



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZA ARMADAS ESPE**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA. “EVALUACION Y DIAGNÓSTICO DE ACCIDENTALIDAD,  
APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL DEL CORREDOR DE LA AV.  
SIMON BOLIVAR, TRAMO AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI –  
INTERSECCION RUTA VIVA”**

**AUTOR. TNTE. DE E. LEÓN ESPINOZA, VICENTE DAVID**

**DIRECTOR. ING. MORALES MUÑOZ, BYRON OMAR, MSc.**

**SANGOLQUI – ECUADOR**

**2018**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***"EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ACCIDENTALIDAD, APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL DEL CORREDOR DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR, TRAMO AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI - INTERSECCIÓN RUTA VIVA"*** fue realizado por el señor ***León Espinoza Vicente David*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 07 de Marzo de 2018

Firma:

Ing. Byron Omar Morales Muñoz

C.C 1712585900



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

### AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Vicente David León Espinoza*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***"EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ACCIDENTALIDAD, APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL DEL CORREDOR DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR, TRAMO AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI - INTERSECCIÓN RUTA VIVA"*** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 07 de Marzo de 2018

Firma:

Vicente David León Espinoza

C. C: 1718405408



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

## AUTORIZACION

*Yo, León Espinoza Vicente David autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ACCIDENTALIDAD, APLICADO A LA SEGURIDAD VIAL DEL CORREDOR DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR, TRAMO AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI - INTERSECCIÓN RUTA VIVA" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Sangolquí, 07 de Marzo de 2018

Firma:

Vicente David León Espinoza

C. C: 1718405408

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, como el fruto de todo el esfuerzo durante toda mi carrera, a mi esposa Carina Narváez quien con su amor, comprensión y cariño me ha sabido apoyar y dar ánimos en todo y cada una de las dificultades que se han presentado, porque ha sido un camino largo el que se ha recorrido y ella ha ido junto a mí de la mano cada segundo, minuto y hora, desde el inicio de esta dura pero hermosa carrera y estoy seguro que lo seguirá haciendo porque este es el principio de muchas cosas más, a mis hijos, Isacc e Isabella porque solo el pensar en ellos me ha dado esa inspiración para seguir adelante porque sé que ellos siguen mis pasos y seguirán el sendero que ha quedado marcado.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios, porque con su bendición me he levantado cada mañana para seguir adelante con el objetivo ahora cumplido.

A mis padres Vicente y Martha, porque son el pilar fundamental de mi vida y que sin ellos hoy no podría estar donde estoy, y quienes me han formado con esos valores inquebrantables de nunca desmayar ante la situación por muy fuerte que esta sea.

A mis hermanos y hermanas, Mayra, Paulina, Pablo y Diego, que han sido un apoyo en mi vida.

Al Ing. Byron Morales, por ayudarme a cosechar el fruto de mi esfuerzo y sacar adelante este trabajo con sus conocimientos y experiencia.

A todos mis profesores que han sembrado en mí sus conocimientos para llegar a ser un gran profesional, sepan Uds., que nos les defraudare.

A mis amigos y compañeros con los que hemos caminado y luchado en este difícil camino que al fin termina, unos más rápido un poco más luego pero no queda nada más que decir lo logramos.

A cada una de las personas que han puesto un granito de arena en mi vida.

**¡¡¡¡A TODOS UDS. MUCHAS GRACIAS!!!!**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2 Objetivos Específicos .....	6
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>7</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES Y TRÁFICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Recopilación de información de usuarios del corredor vial Simón Bolívar .....	7
2.1.1 Población y Muestra.....	7
2.1.1.1 Población.- .....	7
2.1.1.2 Muestra.- .....	8
2.2 Análisis de los datos obtenidos .....	11
2.3 Recopilación de Información de Accidentes de tránsito a nivel nacional, regional y local en el área de estudio .....	17
2.3.1 Accidentes de Tránsito a Nivel Nacional .....	17
2.3.2 Posibles Causas de los Accidentes a Nivel Nacional.....	19
2.3.3 Siniestros de tránsito a nivel Nacional.....	20
2.3.4 Tipología de Vehículos involucrados en los Siniestros a Nivel Nacional.....	20
2.3.5 Accidentes de Tránsito a Nivel Regional - Pichincha .....	21
2.3.6 Accidentes de Tránsito a Nivel Local – Zona de estudio.....	21
2.4 Análisis de la información de Accidentes de tránsito .....	22
2.4.1 Análisis a Nivel Nacional .....	22
2.4.2 Análisis a Nivel Regional.....	24
2.4.3 Análisis a Nivel Local (zona de estudio).....	25
2.4.3.1 Análisis en el año 2014 .....	25
2.4.3.2 Análisis en el año 2015 .....	27
2.4.3.3 Análisis en el año 2016 .....	30

2.4.3.4	Análisis en el año 2017 .....	32
2.5	Recopilación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en el área de incidencia.....	34
2.5.1	TPDA en la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Autopista General Rumiñahui (sector Loma de Puengasi).....	35
2.5.2	TPDA en la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Ruta Viva.....	39
2.5.3	Análisis del Tráfico Promedio Diario Anual .....	43
2.5.3.1	Intensidad. - es el número de vehículos que atraviesan una sección transversal determinada de una carretera por unidad de tiempo. (MOP, 2003) .....	43
2.5.3.2	Intensidad Horaria. Se considera como el número de vehículos que circulan por un punto durante un día completo. (MOP, 2003) .....	44
2.5.4	Relación entre el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS).....	49
2.6	Capacidad y Niveles de Servicio .....	54
2.7	Secciones Básicas de Autopista .....	54
2.8	Velocidad a flujo libre .....	55
2.9	Nivel de Servicio (NS) .....	57
<b>CAPITULO 3.....</b>		<b>63</b>
<b>EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL TRAMO VIAL EN ESTUDIO.....</b>		<b>63</b>
3.1	Análisis de la información Geoespacial.....	63
3.1.1	Obtención de la franja topográfica y ortofotos mediante tecnología UAV ....	63
3.1.2	Uso y funcionamiento del Dron “DJI Phantom4” .....	63
3.1.3	Modelamiento del área de estudio. ....	64
3.1.4	Análisis Histórico del Área de Estudio mediante imágenes satelitales.....	65
3.2	Análisis de Ingeniería de Tráfico .....	66
3.2.1	Volumen Horario de Proyecto .....	66
3.2.2	Volumen Trigésimo Anual (30VH o VHP).....	66
3.2.3	Velocidad de Diseño .....	67
3.2.4	Velocidad de Circulación.....	71
3.3	Evaluación de los Parámetros Geométricos de la Vía .....	73
3.3.1	Evaluación del proyecto horizontal.....	73

3.3.1.1	Tangentes .....	73
3.3.1.2	Curvas Circulares.....	74
3.3.1.3	Radio Mínimo de Curva Horizontal .....	75
3.3.1.4	Magnitud del Peralte .....	75
3.3.1.5	Elementos que constituyen la curva circular .....	78
3.3.2	Análisis del Proyecto Vertical .....	82
3.3.3	Análisis de la Geometría de la Vía .....	82
3.4	Evaluación Funcional del Pavimento .....	84
3.4.1	La inspección Visual .....	85
3.4.2	Análisis Funcional del Pavimento.....	91
3.5	Evaluación de la Señalización.....	94
3.5.1	Señalización Horizontal.....	96
3.5.2	Señalización Vertical .....	101
3.5.3	Análisis de la Señalización.....	108
<b>CAPITULO 4.....</b>		<b>117</b>
<b>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MITIGAR ACCIDENTES DE TRANSITO ...</b>		<b>117</b>
4.1	Alternativas de solución en Ingeniería de Tráfico.....	117
4.1.1	Alternativas de Solución en la Velocidad de Proyecto .....	117
4.1.2	Alternativas de Solución en la Geometría Vial .....	118
4.1.3	Alternativas de Solución en la Capa de Rodadura.....	120
4.1.4	Implementación y georreferenciación de nuevas técnicas de señalización vial .....	120
<b>CAPITULO 5.....</b>		<b>123</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>123</b>
5.1	Conclusiones.....	123
5.2	Recomendaciones .....	124
<b>Referencias .....</b>		<b>126</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Numérico de Informantes Encuestados</i>	8
<b>Tabla 2</b>	<i>Numérico de la muestra encuestada</i>	9
<b>Tabla 3</b>	<i>Siniestros por provincia a nivel nacional – Octubre 2017</i>	18
<b>Tabla 4</b>	<i>Siniestros por causas probables a nivel nacional – Octubre 2017</i>	19
<b>Tabla 5</b>	<i>Siniestros de Transito “Tipo A” a nivel Nacional – Octubre 2017</i>	20
<b>Tabla 6</b>	<i>Tipo de Vehículos involucrados en accidentes de tránsito a nivel Nacional – Octubre 2017</i>	20
<b>Tabla 7</b>	<i>Siniestros de Transito Regional – Octubre 2017</i>	21
<b>Tabla 8</b>	<i>Histórico de accidentes de tránsito en la zona de estudio</i>	21
<b>Tabla 9</b>	<i>Resumen mensual del número de accidentes - 2014</i>	25
<b>Tabla 10</b>	<i>Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2014</i>	25
<b>Tabla 11</b>	<i>Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito - 2014</i>	26
<b>Tabla 12</b>	<i>Resumen mensual del número de accidentes – 2015</i>	27
<b>Tabla 13</b>	<i>Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2015</i>	28
<b>Tabla 14</b>	<i>Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2015</i>	29
<b>Tabla 15</b>	<i>Resumen mensual del número de accidentes – 2016</i>	30
<b>Tabla 16</b>	<i>Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2016</i>	31
<b>Tabla 17</b>	<i>Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2016</i>	31
<b>Tabla 18</b>	<i>Resumen mensual del número de accidentes – 2017</i>	32
<b>Tabla 19</b>	<i>Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2017</i>	33
<b>Tabla 20</b>	<i>Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2017</i>	33
<b>Tabla 21</b>	<i>Conteo Vehicular sector Loma de Puengasi sentido N-S</i>	37
<b>Tabla 22</b>	<i>Conteo Vehicular sector Loma de Puengasi sentido S-N</i>	38
<b>Tabla 23</b>	<i>Conteo Vehicular sector Ruta Viva– sentido SN</i>	41
<b>Tabla 24</b>	<i>Conteo Vehicular sector Ruta Viva– sentido NS</i>	42
<b>Tabla 25</b>	<i>Resumen del número de vehículo por día sector triángulo de piedra</i>	44
<b>Tabla 26</b>	<i>Resumen del número de vehículo por semana sector Loma de Puengasi</i>	44
<b>Tabla 27</b>	<i>Resumen del número de vehículo por día sector Ruta Viva sentido S-N</i>	45
<b>Tabla 28</b>	<i>Resumen del número de vehículo por semana sector Ruta Viva sentido S-N</i>	45
<b>Tabla 29</b>	<i>Resumen del número de vehículo por día sector Ruta Viva sentido N-S</i>	45
<b>Tabla 30</b>	<i>Resumen del número de vehículo por semana sector Ruta Viva sentido N-S</i>	45
<b>Tabla 31</b>	<i>Valores de K para distintos niveles de confiabilidad</i>	50
<b>Tabla 32</b>	<i>Criterios de NS para Secciones Básicas de Autopistas</i>	58
<b>Tabla 33</b>	<i>Valores de “k” recomendados para el cálculo del Volumen Horario de Proyecto</i>	67
<b>Tabla 34</b>	<i>Velocidad de Diseño según el TPDA y Tipo de Terreno</i>	70
<b>Tabla 35</b>	<i>Relaciones entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación</i>	72
<b>Tabla 36</b>	<i>Resumen de Velocidades para Diseño de elementos geométricos</i>	73

<b>Tabla 37</b> <i>Radio s m í n i m o s d e c u r v a s e n f u n c i ó n d e l p e r a l t e “ e ” y d e l c o e f i c i e n t e d e f r i c c i ó n l a t e r a l “ f ”</i> .....	77
<b>Tabla 38</b> <i>Valores de curvas y parámetros calculados</i> .....	81
<b>Tabla 39</b> <i>Análisis de la geometría de la vía existentes vs calculada</i> .....	83
<b>Tabla 40</b> <i>Coordenadas de georreferenciación de las curvas críticas</i> .....	84
<b>Tabla 41</b> <i>Fallas y daños en los pavimentos flexibles</i> .....	86
<b>Tabla 42</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 1 (Km 0 – Km 1)</i> .....	92
<b>Tabla 43</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 2 (Km 1 – Km 2)</i> .....	92
<b>Tabla 44</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 3 (Km 2 – Km 3)</i> .....	92
<b>Tabla 45</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 4 (Km 3 – Km 4)</i> .....	93
<b>Tabla 46</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 5 (Km 4 – Km 5)</i> .....	93
<b>Tabla 47</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 6 (Km 5 – Km 6)</i> .....	94
<b>Tabla 48</b> <i>Análisis del Pavimento en el Tramo 7 (Km 6 – Km 7,6)</i> .....	94
<b>Tabla 49</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 1 (Km 0 - Km 1)</i> .....	110
<b>Tabla 50</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 2 (Km 1 – Km 2)</i> .....	111
<b>Tabla 51</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 3 (Km 2 - Km 3)</i> .....	112
<b>Tabla 52</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 4 (Km 3 – Km 4)</i> .....	113
<b>Tabla 53</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 5 (Km4 – Km5)</i> .....	114
<b>Tabla 54</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 6 (Km5 – Km6)</i> .....	115
<b>Tabla 55</b> <i>Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 7 (Km 6 – Km 7,6)</i> .....	116

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Noticia Accidente en la Av. Simón Bolívar .....	4
<b>Figura 2.</b> Fotoradares en la Av. Simón Bolívar .....	5
<b>Figura 3.</b> Número total de informantes .....	11
<b>Figura 4.</b> Valores representativos Pregunta 1.....	12
<b>Figura 5.</b> Valores representativos Pregunta 2.....	12
<b>Figura 6.</b> Valores representativos Pregunta 3.....	13
<b>Figura 7.</b> Valores representativos Pregunta 4.....	13
<b>Figura 8.</b> Valores representativos Pregunta 5.....	14
<b>Figura 9.</b> Valores representativos Pregunta 6.....	14
<b>Figura 10.</b> Valores representativos Pregunta 7.....	15
<b>Figura 11.</b> Valores representativos Pregunta 8.....	15
<b>Figura 12.</b> Valores representativos Pregunta 9.....	16
<b>Figura 13.</b> Valores representativos Pregunta 10.....	16
<b>Figura 14.</b> Serie cronológica siniestros de tránsito enero 2016 a octubre 2017 .....	23
<b>Figura 15.</b> Posibles causantes a los accidentes de tránsito .....	24
<b>Figura 16.</b> Ubicación Geográfica contador sector Loma de Puengasi .....	36
<b>Figura 17.</b> Ubicación Geográfica sector Ruta Viva .....	39
<b>Figura 18.</b> Sección transversal para determinar la intensidad .....	43
<b>Figura 19.</b> Intensidad Horaria de vehículos Sector Loma de Puengasi .....	47
<b>Figura 20.</b> Intensidad Horaria de Vehículos sector Ruta Viva sentido N-S.....	48
<b>Figura 21.</b> Intensidad Horaria de Vehículos sector Ruta Viva sentido S-N.....	48
<b>Figura 22.</b> Relaciones Velocidad-Flujo .....	55
<b>Figura 23.</b> Criterio de Niveles de Servicio.....	57
<b>Figura 24.</b> Nivel de Servicio "A" .....	59
<b>Figura 25.</b> Nivel de servicio "B" .....	60
<b>Figura 26.</b> Nivel de Servicio "C" .....	60
<b>Figura 27.</b> Nivel de Servicio "D" .....	61
<b>Figura 28.</b> Nivel de servicio "E".....	62
<b>Figura 29.</b> Nivel de servicio "F" .....	62
<b>Figura 30.</b> Parámetros básicos de la curva.....	78
<b>Figura 31.</b> Ejemplo hoja de campo para la inspección visual metodología para la determinación y calificación del estado de la red vial .....	91
<b>Figura 32.</b> Doble línea continua .....	96
<b>Figura 33.</b> Línea de separación de carriles.....	97
<b>Figura 34.</b> Líneas de borde.....	98
<b>Figura 35.</b> Líneas de continuidad.....	98
<b>Figura 36.</b> Líneas de borde de calzada .....	99
<b>Figura 37.</b> Flechas .....	100
<b>Figura 38.</b> Máxima velocidad .....	101

