaborado un diseño propio en base a la mejora de la seguridad vial según los datos obtenidos en campo. El modelamiento en Synchro 8 servirá para realizar un comparativo entre el diseño geométrico actual y la modificación propuesta, observando en ella la fluidez del tránsito y analizando el nivel de servicio.

NODE SETTINGS	
Node #	1E
Zone:	
X East (m):	777.0
Y North (m):	-586.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	140.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	140.0
Natural Cycle(s):	130.0
Max v/c Ratio:	1.48
Intersection Delay (s):	184.4
Intersection LOS:	F
ICU:	1.08
ICU LOS:	G
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Imagen N° 44: Nivel de Servicio Diseño Actual  
Fuente: Synchro 8

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	1032.4
Y North (m):	-585.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	90.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	90.0
Natural Cycle(s):	90.0
Max v/c Ratio:	1.09
Intersection Delay (s):	54.0
Intersection LOS:	D
ICU:	0.86
ICU LOS:	E
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	6 - SBL
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>

Imagen N° 45: Nivel de servicio Modificación de Diseño  
Fuente: Synchro 8

**75 D<sup>2</sup>H @ C<sup>2</sup>J**

**F9GI @ H58CG**

Como resultado ante esta investigación se tienen las siguientes propuestas de modificación de diseño geométrico, las mismas que se pueden ver en el plano diseñado en AutoCAD disponible en Anexo N°2:

1. Habilitación de giro libre a la derecha en sentido de la Av. César Vallejo hacia la Av. 1ero de Mayo. (Este – Norte)
2. Modificación de la Calle Los Nísperos a un solo sentido (Este – Oeste)
3. Clausura de la Av. 1ero de Mayo. (Sur - Norte)
4. Mantenimiento e instalación de rampas con pendientes menor a 12% en zonas de cruce peatonal.
5. Modificación de la auxiliar de la Av. César Vallejo (Oeste - Este) a doble sentido.
6. Ampliación a 3 carriles en la Av. César Vallejo (Oeste - Este)
7. Implementación de Vuelta en U en ambos sentidos de la Av. César Vallejo.

8. Ejecución de rotonda modificada en la Av. César Vallejo.
9. Colocación de barandas en zonas donde se restringe el cruce peatonal.
10. Colocación de señales preventivas y prohibitivas en las intersecciones en vertical y horizontal.
11. Modificación de los tiempos de semaforización.
12. Inclusión de semáforos para peatones en cruces peatonales.
13. Implementación y acondicionamiento de paraderos.

75 DñI @C`J=

8-G7I G-é B`89`F9GI @H58CG`

De los estudios realizados se obtuvo que en la zona de intervención del proyecto es de topografía no accidentada, así como una vía urbana colectora por lo cual se tiene que diseñar una vía urbana de tránsito fluido sin interrupciones con carriles de ancho mínimo de 3.30 m según el *“Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005 VCHI”*

En esta investigación, planteó la modificación del diseño geométrico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito del distrito de El Agustino ubicado en la intersección de las Av. César Vallejo y 1ero de mayo. Se amplió carriles, se implementó paraderos, se adicionó carriles de giro libre, también se personalizó e incluyó semáforos, se clausuró una vía y se cambiaron de sentido otras, para lograr así una mayor seguridad vial y un tránsito fluido, con el fin de que estas medidas puedan ser implementadas por la municipalidad del distrito debido a su practicidad y efectividad. En investigaciones pasadas para mejorar la seguridad vial se realizaron modificaciones al diseño geométrico adicionando diversas medidas correctivas de bajo costo como islas de refugio e incorporando mayor señalización vertical y horizontal, sin embargo estas medidas requieren de un análisis y estudio previo ya que cada punto crítico presenta diversos factores causales, por consiguiente podemos asumir que la mejora de la seguridad vial en una vía urbana depende

únicamente de las condiciones actuales del tramo y/o intersección afectada y del aforo vehicular y peatonal que se ubica en esta misma.