<b>Figura 39.</b> Altura normativa de señalética vertical .....	102
<b>Figura 40.</b> Señal No rebasar .....	103
<b>Figura 41.</b> Señal límite máximo de velocidad .....	103
<b>Figura 42.</b> Señal límite máximo de velocidad con luces LED .....	104
<b>Figura 43.</b> Señal reduzca la velocidad.....	104
<b>Figura 44.</b> Señal Máxima altura .....	105
<b>Figura 45.</b> Señal curva cerrada.....	105
<b>Figura 46.</b> Señal curva abierta.....	105
<b>Figura 47.</b> Señal bandas transversales .....	106
<b>Figura 48.</b> Señal Vía resbalosa.....	106
<b>Figura 49.</b> Señal Alineamiento horizontal .....	106
<b>Figura 50.</b> Señal D6.2 .....	107
<b>Figura 51.</b> Ubicación de D6-2 .....	107
<b>Figura 52.</b> Vista de señalética en condiciones climáticas normales .....	108
<b>Figura 53.</b> Vista de señalética en condiciones climáticas adversas.....	109
<b>Figura 54.</b> Señales de velocidad existentes en el corredor vial .....	118
<b>Figura 55.</b> Punto crítico intersección entrada UIDE - Av. Simón Bolívar .....	119
<b>Figura 56.</b> Colocación de Microesferas de vidrio y pintura de tráfico.....	121
<b>Figura 57.</b> Laminas retro reflectante .....	122

**Resumen.-**

Los accidentes de tránsito, en la actualidad son una de las mayores causas de pérdida de vidas a nivel mundial, dentro de la presente investigación se analizó las causas más probables a la ocurrencia de los mismos, además se determinó la relación que tiene la ingeniería civil dentro de la seguridad vial, mediante la evaluación de los factores correspondientes al lineamiento horizontal y vertical, se realizó una inspección visual de la capa superficial del pavimento, así como también el estado de la señalética horizontal y vertical del tramo es estudio tanto la existente como la no existente, mediante este estudio se permitió dar alternativas de solución aplicadas a la seguridad vial a cada uno de estos factores, es por ello la necesidad de un estudio para una rectificación geométrica en ciertos tramos o su vez la apertura de una vía paralela al tramo es estudio, el mejoramiento o cambio total de la capa superficial de rodadura, inclusión de nuevas tecnologías para la señalética ya sea en el caso de la señalética horizontal la utilización de microesferas de vidrio o en la señalética vertical las láminas de iluminancia, todo esto con el fin de reducir los accidentes de tránsito y presentar a los usuarios y conductores una vía confortable y segura.

**Palabras Claves.**

- **ACCIDENTES DE TRANSITO**
- **DISEÑO GEOMETRICO**
- **CAPA DE RODADURA**
- **SEÑALIZACION VIAL**

**Abstract.-**

Traffic accidents, currently are one of the major causes of loss of life worldwide, within the present investigation was analyzed the most likely causes to the occurrence of them, also determined the relationship of civil engineering Within the road safety, by means of the evaluation of the factors corresponding to the horizontal and vertical guidance, a visual inspection of the surface layer of the pavement was carried out, as well as the state of the horizontal and vertical signaling of the section. the nonexistent, through this study was allowed to give alternative solutions applied to road safety to each of these factors, it is therefore the need for a study for a geometric rectification in certain sections or turn the opening of a parallel path to the section is study, the improvement or total change of the superficial layer of tread, inclusion of new technologies pair to the signage either in the case of horizontal signage the use of glass microspheres or in the vertical signage the illuminance sheets, all this in order to reduce traffic accidents and present users and drivers with a comfortable and safe.

**Keywords.-**

- **TRAFFIC ACCIDENTS**
- **GEOMETRIC DESIGN**
- **ROLLING LAYER**
- **ROAD SIGNS**

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1 Planteamiento del Problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), con la última encuesta realizada en 178 países, alrededor de 1,2 millones de personas fallecen como consecuencias de accidentes de tránsito y otros 50 millones de personas sufren algún tipo de traumatismo.

Cerca de la mitad de las personas que fallecen cada año por accidentes de tránsito en el mundo son peatones, motoristas, ciclistas y pasajeros del transporte público; esta cifra es aún mayor en los países y comunidades más pobres del mundo.

Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), en el Ecuador en lo que va desde Enero hasta Junio de 2017 se tiene un registro total de 14322 siniestros, donde se ha registrado 1011 fallecidos y 8838 personas que han sufrido alguna lesión, la provincia que registra la mayor problemática es Pichincha con 4662 registros en siniestro que representa el 32,55%, en fallecidos la provincia con mayor registro es Guayas con 223 fallecidos representando el 22,06% y en lesionados nuevamente Guayas con 3809 personas que representa el 35,72% del total.

La Avenida Simón Bolívar es una de los corredores viales con mayor flujo de tránsito en la ciudad de Quito, y es el conector por el sur hacia el corredor vial estatal E35 y por el norte hacia el corredor vial panamericana Norte y conector principal del Aeropuerto Mariscal Sucre en Tababela, por ser un corredor vial de alta

velocidad también es considerado como el lugar donde se registran diariamente la mayor parte de accidentes, es por eso que es un punto crítico a ser analizado y dar posibles directrices para mitigar los accidentes y de esta manera colaborar con el Plan Nacional para el Buen Vivir.

## **1.2 Antecedentes**

El crecimiento demográfico, así como el crecimiento del parque automotor en la ciudad de Quito sobre todo en las áreas rural y urbana, ha obligado a que se diseñen nuevos proyectos viales en los diferentes sectores de la ciudad para dar movilidad a la ciudadanía. Sin embargo, algunos diseños solo se enfocan en capas de rodadura o diseños geométricos viales. En algunos casos se lo hace sin el concurso de técnicos especializados en esta materia, o en otros ni siquiera se hace referencia a los temas de seguridad vial.

En los últimos años las vías han presentado un deterioro en los factores constructivos, como se puede nombrar entre los principales el diseño geométrico horizontal y vertical, la capa de rodadura, la señalética existente. Estos problemas se ven con mayor profundidad en la Avenida Simón Bolívar una de las más importantes que une el norte con el sur del Distrito Metropolitano de Quito.

Es evidente el riesgo que presenta una vía sin los correctos alineamientos técnicos de construcción particularmente en sectores con mayor índice de accidentes debido a la falta estos, especialmente en condiciones climáticas adversar o en la noche.

Se han realizado obras de mantenimiento vial por parte de las autoridades, sin embargo, no se ha optado por innovar tecnología de punta para satisfacer los efectos deseados y esperados durante el tráfico vehicular.

En la actualidad esta vía es vulnerable por los accidentes de tráfico vehicular que se han presentado estadísticamente. Frente a este tema es necesario concientizar al personal técnico y autoridades de la importancia en el manejo de nuevas tecnologías y técnicas de diseño y construcción vial.

Lo anterior es necesario para que sirva como un estudio de cómo se encuentra la vía y diagnosticar la durabilidad de nuevos sistemas de señalización, vida útil para permitir la continuidad del tránsito de manera segura.

A pesar de las intervenciones ejecutadas en la av. Simón Bolívar, esa arteria vial sigue siendo la que registra el mayor índice de accidentabilidad en el Distrito Metropolitano. A diario es posible ver a vehículos de auxilio y ambulancias que socorren a los conductores que sufrieron algún tipo de percance. Las consecuencias de estos hechos se evidencian en trancones, que se intensifican especialmente en los días de lluvia. (ElComercio, 2016)

La cantidad de pérdidas, tanto materiales como humanas durante el último periodo del año en curso es impresionante como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Noticia Accidente en la Av. Simón Bolívar  
(Fuente. Ecuavisa)

De igual forma es importante resaltar que se han tomado medidas para tratar de reducir el alto índices de accidentes que ocurren en esta vía, y una de estas medidas es la implementación de fotoradares para reducir la velocidad a la que circulan los automotores como lo indica la Figura 2.



**Figura 2.** Fotoradares en la Av. Simón Bolívar

### 1.3 Justificación

El gobierno del Ecuador preocupado por los altos índices de accidentes de tránsito, se encuentra invirtiendo en varios proyectos de infraestructura y seguridad vial, sin embargo, las vías consideradas de alta velocidad, han sido únicamente monitoreadas a través de fotoradares, sin tomar en cuenta que se debe realizar un estudio de todos los factores que comprenden un correcto diseño y construcción vial como lo son los alineamientos horizontales y verticales, capas de rodadura, señalética, y que corresponden a los factores que se enmarcan en la seguridad vial en los corredores de alto tránsito.

Durante el 2016 y 2017 se han registrado 382 accidentes de tránsito, con un total de 10 fallecidos, en el corredor vial Simón Bolívar (Según la Agencia Nacional de Transito), específicamente en el tramo intersección Autopista General Rumiñahui – intersección Ruta viva, debido a que el Tráfico actual futuro proyectado tiende a un crecimiento anual importante, mismo que se evidencia por el volumen de vehículos pesados y livianos que circulan a diario por este importante corredor vial, adicional la infraestructura vial actual no presenta intervenciones en el mantenimiento lo que también representa un factor que aumenta el riesgo de accidentes vehiculares

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diagnosticar y evaluar la accidentalidad en el corredor vial Simón Bolívar, tramo intersección Autopista General Rumiñahui - intersección Ruta viva y proponer alternativas técnicas viales que permita reducir los riesgos accidentes de tránsito.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar y analizar la información existente de accidentes de tránsito en el tramo en estudio.
- Evaluar la información del tráfico generado y asignado TPDA al tramo vial crítico de accidentalidad.
- Evaluar la infraestructura vial del tramo propuesto en estudio.

Plantear alternativas técnicas viales que permitan mitigar los accidentes de tráfico vehicular.

## **CAPITULO 2**

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES Y TRÁFICO**

#### **2.1 Recopilación de información de usuarios del corredor vial Simón Bolívar**

Con el fin de obtener información y conocer cuánto saben los usuarios que circulan diariamente por el corredor de la Avenida Simón Bolívar, se procedió aplicar uno de los métodos de recolección de datos como es la encuesta.

La encuesta se la conoce como como una herramienta que permite una investigación y recopilación de datos para obtener información de usuarios directos e indirectos, las encuestas tienen una variedad de propósitos y se pueden llevar a cabo de diferentes maneras dependiendo de la metodología elegida y los objetivos que se deseen alcanzar.

La metodología utilizada fue una encuesta en línea a través del software Google Drive, y enviada a varios usuarios con preguntas muy simples, sencillas y claras, las cuales no requieren conocimiento técnico del tema. Y que se detallan a continuación.

##### **2.1.1 Población y Muestra**

###### **2.1.1.1 Población.-**

La población se refiere al conjunto de personas que serán investigadas, y de las cuales se obtendrán las conclusiones.

Para el presente trabajo de investigación consideraremos como población, a los alumnos oficiales del Ejército y de la FAE, pertenecientes a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

**Tabla 1**

*Numérico de Informantes Encuestados*

<b>INFORMANTES</b>	<b>N</b>
OFICIALES ALUMNOS EJERCITO	127
OFICIALES ALUMNOS FAE	29
<b>TOTAL INFORMANTES</b>	<b>156</b>

(Fuente. Talento Humano Militar UFA ESPE, 2017)

### 2.1.1.2 Muestra.-

Se considera como muestra a un grupo menor o reducido de la población pero que posee las mismas características de la población.

En el presente trabajo se presenta únicamente un grupo de investigación, y, debido a que el número de informantes es mayor a 100 se realizará el cálculo para la muestra.

#### **Fórmula.**

$$n = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1}$$

#### **Simbología.**

- **n.** Tamaño de la muestra
- **N.** Población
- **e.** Error máximo admisibles (0.05)
- **N-1.** Corrección geométrica para muestras mayores de 30 sujetos

**Tabla 2***Numérico de la muestra encuestada*

<b>INFORMANTES</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>MUESTRA</b>
OFICIALES ALUMNOS EJERCITO	127	94
OFICIALES ALUMNOS FAE	29	27
TOTAL INFORMANTES	156	112

Una vez determinada la muestra se procedió a enviar la encuesta vía Web a los informantes la cual contenía las siguientes preguntas.

1. Escoja su sexo.
  - a. Masculino
  - b. Femenino
2. ¿Ha sido usuario de la Av. Simón Bolívar en la ciudad de Quito?
  - a. Si
  - b. No
3. Cuando Ud. Circula por la Av. Simón Bolívar lo realiza en calidad de.
  - a. Conductor
  - b. Pasajero
4. ¿Qué tan importante considera Ud. la seguridad vial en nuestro país?
  - a. Poco importante
  - b. Importante
  - c. Muy Importante
5. ¿Ud. ha sido participe o ha presenciado un accidente de tránsito en la Av. Simón Bolívar?

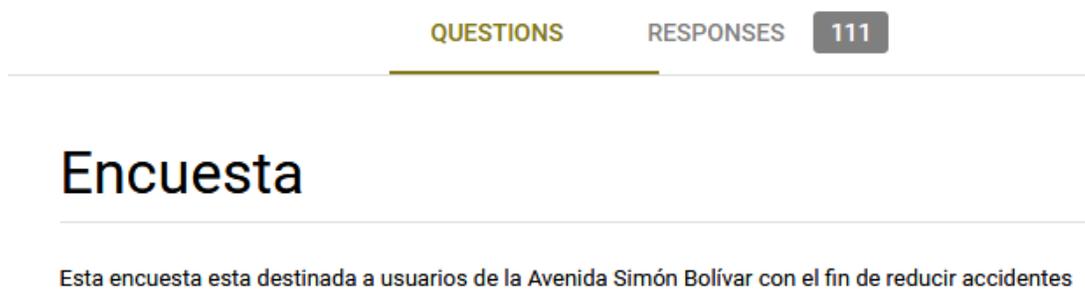
- a. Si
  - b. No
6. ¿Cuál cree Ud. que es la mayor causa para que sucedan los accidentes de tránsito?
- a. Utilización de aparatos electrónicos (celulares, tablets)
  - b. Condiciones climáticas
  - c. Condiciones de infraestructura vial mal diseñadas
  - d. Exceso de velocidad
7. ¿Piensa Ud. que la Av. Simón Bolívar cuenta con una señalética tanto horizontal como vertical que brinde seguridad?
- a. Si
  - b. No
8. ¿Qué medidas de seguridad cree Ud. que deben implementarse para reducir los accidentes de tránsito en la Av. Simón Bolívar?
- a. Mayor cantidad de radares de control de velocidad
  - b. Mejor señalización
  - c. Semáforos
  - d. Agentes de tránsito a lo largo de la vía
9. ¿Cree Ud. que debe realizarse estudios técnicos de ingeniería civil para mitigar los accidentes de tránsito?
- a. Si
  - b. No
10. ¿Conoce Ud. las alternativas de solución aplicadas a la seguridad vial?

- a. Si
- b. No

## 2.2 Análisis de los datos obtenidos

Una vez aplicada la encuesta a la muestra correspondiente se pudo obtener los siguientes datos.

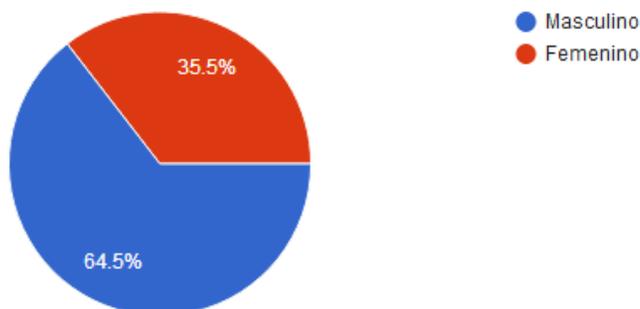
La muestra correspondía a un total de 111 informantes como muestra la figura 3.



**Figura 3.** Número total de informantes  
(Fuente. Google Drive)

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en cada una de las preguntas realizadas en la encuesta.

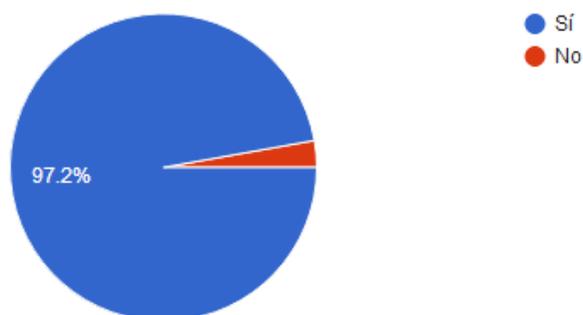
### 1. Escoja su sexo.



**Figura 4.** Valores representativos Pregunta 1

Como se puede verificar en la gráfica la mayor parte de encuestados son de sexo masculino ocupando el 64,5%.

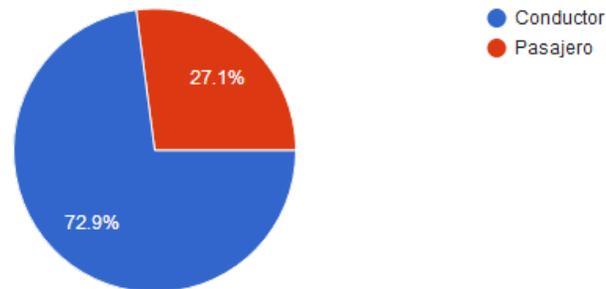
### 2. ¿Ha sido usuario de la Av. Simón Bolívar en la ciudad de Quito?



**Figura 5.** Valores representativos Pregunta 2

Casi la totalidad de la muestra encuestada es usuario o ha circulado por la Av. Simón Bolívar, por lo que podemos ver una proyección a gran escala en lo que se refiere a la utilización de este importante corredor vial en la ciudad de Quito.

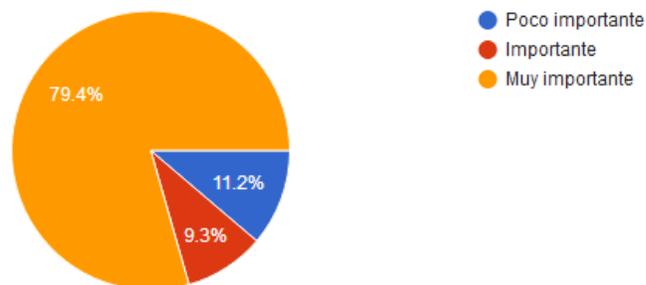
### 3. Cuando Ud. Circula por la Av. Simón Bolívar lo realiza en calidad de.



**Figura 6.** Valores representativos Pregunta 3

De igual manera se puede ver mediante la gráfica que el 72.9% de encuestados ha circulado por la Av. Simón Bolívar en calidad de Conductor por lo que tendremos un mejor resultado de la percepción que tienen los usuarios cuando circulan por la misma.

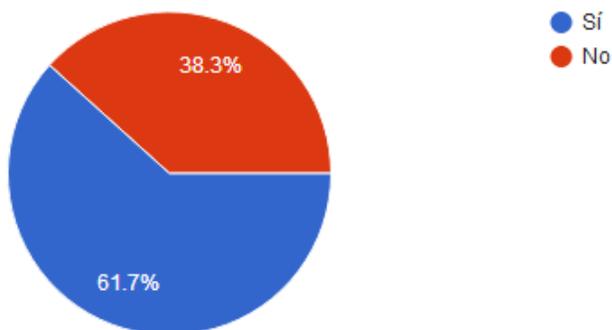
### 4. ¿Qué tan importante considera Ud. la seguridad vial en nuestro país?



**Figura 7.** Valores representativos Pregunta 4

El 79.4% de la muestra encuestada está de acuerdo que la seguridad vial en nuestro país es muy importante, por ello se ha visto la necesidad de acoplar los estudios de ingeniería civil a la seguridad vial con el fin de reducir los accidentes de tránsito.

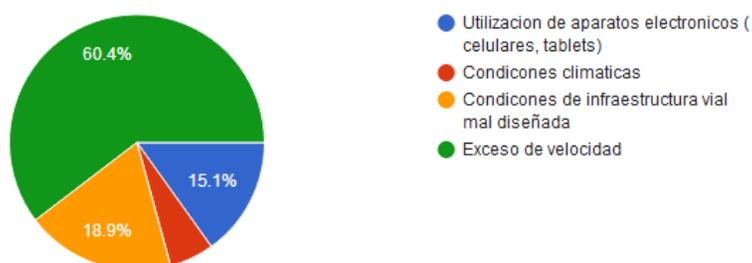
**5. ¿Ud. ha sido participe o ha presenciado un accidente de tránsito en la Av. Simón Bolívar?**



**Figura 8.** Valores representativos Pregunta 5

Según la gráfica mostrada el 61.7% de la muestra ha sido participe o ha presenciado algún tipo de accidentes, esto nos permite proyectar a que 6 de cada 10 personas están involucradas en esto.

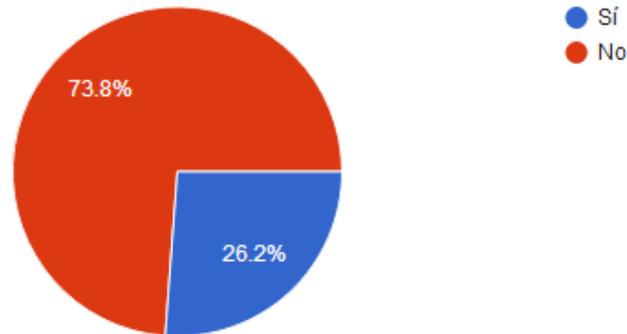
**6. ¿Cuál cree Ud. que es la mayor causa para que sucedan los accidentes de tránsito?**



**Figura 9.** Valores representativos Pregunta 6

Para el 60.4% de la muestra encuestada la causa principal para que sucedan los accidentes de tránsito es exceso de velocidad y en un porcentaje menor pero significativo son las condiciones de infraestructura vial mal diseñadas, más adelante podremos evidenciar cual es la mayor causa según la AMT.

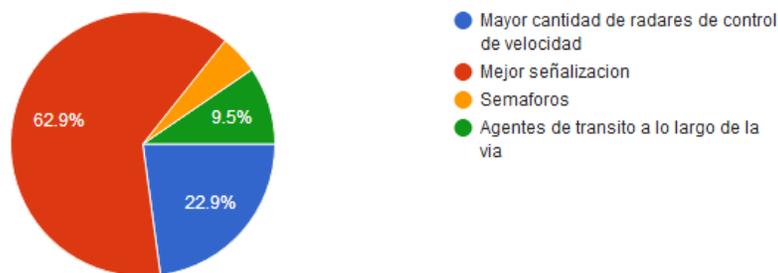
7. **¿Piensa Ud. que la Av. Simón Bolívar cuenta con una señalética tanto horizontal como vertical que brinde seguridad?**



**Figura 10.** Valores representativos Pregunta 7

El 73.8% de la muestra encuestada cree que no existe una correcta señalética tanto horizontal como vertical que brinde seguridad a los usuarios del corredor vial, esta información la podremos ratificar más adelante.

8. **¿Qué medidas de seguridad cree Ud. que deben implementarse para reducir los accidentes de tránsito en la Av. Simón Bolívar?**

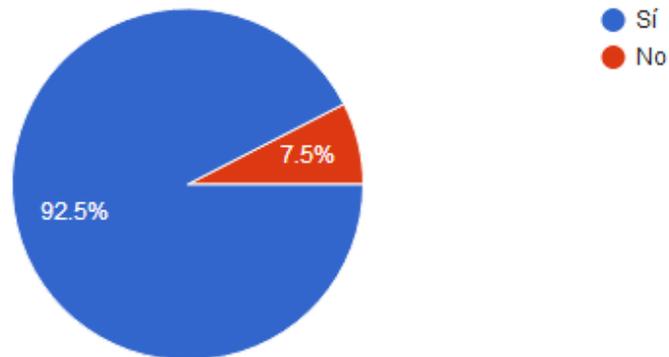


**Figura 11.** Valores representativos Pregunta 8

El mayor porcentaje de encuestados cree que para reducir los accidentes de tránsito se debería colocar una mejor señalización horizontal y vertical y en un porcentaje menor

pero significativo se dice que debería existir mayor cantidad de radares de control de velocidad.

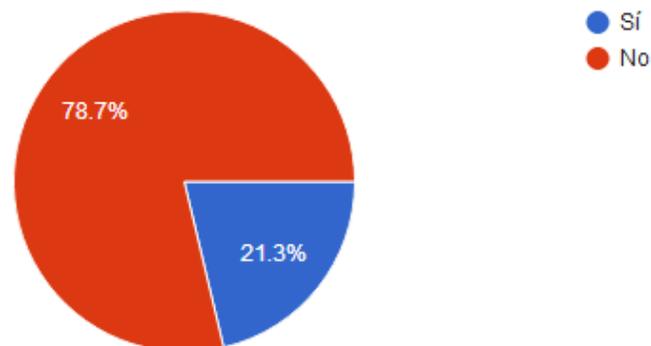
**9. ¿Cree Ud. que debe realizarse estudios técnicos de ingeniería civil para mitigar los accidentes de tránsito?**



**Figura 12.** Valores representativos Pregunta 9

El 92.5% de la muestra encuestada está de acuerdo que se debe acoplar la ingeniería civil a la seguridad vial para realizar unos correctos estudios y así en lo posible dar alternativas de solución a reducir los accidentes de tránsito.

**10. ¿Conoce Ud. las alternativas de solución aplicadas a la seguridad vial?**



**Figura 13.** Valores representativos Pregunta 10

El 78.7% de los encuestados no conocen las alternativas de solución que se pueden dar a la seguridad vial, y ese es el objetivo de este trabajo de investigación, que se pueda conocer cuáles son los estudios y el resultado final para así reducir los accidentes de tránsito.

## **2.3 Recopilación de Información de Accidentes de tránsito a nivel nacional, regional y local en el área de estudio**

### **2.3.1 Accidentes de Tránsito a Nivel Nacional**

Con el fin de tener los datos más actualizados, la presente investigación se realizó a Octubre de 2017 y está presentada en cuadro por provincias.

**Tabla 3***Siniestros por provincia a nivel nacional – Octubre 2017*

PROVINCIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	TOTAL A OCTUBRE 2017	%
AZUAY	114	119	96	128	117	122	134	125	137	146	1238	5,17
BOLIVAR	14	23	18	10	10	12	9	14	19	14	143	0,60
CANAR	21	7	23	14	19	12	14	16	13	7	146	0,61
CARCHI	17	8	25	18	11	17	16	17	13	3	145	0,61
CHIMBORAZO	74	53	49	52	66	70	87	81	48	65	645	2,69
COTOPAXI	41	60	59	45	43	26	38	53	31	47	443	1,85
EL ORO	65	60	62	75	50	69	67	64	58	46	616	2,57
ESMERALDAS	33	30	26	17	14	22	19	21	16	14	212	0,88
GALAPAGOS	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,00
GUAYAS	653	660	573	605	709	660	737	733	786	743	6859	28,62
IMBABURA	146	174	236	192	103	108	79	50	52	35	1175	4,90
LOJA	38	35	44	50	49	60	47	42	43	55	463	1,93
LOS RÍOS	73	66	58	70	83	69	87	68	72	93	739	3,08
MANABÍ	113	101	83	93	101	109	110	95	134	109	1048	4,37
MORONA SANTIAGO	11	18	11	10	9	11	13	12	26	15	136	0,57
NAPO	14	9	7	9	5	8	4	12	8	5	81	0,34
ORELLANA	1	2	4	1	-	1	-	-	-	5	14	0,06
PASTAZA	4	3	3	5	6	4	3	5	4	3	40	0,17
PICHINCHA	787	728	759	747	821	820	809	727	761	819	7778	32,46
SANTA ELENA	64	60	36	52	52	48	46	50	45	63	516	2,15
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	52	45	52	49	45	34	52	50	58	45	482	2,01
SUCUMBIOS	7	7	6	6	6	7	4	1	4	7	55	0,23
TUNGURAHUA	81	93	85	118	106	96	93	85	79	84	920	3,84
ZAMORA CHINCHIPE	5	11	8	7	8	7	3	5	6	8	68	0,28
<b>TOTAL</b>	<b>2.428,00</b>	<b>2.372,00</b>	<b>2.323,00</b>	<b>2.374,00</b>	<b>2.433,00</b>	<b>2.392,00</b>	<b>2.471,00</b>	<b>2.326,00</b>	<b>2.413,00</b>	<b>2.431,00</b>	<b>23.963,00</b>	<b>100,00</b>
<b>%</b>	<b>10,13</b>	<b>9,90</b>	<b>9,69</b>	<b>9,91</b>	<b>10,15</b>	<b>9,98</b>	<b>10,31</b>	<b>9,71</b>	<b>10,07</b>	<b>10,14</b>	<b>100,00</b>	