Con respecto a las hipótesis planteadas, todas resultaron acertadas y dentro de los límites establecidos al inicio de la investigación. Los estudios realizados tuvieron como objetivo social beneficiar a la zona más crítica de inseguridad vial dentro de El Agustino. Con un total de 196 peatones y 2372 conductores en el horario del día con mayor congestión vehicular, los usuarios de esta vía que se trasladan de Santa Anita a El Agustino y viceversa necesitan hacerlo de una manera más ordenada y menos accidentada para así lograr un obtener un tránsito fluido y brindarle una tranquilidad emocional al peatón y conductor, mejorando así la seguridad.

## 7 CB7 @ G-CB9G

1. Según la información estadística referente al año 2018 obtenida de la comisaría, el tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito, en el distrito de El Agustino en el que es necesario mejorar la seguridad vial se localiza en la intersección de las Av. César Vallejo y 1ero de Mayo, con 12 accidentes reportados y georreferenciados.
2. La suma de accidentes de tránsito se encuentra muy por debajo de la cantidad de accidentes reales producidos, ya que no todos los accidentes son reportados, por lo que es necesario utilizar un factor de expansión. Para el distrito de El Agustino, el factor de expansión es 4, por lo cual en la zona de estudio se estima la ocurrencia de 48 accidentes de tránsito para el año 2018.
3. El aforo peatonal y vehicular del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino en el que se ha propuesto la modificación del diseño geométrico indica que en promedio durante la hora crítica por la zona circulan 2372 vehículos de los que el 65% son denominados livianos y transitan 196 personas de las cuales el 75% no presentan ningún tipo de discapacidad.
4. La información brindada por el levantamiento topográfico del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino en el que se ha propuesto la modificación del diseño geométrico indica que el terreno analizado presenta un relieve plano, con pendiente de 1%.
5. El nivel de servicio del tramo con mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de El Agustino, luego de la modelación de la modificación del diseño geométrico mediante el software Synchro 8 varía positivamente en dos niveles, elevando la calidad del flujo de

tránsito representada a través del cambio de nivel de F a D, mejorando así la seguridad vial de la zona de estudio.

6. Según la Organización Mundial de la Salud (2018), la inseguridad en las vías se ha convertido en la principal causa de muerte a nivel mundial en niños y jóvenes. En Perú, estadísticamente las víctimas mortales ocasionadas por accidentes de tránsito han aumentado 9% respecto al año 2016 - 2017, comprobándose así que la inseguridad vial sigue siendo un problema que no obtiene la atención que merece, por lo que se requiere una urgente intervención en el diseño geométrico de las vías, pues representa una gran oportunidad para salvaguardar la vida de la población.

## **F97CA9B857-CB9G**

1. Realizar siempre los diseños geométricos viales, teniendo en cuenta el crecimiento de la población y del parque automotor, para así asegurar una vida útil más larga de las redes viales urbanas, además de realizarles mantenimiento periódico.
2. La municipalidad distrital debería implementar un sistema de información disponible para la sociedad (de manera virtual o física), que incluya la ocurrencia y ubicación de accidentes de tránsito, número de infracciones, pérdidas materiales y humanas, de tal modo que puedan tomarse medidas preventivas al respecto.
3. Elaborar un mapa de riesgos y puntos negros en las calles de mayor congestamiento vehicular, con el fin de tener identificadas las zonas afectadas, además de prevenir o disminuir en lo posible los accidentes de tránsito en estas áreas.
4. Realizar el aforo vehicular y peatonal por un periodo no menor a 3 semanas, ya que es necesario recolectar la mayor cantidad de información para lograr tener los datos más reales posibles que aseguren la adecuada elaboración del diseño geométrico.
5. Promover programas de Seguridad y Concientización Vial dirigidas a los usuarios de las redes urbanas y carreteras, con el objetivo de persuadir y aconsejar a pobladores respecto al reglamento de tránsito para evitar accidentes, resaltando temas como conducir con prudencia, respetar los límites de velocidad, no ingerir bebidas alcohólicas o drogas si se va a conducir, evitar el uso de elementos de distracción como celulares, entre otros.