(Fuente. DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

## 2.3.2 Posibles Causas de los Accidentes a Nivel Nacional

**Tabla 4**

*Siniestros por causas probables a nivel nacional – Octubre 2017*

CODIGO	CAUSAS PROBABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	TOTAL A OCTUBRE-2017	%
C14	CONducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).	412	462	367	390	274	332	361	409	372	520	3.899,00	16,27
C09	CONducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	300	336	306	249	377	394	369	328	428	338	3.425,00	14,29
C23	NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC).	327	283	328	282	319	338	340	319	432	314	3.282,00	13,70
C11	NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	212	187	191	292	223	235	266	197	176	202	2.181,00	9,10
C19	REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL.	175	177	155	118	219	173	199	136	188	173	1.713,00	7,15
C06	CONduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	157	148	157	184	170	176	177	179	177	176	1.701,00	7,10
C12	NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS.	111	88	118	206	195	193	241	235	124	137	1.648,00	6,88
C26	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN.	189	160	153	133	191	142	142	161	152	163	1.586,00	6,62
C25	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS.	193	165	175	149	100	97	102	89	87	104	1.261,00	5,26
C16	NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	70	69	55	76	68	63	78	62	78	58	677,00	2,83
C03	CONducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga).	45	51	46	69	48	62	58	60	59	63	561,00	2,34
C18	CONducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.	26	14	25	27	60	38	25	24	28	34	301,00	1,26
C22	ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	37	45	51	24	21	7	4	10	10	9	218,00	0,91
C01	CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.).	35	33	27	23	36	15	15	14	18	16	232,00	0,97
C15	DEJAR O RECOGER PASAJEROS EN LUGARES NO PERMITIDOS.	22	42	27	26	25	23	5	16	8	17	211,00	0,88
C27	PEATÓN QUE CRUZA LA CALZADA SIN RESPETAR LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE (SEMAFOROS O SEÑALES MANUALES).	33	18	30	26	17	10	19	7	5	22	187,00	0,78
C10	CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	16	20	38	21	13	24	10	6	8	13	169,00	0,71
C17	BAJARSE O SUBIRSE DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO SIN TOMAR LAS PRECAUCIONES DEBIDAS.	10	15	13	11	28	30	32	32	22	35	228,00	0,95
C05	FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEUMÁTICOS (SISTEMA DE FRENSOS, DIRECCIÓN, ELÉCTRÓNICO O MECÁNICO).	18	11	14	14	10	13	6	8	16	8	118,00	0,49
C02	PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.).	14	11	9	15	12	7	11	3	8	9	99,00	0,41
C07	PEATÓN TRANSITA BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.	10	7	8	18	9	6	4	9	7	9	87,00	0,36
C21	MALAS CONDICIONES DE LA VÍA Y/O CONFIGURACIÓN, (ILUMINACIÓN Y DISEÑO).	2	15	11	6	8	1	0	7	2	5	57,00	0,24
C04	DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES.	5	5	3	1	1	7	3	10	-	4	39,00	0,16
C08	PESO Y VOLUMEN NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS.	4	3	7	3	4	1	0	2	5	-	29,00	0,12
C20	EL CONDUCTOR QUE DETENGA O ESTACIONE VEHÍCULOS EN SITIOS O ZONAS QUE ENTRANEN PELIGRO, TALES COMO ZONA DE SEGURIDAD, CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	3	5	2	3	5	2	1	-	2	-	23,00	0,10
C24	NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.	1	2	6	3	-	3	3	3	1	2	24,00	0,10
C28	DISPOSITIVO REGULADOR DE TRÁNSITO EN MAL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO (SEMAFORO).	1	0	1	5	-	-	0	-	-	-	7,00	0,03
	<b>TOTAL</b>	<b>2.428,00</b>	<b>2.372,00</b>	<b>2.323,00</b>	<b>2.374,00</b>	<b>2.433,00</b>	<b>2.392,00</b>	<b>2.471,00</b>	<b>2.326,00</b>	<b>2.413,00</b>	<b>2.431,00</b>	<b>23.963,00</b>	<b>100,00</b>

(Fuente. DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaqui, Movielnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

### 2.3.3 Siniestros de tránsito a nivel Nacional

**Tabla 5**

*Siniestros de Tránsito “Tipo A” a nivel Nacional – Octubre 2017*

TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	TOTAL A OCTUBRE-2017	%
CHOQUE LATERAL	649	626	651	643	651	604	659	644	660	666	6.453,00	26,93
ATROPELLO	428	349	364	387	396	413	399	369	385	416	3.906,00	16,30
ESTRELLAMIENTO	300	319	332	316	323	301	249	288	293	291	3.012,00	12,57
PERDIDA DE PISTA	294	287	243	261	265	296	314	274	329	312	2.875,00	12,00
CHOQUE POSTERIOR	239	259	225	248	270	260	268	255	248	243	2.515,00	10,50
ROZAMIENTO / ROCE	157	149	142	154	148	138	169	159	134	154	1.504,00	6,28
CHOQUE FRONTAL	122	129	121	125	109	127	118	91	148	112	1.202,00	5,02
COLISION	82	63	73	75	62	75	70	74	63	52	689,00	2,88
CAÍDA DE PASAJERO	49	67	60	70	90	85	75	83	70	94	743,00	3,10
VOLCAMIENTO	51	53	50	36	67	56	57	48	46	53	517,00	2,16
OTROS	35	39	39	42	35	18	72	19	19	15	333,00	1,39
ARROLLAMIENTO	22	32	23	17	17	19	21	22	18	23	214,00	0,89
<b>TOTAL</b>	<b>2.428,00</b>	<b>2.372,00</b>	<b>2.323,00</b>	<b>2.374,00</b>	<b>2.433,00</b>	<b>2.392,00</b>	<b>2.471,00</b>	<b>2.326,00</b>	<b>2.413,00</b>	<b>2.431,00</b>	<b>23.963,00</b>	<b>100,00</b>
%	10,13	9,90	9,69	9,91	10,15	9,98	10,31	9,71	10,07	10,14	100,00	

(Fuente. DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaqui, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

### 2.3.4 Tipología de Vehículos involucrados en los Siniestros a Nivel Nacional

**Tabla 6**

*Tipo de Vehículos involucrados en accidentes de tránsito a nivel Nacional – Octubre 2017*

TIPO DE VEHÍCULO	INVOLUCRADOS EN SINIESTROS
AUTOMOVIL	1.312,00
MOTOCICLETA	623,00
CAMIONETA	442,00
UTILITARIO	365,00
BUS	264,00
CAMIÓN	186,00
OTROS*	57,00
BICICLETA	29,00
NO IDENTIFICADO**	621,00
<b>TOTAL</b>	<b>3.899,00</b>

\* Otros incluye. Tráiler, especial (transporte de valores, grúa, etc.), volqueta, furgoneta y tanqueros.

\*\* Representa a vehículos que se presume no se pudieron identificar o se dieron a la fuga.

(Fuente. DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaqui, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

### 2.3.5 Accidentes de Tránsito a Nivel Regional - Pichincha

Para iniciar el análisis a nivel regional se obtuvo información de toda la Provincia actualizado a octubre de 2017.

**Tabla 7**

*Siniestros de Tránsito Regional – Octubre 2017*

<b>PICHINCHA</b>	CAYAMBE	8
	MEJIA	25
	PEDRO MONCAYO	3
	QUITO	777
	RUMINAHUI	6
	<b>TOTAL</b>	<b>819</b>

(Fuente. DNCTSV, CTE, Municipio de Ambato, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

### 2.3.6 Accidentes de Tránsito a Nivel Local – Zona de estudio

La información presentada a continuación es de fuente de la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT), la cual asumió las competencias de tránsito desde agosto del 2014, a continuación, se presenta un cuadro resumen del número de accidentes por año a partir del 2014 hasta el 2017, más adelante se podrá revisar la información más detallada de los accidentes de tránsito dentro de nuestra zona de estudio.

**Tabla 8**

*Histórico de accidentes de tránsito en la zona de estudio*

<b>AÑO</b>	<b>NUMERO DE ACCIDENTES</b>
2014	86
2015	224
2016	127
2017	77

(Fuente. Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

## **2.4 Análisis de la información de Accidentes de tránsito**

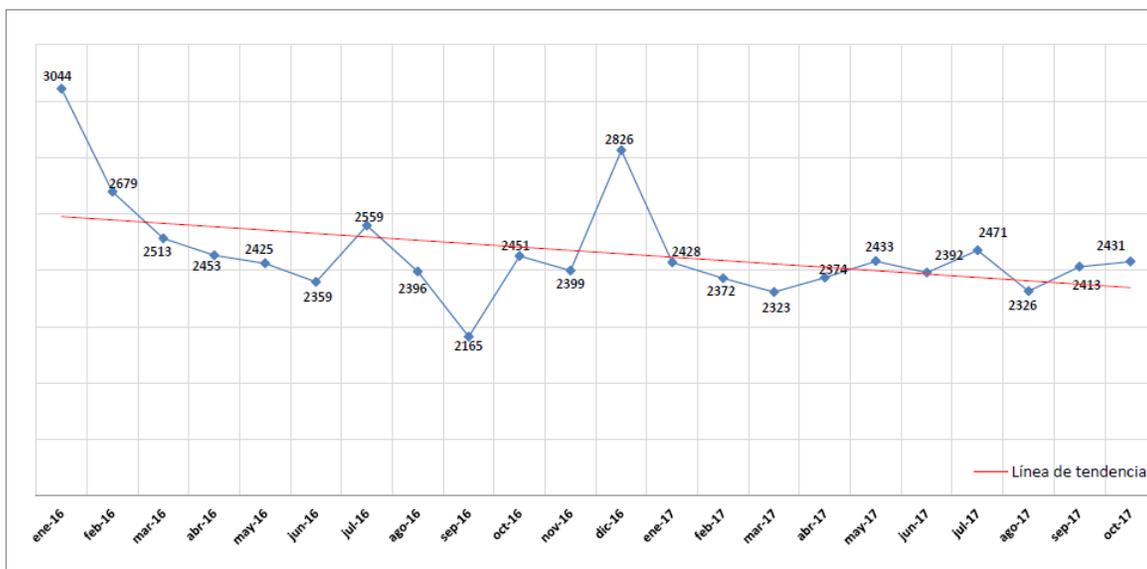
### **2.4.1 Análisis a Nivel Nacional**

Para realizar un correcto análisis debemos tomar en consideración o como base, la cantidad de accidentes que se suscitaron en el año 2016 en comparación al 2017.

Según los datos estadísticos de la Agencia Nacional de Tránsito (2016), hasta octubre del mismo año se suscitaron 25044 accidentes de tránsito a nivel nacional, en comparación a 23963 accidentes de tránsito ocurridos hasta octubre del presente año, es decir, que la tasa bajo en un 4,51% en relación al año anterior.

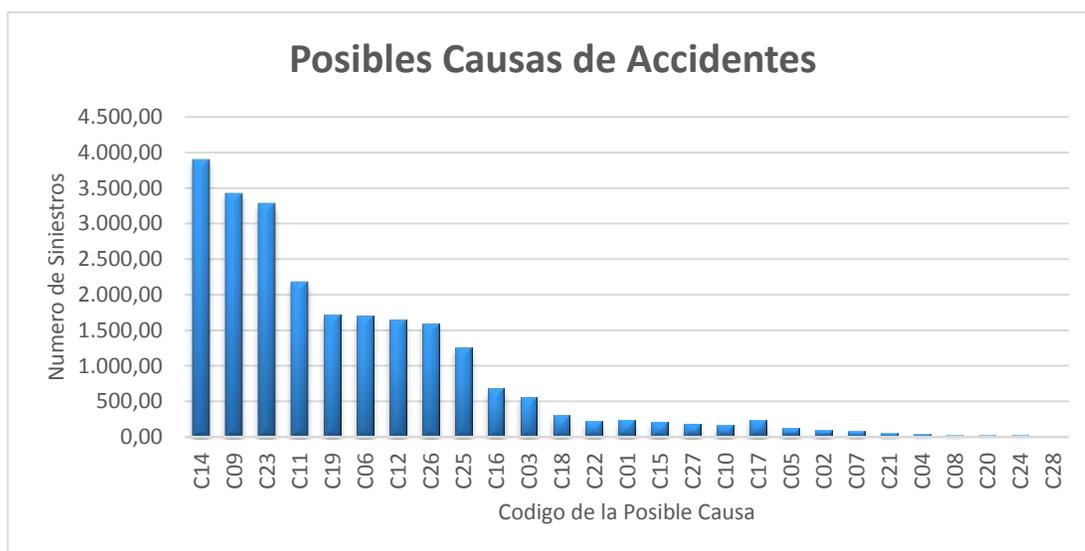
Con base a la tabla 3, se evidencia que la Provincia que registra la mayor cantidad de accidentes de tránsito es Pichincha con 7778 accidentes en relación a octubre de 2016 que registro 9050 accidentes de tránsito, reduciendo su tasa en un 16,35%.

A continuación, en la siguiente grafica podemos evidenciar una serie cronológica de accidentes de tránsito desde enero de 2016 hasta octubre de 2017 a nivel nacional.



**Figura 14.** Serie cronológica siniestros de tránsito enero 2016 a octubre 2017  
(Fuente. DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil, Movidelnor y Agencia Metropolitana de Tránsito de Quito.)

Además podemos identificar la mayor causante posible de los accidentes de tránsito, que mediante la siguiente figura es la código C14 que corresponde a “conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor)”, lo cual ha causado 3899 accidentes de tránsito.



**Figura 15.** Posibles causantes a los accidentes de tránsito

El tipo de vehículo que mayor incidencia ha presentado en los accidentes de tránsito a nivel nacional son los automóviles con un total de 1312 vehículos, se debe tomar en consideración que existe un porcentaje alto entre motocicletas y otros vehículos no identificados por distintas causas..

#### 2.4.2 Análisis a Nivel Regional

Según Datos de la Agencia Nacional de Tránsito y en comparación a octubre de 2016 donde en Pichincha se suscitaron 808 accidentes de tránsito y específicamente en la ciudad de Quito se presentaron 775 accidentes; en comparación al presente año a Octubre donde se registro 819 a nivel provincial y 777 a nivel de la ciudad de Quito, es decir que en este caso a nivel provincial su tasa aumento en un 1,36% y a nivel de la ciudad de Quito aumento en un 0,26%, lo cual sigue siendo un problema ya que el objetivo es reducir los accidentes de tránsito, así la tasa de crecimiento sea mínima debemos tener una tendencia a reducirla.

### 2.4.3 Análisis a Nivel Local (zona de estudio)

Para iniciar el análisis a nivel local, se tomó como punto de partida el mes de agosto del 2014 hasta noviembre del 2017, con esta base se analizó la cantidad de accidentes por cada mes, ubicación y causas que lo produjeron.

#### 2.4.3.1 Análisis en el año 2014

**Tabla 9**

*Resumen mensual del número de accidentes - 2014*

MES	NUMERO DE ACCIDENTES
Agosto	9
Septiembre	24
Octubre	18
Noviembre	17
Diciembre	18

Para el año 2014, el mes que registro mayor cantidad de accidentes fue septiembre con el 27.91% del total, los siguientes meses que representan una cantidad significativa son octubre y diciembre con 20.93%, así como el mes que menos registro accidentes de tránsito fue agosto con apenas 10.47%.

**Tabla 10**

*Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2014*

LUGAR	NUMERO DE ACCIDENTES
Simón Bolívar - Universidad Internacional	44
Simón Bolívar - Ruta Viva	10
Simón Bolívar - Autopista General Rumiñahui	32

La Ubicación detalla con las respectivas coordenadas se encuentran en el “Anexo A. Tabla de accidentes de tránsito año 2014”, sin embargo, en la tabla 10 podemos revisar que la zona donde se registró la mayor cantidad de accidentes fue en el corredor Simón Bolívar e intersección Universidad Internacional representando el 51.16% de total, el segundo sector fue corredor Simón Bolívar y Autopista General Rumiñahui que representa 37.21% y el sector corredor Simón Bolívar – Ruta Viva que registro el 11.63% de la cantidad de accidentes.

**Tabla 11**

*Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito - 2014*

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES
CANSANCIO AL CONDUCIR	1
CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.)	1
CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	10
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS	1
CONDUCIR DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (Pantallas de video, Comida, Maquillaje o cualquier otro elemento Distractor)	3
CONDUCIR EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA)	6
CONDUCIR VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	31
CRUZA LA CALZADA SIN RESPETAR LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE (SEMÁFOROS O SEÑALES MANUALES).	1
FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEÚMATICOS (SISTEMA DE FRENOS, DIRECCIÓN, ELÉCTRÓNICO O MECÁNICO)	5
MAL REBASAMIENTO	1
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN	1
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	11
NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.	3
NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO,ETC)	3
PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.)	3
REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL	3
USO DE CELULAR-CONDUCIR DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO	2

La mayor causa de accidentes vehiculares registrada es conducir vehículos superando los límites máximos de velocidad con un porcentaje igual 36.05%, la siguiente causa es no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede con un porcentaje correspondiente al 12,79%.

#### 2.4.3.2 Análisis en el año 2015

**Tabla 12**

*Resumen mensual del número de accidentes – 2015*

MES	NUMERO DE ACCIDENTES
Enero	20
Febrero	11
Marzo	25
Abril	13
Mayo	16
Junio	25
Julio	22
Agosto	15
Septiembre	20
Octubre	24
Noviembre	16
Diciembre	17

Para el año 2015, y como muestra el “Anexo B. Tabla de accidentes de tránsito año 2015”, los meses en los que se registró la mayor cantidad de accidentes fue marzo, junio, julio y octubre con un porcentaje igual a 11.16%, 9.82%, 10.71%, respectivamente, los siguientes meses que representan una cantidad significativa son enero y septiembre con 8.93%, así como el mes que menos registro accidentes de tránsito fue febrero con apenas 4.91%.

**Tabla 13***Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2015*

LUGAR	NUMERO DE ACCIDENTES
Simón Bolívar - Universidad Internacional	85
Simón Bolívar - Ruta Viva	38
Simón Bolívar - Autopista General Rumiñahui	101

La tabla 13, muestra la zona donde se registró la mayor cantidad de accidentes que a diferencia del año 2014 fue en el sector corredor Simón Bolívar – Autopista General Rumiñahui representando el 45.09% de total, el segundo sector fue corredor Simón Bolívar – Universidad Internacional que representa 37.95% y el sector corredor Simón Bolívar – Ruta Viva registro el 16.96% de la cantidad de accidentes.

**Tabla 14**

Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2015

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES
ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	5
CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.)	4
CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	12
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS	9
CONducIR DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (Pantallas de video, Comida, Maquillaje o cualquier otro elemento Distractor)	13
CONducIR EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA)	19
CONducIR EN SENTIDO CONTRARIO A LA VÍA NORMAL DE CIRCULACIÓN	1
CONducIR VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	69
FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEÚMATICOS (SISTEMA DE FRENOS, DIRECCIÓN, ELÉCTRÓNICO O MECÁNICO)	2
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS	6
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN	4
NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS	12
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	28
NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.	2
NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC)	9
NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	2
PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS	4
PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.)	1
REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL	21
USO DE CELULAR-CONducIR DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO	1

Para el 2015 se registró que la mayor causa de accidentes es conducir vehículos superando los límites máximos de velocidad con un porcentaje igual 30.80%, la siguiente causa es no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede con un porcentaje correspondiente al 12,50%, según los datos podemos

evidenciar que son las mismas causas a las del año 2014 para lo cual más adelante podremos obtener un patrón.

### 2.4.3.3 Análisis en el año 2016

**Tabla 15**

*Resumen mensual del número de accidentes – 2016*

MES	NUMERO DE ACCIDENTES
Enero	20
Febrero	16
Marzo	9
Abril	16
Mayo	11
Junio	8
Julio	8
Agosto	3
Septiembre	8
Octubre	9
Noviembre	8
Diciembre	11

Para el año 2016, los meses en los que se registró la mayor cantidad de accidentes fue enero, febrero y abril con un porcentaje igual a 15.75% y 12.60%, respectivamente, los siguientes meses que además representan una cantidad significativa son mayo y diciembre con 8.66%, así como el mes que menos registro accidentes de tránsito fue agosto con apenas 2.36%, la información más detallada se encuentra en el “Anexo C. Tabla de accidentes de tránsito año 2016”

**Tabla 16**

*Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2016*

LUGAR	NUMERO DE ACCIDENTES
Simón Bolívar - Universidad Internacional	47
Simón Bolívar - Ruta Viva	30
Simón Bolívar - Autopista General Rumiñahui	50

La tabla 16, muestra la zona donde se registró la mayor cantidad de accidentes que fue la misma que se registró en el año 2015, fue en el sector Simón Bolívar – Autopista General Rumiñahui representando el 39.37% de total, el segundo sector fue Simón Bolívar – Universidad Internacional que representa 37.01% y el sector Simón Bolívar – Ruta Viva registro el 23.62% de la cantidad de accidentes.

**Tabla 17**

*Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2016*

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES
ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	4
CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	1
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS	6
CONducir DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (Pantallas de video, Comida, Maquillaje o cualquier otro elemento Distractor)	4
CONducir EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA)	16
CONducir VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	43
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS	8
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN	1
NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS	13
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	14
NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC)	3
NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	3
PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS	2
REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL	9

Como se puede ver en la tabla 17, para el 2016 se registró que la mayor causa de accidentes es conducir vehículos superando los límites máximos de velocidad con un porcentaje igual 33.86%, la siguiente causa fue conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas representando el 12.60%, sin embargo en tercer lugar es no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede con un porcentaje correspondiente al 11.02%, a pesar de tener una nueva causa, según los datos podemos evidenciar que se repiten las causas del año 2014 y 2015.

#### 2.4.3.4 Análisis en el año 2017

**Tabla 18**

*Resumen mensual del número de accidentes – 2017*

MES	NUMERO DE ACCIDENTES
Enero	7
Febrero	5
Marzo	8
Abril	7
Mayo	12
Junio	6
Julio	3
Agosto	12
Septiembre	4
Octubre	8
Noviembre	5

Para el año 2017, se tiene los registros hasta el mes de noviembre como se evidencia en el “Anexo D. Tabla de accidentes de tránsito año 2017” y donde se puede evidenciar que los meses en los que sucedieron la mayor cantidad de accidentes fue agosto y mayo con un porcentaje igual a 15.58% respectivamente, los siguientes meses

que además representan una cantidad significativa son marzo y octubre con 10.39%, así como el mes que menos registro accidentes de tránsito fue julio con apenas 3.90%.

**Tabla 19**

*Resumen de la ubicación de los accidentes de tránsito - 2017*

LUGAR	NUMERO DE ACCIDENTES
Simón Bolívar - Universidad Internacional	28,00
Simón Bolívar - Ruta Viva	13,00
Simón Bolívar - Autopista General Rumiñahui	36,00

La tabla 19, muestra la zona donde se registró la mayor cantidad de accidentes que fue la misma que se registró en el año 2015 y 2016, fue en el sector Simón Bolívar – Autopista General Rumiñahui representando el 46.35% de total, el segundo sector fue Simón Bolívar – Universidad Internacional que representa 36.36% y el sector Simón Bolívar – Ruta Viva registro el 16.88% de la cantidad de accidentes.

**Tabla 20**

*Resumen de las causas de ocurrencia a los accidentes de tránsito – 2017*

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES
ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	2
CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS	5
CONducir DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (Pantallas de video, Comida, Maquillaje o cualquier otro elemento Distractor)	4
CONducir EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA)	6
CONducir VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	28
NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS	2
NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS	4
NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	22
NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	3
REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL	1

Como se puede ver en la tabla 20, para el 2017 se registró que la mayor causa de accidentes es conducir vehículos superando los límites máximos de velocidad con un porcentaje igual 36.36%, nuevamente la causa de no mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede con un porcentaje correspondiente al 28.57% representa la segunda causa mayor para la incidencia de accidente, con estos datos ya tenemos una relación directa de las causas ya que son las de mayor porcentaje en los años 2014, 2015, 2016 y 2017.

## **2.5 Recopilación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en el área de incidencia.**

Se debe determinar en primera instancia que es el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), dentro de la ingeniería de tráfico.

Según la Norma de Diseño Geométrico MOP – 2003, el TPDA es la unidad de medida del volumen en el tráfico de una carretera.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta las siguientes características.

- Las vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones.
- Para el caso de autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como Flujo Direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la

vía. esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo sentido.

La presente investigación se lo realizo con la información proporcionada por el área de sistemas de información de tránsito, de la Dirección de Políticas de Planeamiento, de la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito y actualizados a marzo del 2017.

El área de sistemas de información de tránsito, tienen varios puntos de control a lo largo del corredor de la Av. Simón Bolívar, para nuestra zona de estudio, se identifican dos puntos de control que coinciden con los puntos negros de accidentalidad antes identificados como son. en la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Autopista General Rumiñahui (sector Loma de Puengasi) y el segundo punto en la intersección de la Av. Simón Bolívar con la Ruta Viva.

### **2.5.1 TPDA en el sector de la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Autopista General Rumiñahui (sector Loma de Puengasi).**

Para considerar el conteo vehicular que ingresa a nuestra zona de estudio y punto negro de accidentalidad identificado, se tomara en cuenta los datos obtenidos por el contador vehicular que se encuentra ubicado en el sector de la Loma de Puengasi en las coordenadas. 0°14'50.37"S 78°30'5.24"O.



**Tabla 21**  
**Conteo Vehicular sector Loma de Puengasi sentido N-S**

AV.S.BOLÍVAR N-S												TRAFICO SEMANAL		TRAFICO FIN DE SEMANA	
HORARIO	SEPT SAB 9	SEPT DOM 10	SEPT LUN 11	SEPT MART 12	SEPT MIER 13	SEPT JUEV 14	SEPT VIER 15	SEPT SAB 16	SEPT DOM 17	SEPT LUN 18	SEPT MART 19	PROMEDIO LUN-A-VIER	MÁXIMO LUN-A-VIER	PROMEDIO SAB-y-DOM	MÁXIMO SAB-y-DOM
00:00 - 01:00		401	196	252	241	252	330	424	390	185	245	243	330	405	424
01:00 - 02:00		358	119	149	144	130	191	281	306	89	149	139	191	315	358
02:00 - 03:00		261	105	134	105	116	165	295	272	87	116	118	165	276	295
03:00 - 04:00		213	152	167	143	184	165	320	217	152	167	161	184	250	320
04:00 - 05:00		282	304	322	263	331	338	472	276	337	297	313	338	343	472
05:00 - 06:00		485	744	738	623	685	722	771	428	765	740	717	765	561	771
06:00 - 07:00		878	1.649	1.687	1.588	1.619	1.651	1.405	822	1.684	1.739	1.660	1.739	1.035	1.405
07:00 - 08:00		1.192	1.966	2.090	2.063	2.019	2.026	1.959	1.166	2.001	2.056	2.032	2.090	1.439	1.959
08:00 - 9:00		1.406	1.829	1.951	1.962	2.006	1.941	2.102	1.352	1.840	1.924	1.922	2.006	1.620	2.102
09:00 - 10:00		1.655	1.692	1.852	1.872	1.957	1.920	2.208	1.606	1.668	1.874	1.834	1.957	1.823	2.208
10:00 - 11:00		1.723	1.743	1.890	1.873	1.849	2.001	2.148	1.703	1.767	1.894	1.860	2.001	1.858	2.148
11:00 - 12:00	2.585	1.835	1.648	1.750	1.809	1.793	1.882	2.195	1.634	1.701	1.766	1.764	1.882	2.062	2.585
12:00 - 13:00	2.430	1.690	1.797	1.789	1.811	1.807	1.991	2.276	1.583	1.768	1.783	1.821	1.991	1.995	2.430
13:00 - 14:00	2.390	1.621	1.829	1.845	1.852	1.825	2.160	2.229	1.680	1.798	1.803	1.873	2.160	1.980	2.390
14:00 - 15:00	2.293	1.598	1.949	1.983	2.044	1.924	2.326	1.944	1.596	1.930	1.917	2.010	2.326	1.858	2.293
15:00 - 16:00	2.193	1.749	2.070	2.180	2.087	2.173	2.491	2.023	1.661	2.138		2.190	2.491	1.907	2.193
16:00 - 17:00	2.166	1.676	2.198	2.281	2.343	2.426	2.750	2.231	1.895	2.258		2.376	2.750	1.992	2.231
17:00 - 18:00	2.090	1.892	2.752	2.739	2.704	2.828	3.072	2.304	1.863	2.656		2.792	3.072	2.037	2.304
18:00 - 19:00	2.092	1.678	2.962	2.920	3.051	3.111	3.528	2.038	1.773	2.876		3.075	3.528	1.895	2.092
19:00 - 20:00	1.850	1.688	2.414	2.513	2.556	2.545	3.081	1.911	1.643	2.394		2.584	3.081	1.773	1.911
20:00 - 21:00	1.481	1.399	1.777	1.780	1.847	1.871	2.434	1.469	1.267	1.791		1.917	2.434	1.404	1.481
21:00 - 22:00	1.119	933	1.219	1.326	1.281	1.140	1.759	1.135	916	1.261		1.331	1.759	1.026	1.135
22:00 - 23:00	770	630	760	815	900	1.022	1.230	759	637	783		918	1.230	699	770
23:00 - 24:00	490	308	355	383	416	495	704	518	307	358		452	704	406	518
FLUJO DIARIO		27.551	34.229	35.536	35.578	36.108	40.858	35.417	26.993	34.287		36.102	41.174	30.959	36.795
TRANST-PROMED 7:00 a 20:00 hrs		1.646	2.065	2.137	2.156	2.174	2.398	2.121	1.627	2.061		2.164	2.410	1.865	2.219
VOLUM HORARIO MAX-DEMAND	2.585	1.892	2.962	2.920	3.051	3.111	3.528	2.304	1.895	2.876	2.056	3.075	3.528	2.062	2.585
8 HRS MAX.PROMD	0	1.741	2.268	2.332	2.351	2.383	2.730	2.212	1.732	2.262	0	2.373	2.730	0	0
% VARIACIÓN DIARIA EN RELACIÓN AL PROMEDIO LUNES A VIERNES		< 23,69 %	< 5,19 %	< 1,57 %	< 1,45 %	> 0,02 %	> 13,17 %	< 1,9 %	< 25,23 %	< 5,03 %		0,02	13,17	1,90	25,23

(Fuente. Área de sistemas de información de tránsito, de la Dirección de Políticas de Planeamiento, de la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito)