6. Este estudio podría ser empleado en otros puntos de la ciudad con características similares al sitio analizado, con el objetivo de enmendar las evidentes deficiencias que algunas redes urbanas limeñas (y del país) presentan, pues las medidas correctivas propuestas en esta investigación para la modificación del diseño geométrico del TCA de tránsito en el distrito de El Agustino representan soluciones factibles que pueden ser ejecutadas con poco presupuesto y a corto plazo.
  
7. Continuar con el tema de investigación para la solución problemas viales de tramos aledaños a la zona en estudio (y en el resto de la ciudad), pues de esta forma se lograría una mejor fluidez vehicular y se garantizaría en mayor proporción la mejora de la seguridad vial.

1. Agudelo, J. (2015). Diseño Geométrico de vías urbanas. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf> AGUDELO
2. Tello Gutierrez, A. (2018). "Evaluación y mejora de la seguridad vial peatonal y el nivel de servicio en la intersección de las avenidas Los Alisos y Tupac Amaru". Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Lima, Perú.
3. Huamanchao Paquiyauri, U. (2015). "Implementación de políticas y técnicas innovadoras de seguridad vial mediante la aplicación de auditorías de seguridad vial en carreteras nacionales". Tesis para para optar el grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes. Lima, Perú.
4. Gallardo, G. (2016). La seguridad vial en el Perú (Tesis de Máster en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Lima, Perú.
5. Vilca, V., Cárdenas-García, F., Collazos-Carhuay, J., & Mendoza-Valladolid, W. (2010). Perfil epidemiológico de los accidentes de tránsito en el Perú, 2005-2009. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 27, 162-169.
6. Coffman, Z.; Stuster, J. (1998). Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Management. Federal Highway Administration. Fecha de consulta: 19 de octubre del 2016.
7. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (CONASET) (2005). Hacia Vías Urbanas más seguras: Medidas correctivas de bajo

costo aplicadas en ciudades chilenas. Santiago, CHILE. Disponible en:  
<https://www.fhwa.dot.gov/research/>

8. CONASET (2008). Tratamiento de PUNTOS NEGROS con Medidas Correctivas de BAJO COSTO. Santiago, CHILE: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
9. Dextre Quijandria, J. C. (2008). Vias humanas: un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial. Lima: Fondo Editorial PUCP.
10. Dextre Quijandria, J. C., & Avellaneda, P. (2014). Movilidad en zonas urbanas (Primera ed.). Lima: Fondo Editorial PUCP.
11. Guía de educación en seguridad vial para profesores y tutores de primaria. (2018). MTC. Disponible en:  
<https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/Guia%20Ed.Vial%20Primaria.pdf>
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. (2017). Indicadores del VI Censo Nacional de Comisarías. Disponible en:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1461/cap04.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1461/cap04.pdf)
13. Manual de Carreteras DG 2018. MTC. Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MTC. (2017). Manual de Seguridad Vial. Viceministerio de Transportes. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Perú. Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)

15. Ministerio de Salud. Cuadernos de Promoción de la Salud N° 18. Lima, 2005.
16. Organización Mundial de La Salud. OMS. (2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015. Apoyo al decenio de acción. Ginebra, SUIZA.
17. Burrington, S. (2000). Calmar el tráfico. Boston, U.S.A.: Conservation Law Foundation.
18. National Association of City Transportation Officials. NACTO. (2012). Urban Street Design Guide. New York, ESTADOS UNIDOS.
19. Rivera, J. (2015). El uso de la bicicleta como alternativa de transporte sostenible e inclusivo para Lima Metropolitana: recomendaciones desde un enfoque de movilidad. Lima. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
20. Organización Mundial de la Salud. OMS. (2018). Global status report on road safety 2018. Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO. Disponible en: <http://www.medicosypacientes.com/sites/default/files/9789241565684-eng.pdf>