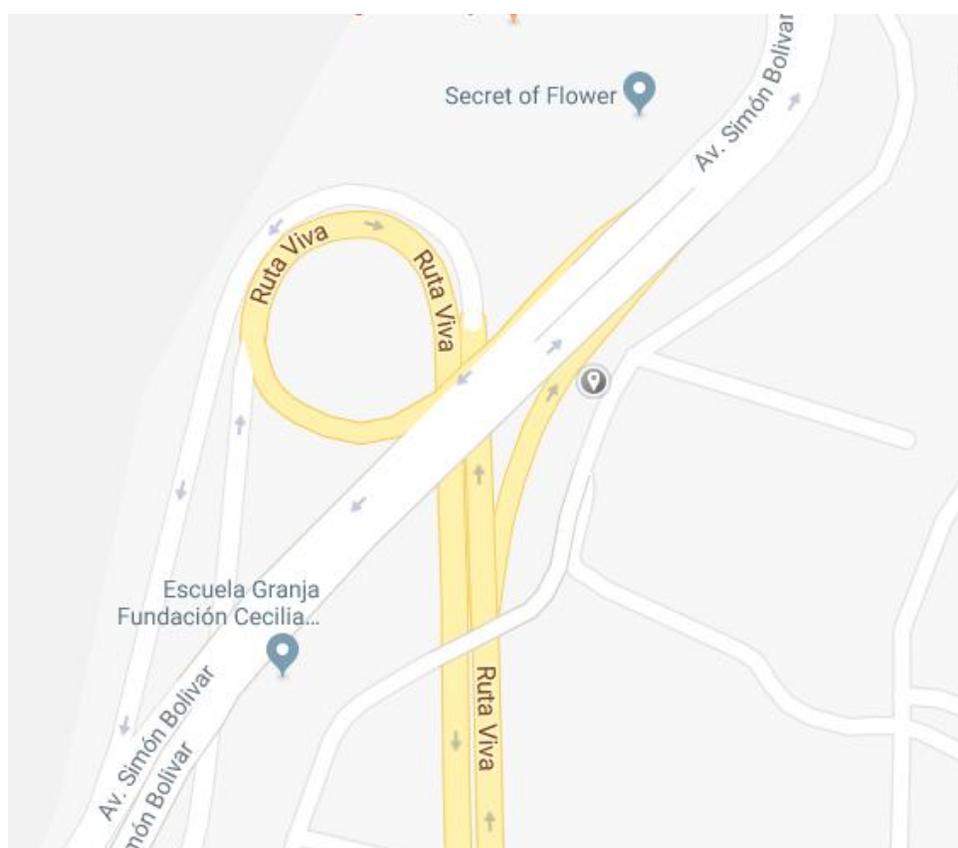
**Tabla 22**  
**Conteo Vehicular sector Loma de Puengasi sentido S-N**

AV.S.BOLÍVAR S-N												TRAFICO SEMANAL		TRAFICO FIN DE SEMANA	
HORA	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	SEPT	PROMEDIO LUN-A-VIER	MÁXIMO LUN-A-VIER	PROMEDIO SAB-y-DOM	MÁXIMO SAB-y-DOM
	SAB 9	DOM 10	LUN 11	MART 12	MIER 13	JUEV 14	VIER 15	SAB 16	DOM 17	LUN 18	MART 19				
00:00 - 1:00		335	179	194	214	211	244	364	372	203	186	204	244	357	372
01:00 - 02:00		305	133	157	133	134	170	264	266	130	158	145	170	278	305
02:00 - 03:00		259	78	150	124	155	167	233	243	97	150	132	167	245	259
03:00 - 04:00		236	171	227	157	177	251	289	226	158	211	193	251	250	289
04:00 - 05:00		272	365	419	342	415	416	424	272	430	405	399	430	323	424
05:00 - 06:00		507	1314	1171	1061	1190	1183	845	513	1360	1194	1.210	1.360	622	845
06:00 - 07:00		1059	2984	2927	2859	3075	3078	1899	962	3075	3044	3.006	3.078	1.307	1.899
07:00 - 08:00		1282	3228	3302	3322	3404	3459	2515	1209	3415	3442	3.367	3.459	1.669	2.515
08:00 - 9:00		1113	1982	2154	2125	2184	2268	2313	1174	2155	2177	2.149	2.268	1.533	2.313
09:00 - 10:00		1321	1865	1882	1906	1988	2017	1918	1328	1889	1886	1.919	2.017	1.522	1.918
10:00 - 11:00		1454	1660	1698	1704	1795	1812	1835	1430	1729	1662	1.723	1.812	1.573	1.835
11:00 - 12:00	2002	1535	1557	1678	1650	1627	1769	1934	1432	1572	1620	1.639	1.769	1.726	2.002
12:00 - 13:00	1891	1502	1546	1594	1627	1640	1798	1905	1535	1512	1694	1.630	1.798	1.708	1.905
13:00 - 14:00	1886	1507	1528	1650	1494	1703	1870	1885	1574	1609	1658	1.645	1.870	1.713	1.886
14:00 -15:00	1906	1533	1661	1684	1738	1768	2025	1854	1490	1678	1719	1.753	2.025	1.696	1.906
15:00 - 16:00	1859	1710	1828	1860	1854	1908	2127	1768	1607	1849		1.904	2.127	1.736	1.859
16:00 - 17:00	1845	1782	1776	1841	1858	1817	2095	1897	1755	1892		1.880	2.095	1.820	1.897
17:00 - 18:00	1847	2029	1941	1957	2032	2132	2237	1737	1873	1969		2.045	2.237	1.872	2.029
18:00 - 19:00	1824	1953	1708	1840	1814	1930	2189	1801	1884	1808		1.882	2.189	1.866	1.953
19:00 - 20:00	1710	1810	1581	1556	1618	1694	1935	1655	1950	1536		1.653	1.935	1.781	1.950
20:00 - 21:00	1320	1595	1152	1195	1134	1129	1585	1327	1830	1155		1.225	1.585	1.518	1.830
21:00 - 22:00	1041	1179	804	811	938	804	1189	1042	1455	827		896	1.189	1.179	1.455
22:00 - 23:00	811	846	567	564	616	691	952	749	896	553		657	952	826	896
23:00 - 24:00	475	398	364	344	335	354	557	523	428	336		382	557	456	523
FLUJO-DIARIO		27.522	31.972	32.855	32.655	33.925	37.393	32.976	27.704	32.937		33.638	37.584	29.576	35.065
TRANST PROMED 7:00 a 20:00 hrs		1.579	1.835	1.900	1.903	1.968	2.123	1.924	1.557	1.893		1.938	2.123	1.709	1.998
VOLUM HORARIO MAX-DEMAND	2.002	2.029	3.228	3.302	3.322	3.404	3.459	2.515	1.950	3.415	3.442	3.367	3.459	1.872	2.515
8 HRS MAX.PROMD	1962	1988	3163	3236	3256	3336	3390	2465	1911	3347	3373	3300	3390	1835	2465
	0	1.743	2.164	2.220	2.221	2.305	2.435	2.033	1.751	2.257	0	2.269	2.435	0	0
% VARIACIÓN DIARIA EN RELACION AL PROMEDIO LUNES A VIERNES		< 18,18 %	< 4,95 %	< 2,33 %	< 2,92 %	> 0,85 %	> 11,16 %	< 1,97 %	< 17,64 %	< 2,08 %		0,85	11,16	1,97	18,18

(Fuente. Área de sistemas de información de tránsito, de la Dirección de Políticas de Planeamiento, de la Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito)

## 2.5.2 TPDA en el sector de la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Ruta Viva.

Como se indicó este contador vehicular se encuentra antes del ingreso a la Ruta Viva, llegando desde el sentido norte, ubicado en las coordenadas.  $0^{\circ}12'8.65''S$  -  $78^{\circ}27'27.66''O$  y el cual monitorea el número de vehículos de este punto.



**Figura 17.** Ubicación Geográfica sector Ruta Viva

En la Tabla N° 23, se muestran el conteo vehicular en el sentido S-N, el mismo que se realizó en los tres carriles que constituyen la vía y que se encuentra actualizado a julio de 2017.

En la tabla N° 24, se indica el conteo vehicular en el sentido N-S, de igual manera se incluyó los tres carriles que conforman la vía y esta actualizado a junio de 2017.

Tabla 23

Conteo Vehicular sector Ruta Viva– sentido SN

S.BOLÍVAR (R.VIVA) S-N													TRAFICO SEMANAL		TRAFICO FIN DE SEMANA	
HORARIO	JUL		JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	PROMEDIO	MÁXIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
	LUN 3		VIER 23	SAB 24	DOM 25	LUN 26	MART 27	MIER 28	JUEV 29	VIER 30	SAB 1	DOM 2	LUN-A-VIER	LUN-A-VIER	SAB-y-DOM	SAB-y-DOM
00:00 - 01:00	85			254	257	98	108	126	141	157	266	294	119	157	268	294
01:00 - 02:00	68			222	229	76	102	90	88	133	171	219	93	133	210	229
02:00 - 03:00	42			149	172	44	61	75	90	112	173	152	71	112	162	173
03:00 - 04:00	88			150	151	94	102	106	95	113	197	120	100	113	155	197
04:00 - 05:00	172			217	111	229	228	194	217	235	220	132	213	235	170	220
05:00 - 06:00	691			434	299	749	665	677	644	700	512	269	688	749	379	512
06:00 - 07:00	3.095			1.308	635	3.221	3.131	2.954	2.937	3.009	1.519	600	3.058	3.221	1.016	1.519
07:00 - 08:00	3.620			2.253	1.031	3.293	3.896	3.832	3.701	3.701	2.329	833	3.674	3.896	1.612	2.329
08:00 - 9:00	3.078			2.156	919	3.216	2.821	2.857	2.909	3.029	2.139	937	2.985	3.216	1.538	2.156
09:00 - 10:00	1.781			1.788	1.026	1.876	1.912	1.995	1.932	2.013	1.748	1.155	1.918	2.013	1.429	1.788
10:00 - 11:00	1.575			1.714	1.089	1.563	1.696	1.584	1.625	1.795	1.683	1.444	1.640	1.795	1.483	1.714
11:00 - 12:00	1.421			1.265	1.226	1.494	1.474	1.598	1.499	1.620	1.529	1.330	1.518	1.620	1.338	1.529
12:00 - 13:00				1.385	1.284	1.372	1.483	1.500	1.425	1.647	1.512	1.177	1.485	1.647	1.340	1.512
13:00 - 14:00			1.576	1.582	1.186	1.389	1.470	1.484	1.560	1.570	1.626	1.119	1.508	1.576	1.378	1.626
14:00 - 15:00			1.844	1.454	1.158	1.593	1.589	1.700	1.657	1.816	1.613	1.137	1.700	1.844	1.341	1.613
15:00 - 16:00			1.877	1.482	1.393	1.630	1.650	1.726	1.695	1.895	1.499	1.299	1.746	1.895	1.418	1.499
16:00 - 17:00			1.837	1.481	1.469	1.490	1.581	1.598	1.621	1.856	1.453	1.411	1.664	1.856	1.454	1.481
17:00 - 18:00			2.007	1.450	1.591	1.856	1.798	1.961	1.850	1.994	1.504	1.509	1.911	2.007	1.514	1.591
18:00 - 19:00			1.598	1.432	1.617	1.477	1.506	1.644	1.547	1.706	1.386	1.526	1.580	1.706	1.490	1.617
19:00 - 20:00			1.409	1.294	1.317	1.155	1.153	1.233	1.284	1.492	1.296	1.334	1.288	1.492	1.310	1.334
20:00 - 21:00			1.143	1.057	1.143	856	840	891	973	1.115	1.077	879	970	1.143	1.039	1.143
21:00 - 22:00			827	817	751	593	624	612	684	840	811	798	697	840	794	817
22:00 - 23:00			605	519	477	436	433	446	469	678	564	563	511	678	531	564
23:00 - 24:00			397	403	263	199	207	240	238	407	403	230	281	407	325	403
FLUJO DIARIO				26.266	20.794	29.999	30.530	31.123	30.881	33.633	27.230	20.467	31.418	34.351	23.694	27.860
TRANST-PROMED 7:00 a 20:00 hrs				1.595	1.254	1.800	1.848	1.901	1.870	2.010	1.640	1.247	1.894	2.043	1.434	1.676
VOLUM HORARIO MAX -DEMAND	3.620	0	2.007	2.253	1.617	3.293	3.896	3.832	3.701	3.701	2.329	1.526	3.674	3.896	1.612	2.329
8 HRS MAX.PROMD	0	0	0	1.739	1.385	2.281	2.312	2.334	2.288	2.414	1.773	1.379	2.332	2.494	0	0
% VARIACIÓN DIARIA EN RELACIÓN AL PROMEDIO LUNES A VIERNES				< 16,4 %	< 33,82 %	< 4,52 %	< 2,83 %	< 0,94 %	< 1,71 %	> 7,05 %	< 13,33 %	< 34,86 %	0,94	7,05	13,33	34,86

(Fuente. Área de sistemas de información de tránsito, de la Dirección de Políticas de Planeamiento, de la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito)

**Tabla 24**  
**Conteo Vehicular sector Ruta Viva– sentido NS**

S. BOLÍVAR(R. VIVA) N-S											TRAFICO SEMANAL		TRAFICO FIN DE SEMANA		
HORARIO	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN		PROMEDIO	MÁXIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	
	LUN 12	MART 13	MIER 14	JUEV 15	VIER 16	SAB 17	DOM 18	LUN 19	MART 20		LUN-A-VIER	LUN-A-VIER	SAB-y-DOM	SAB-y-DOM	
00:00 - 01:00		102	146	167	216	469	260	65	114		135	216	365	469	
01:00 - 02:00		58	60	72	127	374	182	57	65		73	127	278	374	
02:00 - 03:00		51	59	70	69	233	152	37	55		57	70	193	233	
03:00 - 04:00		71	72	75	79	248	132	67	59		71	79	190	248	
04:00 - 05:00		166	155	167	172	239	122	188	185		172	188	181	239	
05:00 - 06:00		400	383	424	423	410	200	434	405		412	434	305	410	
06:00 - 07:00		1.482	1.457	1.429	1.450	878	410	1.398	1.388		1.434	1.482	644	878	
07:00 - 08:00		1.689	1.735	1.733	1.799	1.470	769	1.663	1.644		1.711	1.799	1.120	1.470	
08:00 - 9:00		1.601	1.634	1.593	1.644	1.400	862	1.549	1.644		1.591	1.644	1.131	1.400	
09:00 - 10:00		1.646	1.601	1.606	1.599	1.832	1.060	1.535	1.535		1.587	1.646	1.446	1.832	
10:00 - 11:00		1.672	1.661	1.628	1.799	1.866	1.257	1.545	1.613		1.653	1.799	1.562	1.866	
11:00 - 12:00	1.588	1.642	1.626	1.587	1.759	1.853	1.398	1.499	1.607		1.615	1.759	1.626	1.853	
12:00 - 13:00	1.661	1.631	1.653	1.627	1.841	2.047	1.460	1.539			1.659	1.841	1.754	2.047	
13:00 - 14:00	1.673	1.645	1.641	1.671	1.830	2.234	1.371	1.499			1.660	1.830	1.803	2.234	
14:00 - 15:00	1.704	1.701	1.709	1.627	1.914	2.113	1.242	1.465			1.687	1.914	1.678	2.113	
15:00 - 16:00	1.935	1.973	2.047	1.918	2.261	1.899	1.343	2.155			2.048	2.261	1.621	1.899	
16:00 - 17:00	2.154	2.205	2.253	2.158	2.316	1.770	1.295	2.074			2.193	2.316	1.533	1.770	
17:00 - 18:00	2.950	2.944	2.923	2.876	1.871	1.723	1.327	2.931			2.749	2.950	1.525	1.723	
18:00 - 19:00	3.118	3.185	3.251	3.231	2.143	1.563	1.183	2.994			2.987	3.251	1.373	1.563	
19:00 - 20:00	2.640	2.757	2.717	2.698	2.229	1.492	959	2.660			2.617	2.757	1.226	1.492	
20:00 - 21:00	1.882	1.897	1.792	1.830	1.745	1.108	1.015	1.688			1.806	1.897	1.062	1.108	
21:00 - 22:00	1.089	1.055	1.085	1.129	1.625	829	607	977			1.160	1.625	718	829	
22:00 - 23:00	565	659	711	754	1.668	592	245	526			814	1.668	419	592	
23:00 - 24:00	236	274	311	350	565	364	245	221			326	565	305	364	
FLUJO DIARIO		32.506	32.682	32.420	33.144	29.006	19.096	30.766			32.217	36.118	24.058	29.006	
TRANST-PROMED 7:00 a 20:00 hrs		2.022	2.035	1.996	1.923	1.789	1.194	1.931			1.981	2.136	1.492	1.789	
VOLUM HORARIO MAX -DEMAND	3.118	3.185	3.251	3.231	2.316	2.234	1.460	2.994	1.644	0	0	2.987	3.251	1.803	2.234
8 HRS MAX.PROMD	0	2.294	2.303	2.264	2.051	1.952	1.337	2.214	0	0	0	2.225	2.398	0	0
% VARIACIÓN DIARIA EN RELACIÓN AL PROMEDIO LUNES A VIERNES		> 0,9 %	> 1,44 %	> 0,63 %	> 2,88 %	< 9,97 %	< 40,73 %	< 4,5 %			0,63	4,50	9,97	40,73	

(Fuente. Área de sistemas de información de tránsito, de la Dirección de Políticas de Planeamiento, de la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito)

### 2.5.3 Análisis del Tráfico Promedio Diario Anual

Para un correcto análisis del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se realizará un análisis de todos los componentes dentro de la ingeniería de tráfico.

**2.5.3.1 Intensidad.** - es el número de vehículos que atraviesan una sección transversal determinada de una carretera por unidad de tiempo. **(MOP, 2003)**



**Figura 18.** Sección transversal para determinar la intensidad

Normalmente se mide en intensidad horaria (Vehículos/hora), o en intensidad diaria (Vehículos/día), y su cálculo se lo realiza mediante la siguiente ecuación.

$$I = \frac{n(x)}{t}$$

Donde.

- $n$  = número de vehículos que atraviesan la sección fija  $x$
- $t$  = interval temporal estudiado

**2.5.3.2 Intensidad Horaria.** Se considera como el número de vehículos que circulan por un punto durante un día completo. **(MOP, 2003)**

Para un mejor resultado se analizará la intensidad horaria en dos puntos negros de accidentalidad que se consideraron anteriormente y de los cuales extraeremos los datos necesarios.

- Primer punto. En la intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Autopista General Rumiñahui (Sector Triangulo de Piedra).

**Tabla 25**

*Resumen del número de vehículo por día sector triángulo de piedra*

NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DÍA												
SENTIDO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	JULIO	ACUMULADO TODOS LOS DIAS
	SAB 9	DOM 10	LUN 11	MART 12	MER 13	JUEV 14	VIER 15	SAB 16	DOM 17	LUN 18	MART 19	
AV.S.BOLÍVAR N-S		27.551	34.229	35.536	35.578	36.108	40.858	35.417	26.993	34.287		51%
AV.S.BOLÍVAR S-N		27.522	31.972	32.855	32.655	33.925	37.393	32.976	27.704	32.937		49%
SUMA SENTIDOS		55.073	66.201	68.391	68.233	70.033	78.251	68.393	54.697	67.224		100%
DIFERENCIA DE SENTIDOS		29	2.257	2.681	2.923	2.183	3.465	2.441	711	1.350		3%
VARIACIÓN ENTRE SENTIDOS		0,11%	6,59%	7,54%	8,22%	6,05%	8,48%	6,89%	2,57%	0,00%		6,15%

**Tabla 26**

*Resumen del número de vehículo por semana sector Loma de Puengasi*

NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE PASAN POR SEMANA	
SENTIDO	
AV.S.BOLÍVAR N-S	245.027 VEHICULOS
AV.S.BOLÍVAR S-N	229.872 VEHICULOS

Analizamos el día que tiene mayor cantidad de circulación de vehículos.

$$I = \frac{78251 \text{ vehiculos}}{24 \text{ horas}}$$

$$I = 3260.46 \approx 3260 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}}$$

La comparación entre la intensidad promedio obtenida es de 3260 vehículos/hora con el conteo determinado de las tablas 23 y 24 cuyo valor máximo es 3528 vehículos/hora, presentan semejanza en los valores obtenidos.

- Segundo punto. Intersección del corredor de la Av. Simón Bolívar con la Ruta Viva.

**Tabla 27**

*Resumen del número de vehículo por día sector Ruta Viva sentido S-N*

NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DÍA											
SENTIDO	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	ACUMULADO TODOS LOS DIAS
	VIER 23	SAB 24	DOM 25	LUN 26	MART 27	MIER 28	JUEV 29	VIER 30	SAB 1	DOM 2	
S.BOLÍVAR (ENTR V.CHILL - R.VIVA) S-N		26.266	20.794	29.999	30.530	31.123	30.881	33.633	27.230	20.467	39%
S.BOLÍVAR(R.VIVA- GUAYASAM) S-N		38.996	31.763	46.701	47.215	48.391	48.136	51.906	41.273	31.251	61%
DIFERENCIA DE SENTIDOS		12.730	10.969	16.702	16.685	17.268	17.255	18.273	14.043	10.784	-21%

**Tabla 28**

*Resumen del número de vehículo por semana sector Ruta Viva sentido S-N*

NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE PASAN POR SEMANA	
SENTIDO	
S.BOLÍVAR (ENTR V.CHILL - R.VIVA) S-N	203.545 VEHICULOS
S.BOLÍVAR(R.VIVA- GUAYASAM) S-N	313.991 VEHICULOS

**Tabla 29**

*Resumen del número de vehículo por día sector Ruta Viva sentido N-S*

NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DÍA									
SENTIDO	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN	JUN
	LUN 12	MART 13	MIER 14	JUEV 15	VIER 16	SAB 17	DOM 18	LUN 19	MART 20
S. BOLÍVAR(CHILL-R VIVA) N-S		32.506	32.682	32.420	33.144	29.006	19.096	30.766	
S.BOLÍVAR( R VIVA-GUAYSAM) N-S		54.100	54.286	54.172	53.962	47.381	31.710	51.775	
SUMA SENTIDOS		86.606	86.968	86.592	87.106	76.387	50.806	82.541	
DIFERENCIA DE SENTIDOS		21.594	21.604	21.752	20.818	18.375	12.614	21.009	

**Tabla 30**

*Resumen del número de vehículo por semana sector Ruta Viva sentido N-S*

NÚMERO DE VEHÍCULOS QUE PASAN POR SEMANA	
SENTIDO	
S. BOLÍVAR(CHILL-R VIVA) N-S	209.620 VEHICULOS
S.BOLÍVAR( R VIVA-GUAYSAM) N-S	347.386 VEHICULOS

Analizamos el día que tiene mayor cantidad de circulación de vehículos

$$I_{S-N(\text{chillos-ruta viva})} = \frac{33633 \text{ vehiculos}}{12 \text{ horas}}$$

$$I = 2802.75 \approx 2803 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}}$$

$$I_{S-N(\text{ruta viva-guayasamin})} = \frac{51906 \text{ vehiculos}}{12 \text{ horas}}$$

$$I = 4325.5 \approx 4326 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}}$$

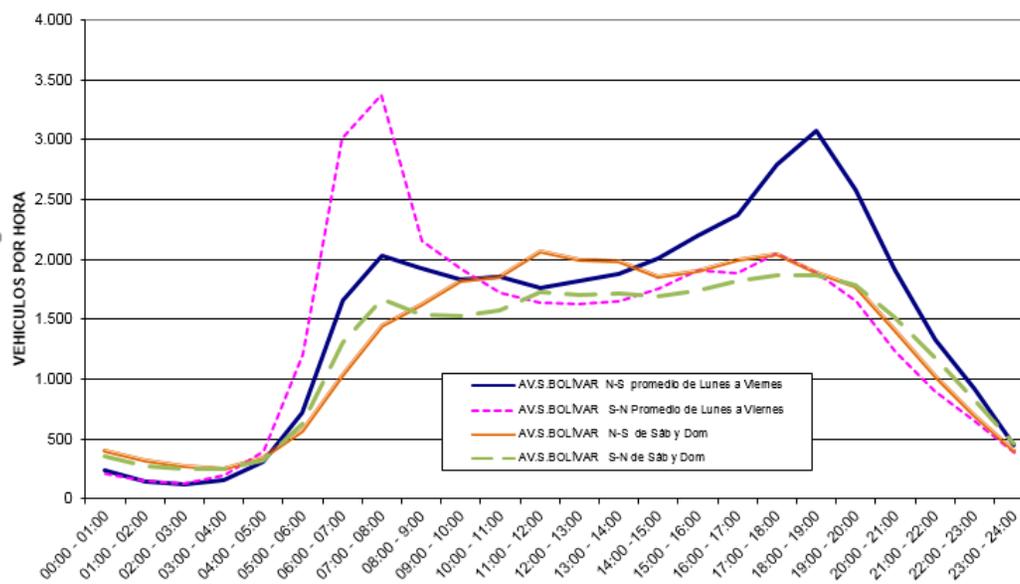
$$I_{N-S(\text{chillos-ruta viva})} = \frac{33144 \text{ vehiculos}}{12 \text{ horas}}$$

$$I = 2762 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}}$$

$$I_{N-S(\text{ruta viva-guayasamin})} = \frac{54286 \text{ vehiculos}}{12 \text{ horas}}$$

$$I = 4523.83 \approx 4524 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}}$$

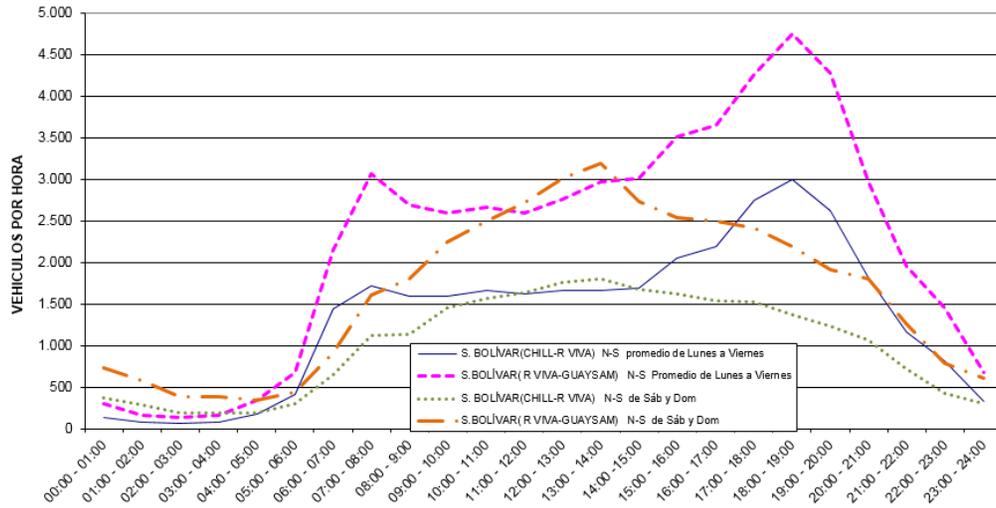
En el siguiente cuadro, muestra una comparación de volúmenes vehiculares diarios promediados de los dos sentidos, ubicados en el sector de la Loma de Puengasi.



**Figura 19.** Intensidad Horaria de vehículos Sector Loma de Puengasi

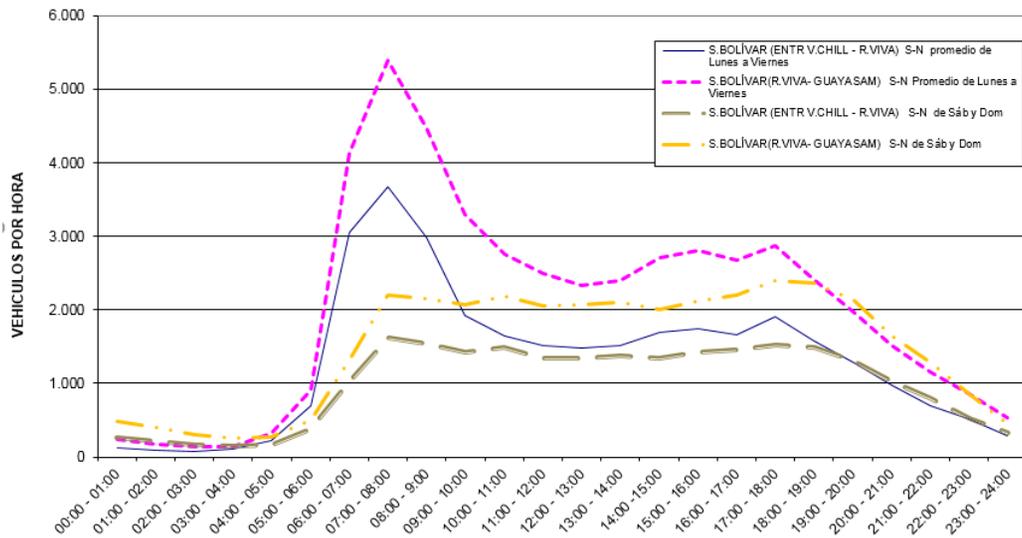
La gráfica anterior identifica valores picos del mayor flujo vehicular en un lapso de tiempo, a esto se le conoce como la hora pico y también identifica el sentido en el que se generó dicha acumulación de tráfico, en el sentido S-N tiene un lapso de tiempo entre 07h00 a 08h00 y para el sentido N-S este lapso es de 18h00 a 19h00.

En el siguiente gráfico, se puede observar una comparación de volúmenes promedios diarios de los dos sentidos, antes y después de la intersección con la Ruta Viva en el sentido Norte – Sur.



**Figura 20.** Intensidad Horaria de Vehículos sector Ruta Viva sentido N-S

Se evidencia de forma notoria los picos que tiene esta gráfico lo cual nos indica la mayor concentración de flujo vehicular que para este caso es entre las 18h00 a 19h00. La siguiente imagen muestra el sentido Sur – Norte, antes y después de la Ruta Viva.



**Figura 21.** Intensidad Horaria de Vehículos sector Ruta Viva sentido S-N

Esta imagen nos muestra nuevamente la mayor concentración de flujo vehicular que para este caso y en este sentido es entre las 07h00 y 08h00.

De esta manera y mediante este patrón ya podemos determinar cómo trabaja este corredor vial, tanto por la mañana como por la noche.

Una vez obtenido el valor de las intensidades y horas de máxima demanda, se procede a realizar el cálculo del TPDA, mediante la relación entre el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) y el Transito Promedio Diario Semanal (TPDS).

#### **2.5.4 Relación entre el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS).**

Para estimar el TPDA en base al TPDS, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones.

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

$$TPDA = TPDS \pm K\sigma$$

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} * \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}}$$

Donde.

- TS = Tráfico Semanal

- TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual
- TPDS = Tráfico Promedio Diario Semanal
- K = número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado
- $\sigma$  = estimación de la desviación estándar poblacional
- S = desviación estándar de la distribución de volúmenes de tránsito
- n = tamaño de la muestra en números de días de aforo
- N = tamaño de la población en número de días del año
- TD<sub>i</sub> = volumen de tránsito del día "i"

Para estimar "K" debemos tomar en cuenta los datos de la siguiente tabla.

**Tabla 31**

*Valores de K para distintos niveles de confiabilidad*

Nivel de Confiabilidad (%)	K
89.6	1.5
90.0	1.64
95.0	1.96
96.0	2.0
98.1	2.5

(Fuente. Libro de Ingeniería de Tránsito, pág. 63)

Una vez que se tiene identificados los parámetros de cálculo para el TPDA, se realizara en cada uno de los puntos de control vehicular , incluyendo los datos que permitan estimar la mejor proyección y tener un dato más real del cálculo del TPDA.

**a) Cálculo del TPDA en el sector de la Loma de Puengasi.**

Se tiene los siguientes datos.

- TS = 474.872 (de la tabla 26)
- K para el 95% de confiabilidad = 1.96
- n = 7 días
- N = 365 días

$$TPDS = \frac{474899}{7}$$

$$TPDS = 67842.7 \approx 67843 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$S = \sqrt{\frac{2.8939 * 10^8}{7 - 1}}$$

$$S = 6944.91 \approx 6945 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$\sigma = \frac{6945}{\sqrt{7}} * \sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}}$$

$$\sigma = 2603.24 \approx 2603 \text{ vehiculos misxtos/dia}$$

El cálculo del TPDA para este punto, se obtiene de.

$$TPDA = 67843 \pm 1.96 * 2603$$

$$62741 \text{ vehiculos mixtos/dia} \leq TPDA \leq 72945 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

#### b) Calculo del TPDA en el sector Ruta Viva sentido S-N

Se tiene los siguientes datos.

- TS = 517536 (de la tabla 28)

- K para el 95% de confiabilidad = 1.96
- n = 7 días
- N = 365 días

$$TPDS = \frac{517536}{7}$$

$$TPDS = 73933.7 \approx 73934 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$S = \sqrt{\frac{27.3687 * 10^8}{7 - 1}}$$

$$S = 11082 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$\sigma = \frac{11082}{\sqrt{7}} * \sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}}$$

$$\sigma = 4153.94 \approx 4154 \text{ vehiculos misxtos/dia}$$

Realizamos el cálculo del TPDA para este punto, por lo que se tendrá

$$TPDA = 73934 \pm 1.96 * 4154$$

$$65792 \text{ vehiculos mixtos/dia} \leq TPDA \leq 82076 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

### c) Calculo del TPDA en el sector Ruta Viva sentido N-S

Se tiene los siguientes datos.

- TS = 557006 (de la tabla 30)
- K para el 95% de confiabilidad = 1.96
- n = 7 días
- N = 365 días

$$TPDS = \frac{557006}{7}$$

$$TPDS = 79572.2 \approx 79572 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$S = \sqrt{\frac{1.056666 * 10^9}{7 - 1}}$$

$$S = 13270.7 \approx 13271 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$\sigma = \frac{13271}{\sqrt{7}} * \sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}}$$

$$\sigma = 4974.45 \approx 4975 \text{ vehiculos misxtos/dia}$$

Realizamos el cálculo del TPDA para este punto, por lo que se tendrá

$$TPDA = 79572 \pm 1.96 * 4975$$

$$69821 \text{ vehiculos mixtos/dia} \leq TPDA \leq 89323 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

Se puede evidenciar claramente que el último TPDA calculado es el mayor por lo que ya se puede tomar su valor para los cálculos, análisis y conclusiones posteriores.

## **2.6 Capacidad y Niveles de Servicio**

Una vez que ya se ha determinado el TPDA, se debe analizar la capacidad y la los niveles de servicio del tramo vial que está en estudio.

La Capacidad se la define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos. (Board\_Transportation\_Research, 2000)

El Nivel de Servicio es una medida de la calidad de fluidez. La capacidad y el nivel de servicio estimados son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones en la Ingeniería de Tráfico y planes de transportación.

## **2.7 Secciones Básicas de Autopista**

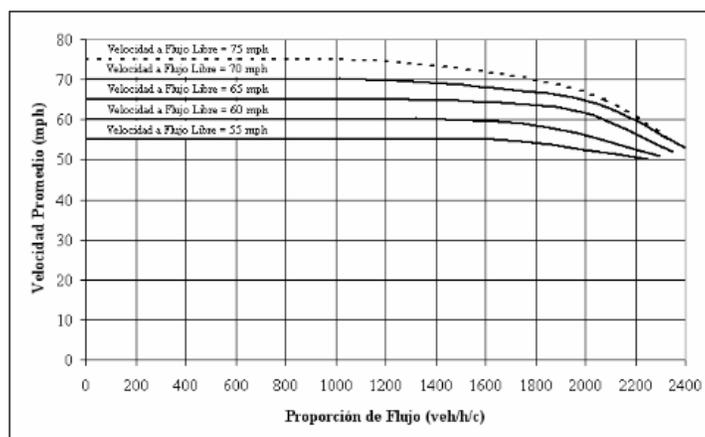
Se define una autopista como una carretera que se encuentra dividida y que tiene control total de accesos y de dos o más vías para el uso exclusivo del tráfico en cada una de las direcciones, las autopistas operan en una forma de flujo sin interrupciones, es decir, no existe señalización o paros controlados en las intersecciones, el acceso directo de y a la propiedad adyacente se encuentra limitado a la ubicación de rampas, y así como los sentidos opuestos de fluidez se encuentran separados por una barrera levantada. (Board\_Transportation\_Research, 2000)

Esta información es obtenida del libro del Manual de Capacidad de carreteras de los Estados Unidos, por tal motivo allá si existen autopistas, sin embargo, por las

características similares al corredor vial donde se encuentra la zona de estudio, permite analizarlo de la misma manera.

## 2.8 Velocidad a flujo libre

En la figura N° 21 se describe la relación Velocidad-Flujo, para fluidez libre en una sección básica de autopista. Se puede observar en la figura que la velocidad medida se mantiene constante para un flujo de hasta 1300 vehículos/hora/carril (veh/h/c) para una velocidad a flujo libre de 70 millas/hora (13 km/h). La velocidad a flujo libre puede medirse en campo como el promedio de velocidades de los automóviles cuando el flujo es menor a 1300 veh/h/c. (Board\_Transportation\_Research, 2000)



**Figura 22.** Relaciones Velocidad-Flujo

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

Para obtener curvas de velocidades a flujo libre comprendidas entre 70 mi/h (113 Km/h) y 55 mi/h (88 Km/h), basta con realizar una simple interpolación. Así también la curva de la velocidad a flujo libre 75 mi/h (121 Km/h) fue creada mediante extrapolación de la curva de 70 mi/h, este incremento en la velocidad refleja la evolución del automóvil

en nuestros tiempos. Capacidades de 2400 veh/h/c pueden ser considerados para una velocidad a flujo libre de 70 mi/h (113 Km/h) o más. Cuando la velocidad a flujo libre de 55 mi/h (88 Km/h) su respectiva capacidad es de 2250 veh/h/c. (Board\_Transportation\_Research, 2000)

Si se analiza la cantidad de vehículos por hora por carril en nuestra zona de estudio según el TPDA y se compara con los volúmenes en cada hora y sobre todo en la hora pico y determinar si en nuestro corredor vial existe una circulación de vehículos a una velocidad a flujo libre.

Tomando el TPDA mayor se tiene.

$$\frac{89323 \text{ vehiculos}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ Horas}}$$

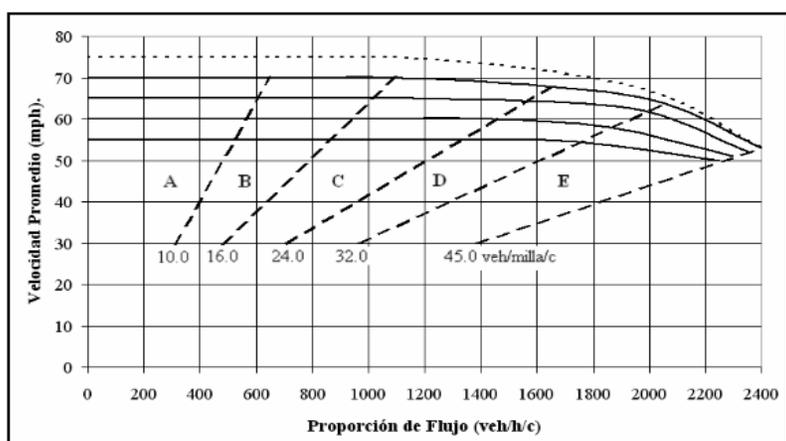
$$3721.79 \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}} \text{ en 3 carriles}$$

$$\frac{3721.79 \text{ vehiculos}}{3} \frac{\text{vehiculos}}{\text{hora}} = 1240,59 \text{ Veh/h/c}$$

Si el flujo vehicular sería una constante, se debería tener la cantidad de 1241 veh/h/c, lo cual permitiría circular hasta 113 Km/h en el corredor vial en estudio, sin embargo, tomando en cuenta el análisis que se realizó en la gráfica N° 18 donde se tiene la cantidad de vehículos por ciertas horas, y donde se determina que en la hora pico comprendida entre las 07.00 y las 08.00 horas donde se tiene más de 5200 veh/h en los 3 carriles, se evidencia que la velocidad de circulación a flujo libre baja considerablemente y que debería estar en el orden de 88 km/h.

## 2.9 Nivel de Servicio (NS)

La densidad es el parámetro usado para definir los niveles de servicio en secciones básicas de autopista, ya que la misma se incrementa al igual que el flujo hasta la capacidad. Los rangos de densidad, velocidad y flujo para cada nivel de servicio se muestran en la tabla N°32, y en la siguiente figura N° 21 se muestran las relaciones entre velocidad, flujo y densidad para secciones básicas de autopista. Además, muestra la definición de varios niveles de servicio usando sus respectivos valores de densidad. (Board\_Transportation\_Research, 2000)



**Figura 23.** Criterio de Niveles de Servicio

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

**Tabla 32**  
**Criterios de NS para Secciones Básicas de Autopistas**

Nivel de Servicio	Densidad Máxima (veh/mi/c)	Velocidad máxima (mi/h)	Maximo Flujo de Servicio (veh/h/c)	Maxima Relacion v/c
<b>Velocidad a Flujo Libre = 75 mi/h (121 km/h)</b>				
A	10,00	75,00	750,00	0,31
B	16,00	75,00	1200,00	0,50
C	24,00	71,00	1704,00	0,71
D	32,00	65,00	2080,00	0,87
E	45,00	53,00	2400,00	1,00
F	>45,00	<53,00	<2400,00	1,00
<b>Velocidad a Flujo Libre = 70 mi/h (113 km/h)</b>				
A	10,00	70,00	700,00	0,29
B	16,00	70,00	1120,00	0,47
C	24,00	68,00	1632,00	0,68
D	32,00	64,00	2048,00	0,85
E	45,00	53,00	2400,00	1,00
F	variable	variable	variable	variable
<b>Velocidad a Flujo Libre = 65 mi/h (105 km/h)</b>				
A	10,00	65,00	650,00	0,28
B	16,00	65,00	1040,00	0,44
C	24,00	64,50	1548,00	0,66
D	32,00	62,00	1984,00	0,84
E	45,00	52,00	2350,00	1,00
F	variable	variable	variable	variable
<b>Velocidad a Flujo Libre = 60 mi/h (97 km/h)</b>				
A	10,00	60,00	600,00	0,26
B	16,00	60,00	960,00	0,42
C	24,00	60,00	1440,00	0,63
D	32,00	58,00	1856,00	0,81
E	45,00	51,00	2300,00	1,00
F	variable	variable	variable	variable
<b>Velocidad a Flujo Libre = 55 mi/h (88 km/h)</b>				
A	10,00	55,00	550,00	0,24
B	16,00	55,00	880,00	0,39
C	24,00	55,00	1320,00	0,59
D	32,00	54,50	1744,00	0,78
E	45,00	50,00	2250,00	1,00
F	variable	variable	variable	variable

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio "A".** - Este nivel de servicio presenta al usuario de la vía, operaciones y velocidades de libre fluidez, además que permite que los vehículos puedan maniobrar dentro del tráfico casi completamente libres, existe un espacio promedio entre vehículos alrededor de 160 m o 26 longitudes del vehículo los cual presenta un alto grado de confort físico y psicológico al conductor. Es casi nulo la posibilidad de ocurrencia de incidentes o puntos de colapso.



**Figura 24.** Nivel de Servicio "A"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio "B".** - Dentro de este nivel de servicio la habilidad para maniobrar dentro del flujo de tráfico es ligeramente restringida ya que solo presenta una fluidez razonable y cuya velocidad a flujo libre es mantenida, la separación entre vehículos esta alrededor de 100 m o 17 longitudes de vehículo. Los efectos de ocurrencia de incidentes son menores y los puntos de colapso son fácilmente absorbidos.



**Figura 25.** Nivel de servicio "B"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio "C".** – Este nivel de servicio presenta un flujo con velocidades cercanas a la velocidad de flujo libre de autopista, se restringe notablemente la capacidad de maniobrar dentro del tráfico, los cambios de vía requieren mucho más cuidado por parte del conductor, además se reduce el espacio entre vehículos a aproximadamente 67 metros u 11 longitudes de vehículo, se reduce además la capacidad de absorber incidentes, se puede esperar la formación de filas detrás de cualquier bloqueo significativo.



**Figura 26.** Nivel de Servicio "C"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio “D”.** – Dentro de este nivel de servicio se evidencia un claro aumento de la densidad algo más rápido con el incremento de flujo, en cambio la velocidad empieza a bajar considerablemente, además que la capacidad de maniobrar es aún más limitada, se podría esperar que cualquier incidente cree filas debido a que el flujo de tráfico tiene un pequeño espacio para absorber turbulencias, la separación de vehículos está en el orden de los 50 metros u 8 longitudes de vehículo.



**Figura 27.** Nivel de Servicio "D"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio “E”.** – Este nivel de servicio, presenta espacios muy reducidos para maniobrar, la separación entre vehículos es aproximadamente 6 longitudes de vehículo, cualquier interrupción en el flujo de tráfico, tal como vehículos entrando o saliendo de una rampa o cambiando de carril puede provocar una interrupción del tráfico, el flujo de tráfico no tiene la capacidad para disipar la menor interrupción, por tal motivo cualquier incidente podría provocar un colapso con extensas filas vehiculares, lo que provoca que el nivel de confort físico y psíquico para el conductor se muy malo.



**Figura 28.** Nivel de servicio "E"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

- **Nivel de Servicio "F".** – Dentro de este nivel de servicio se describe colapsos en la fluidez de vehículos, generalmente se forman filas detrás de puntos de colapso y estos pueden ser por lo siguiente.
  - Incidentes de tráfico causan reducción temporal de la capacidad en un corto segmento, ya que la cantidad de vehículos que llega al punto es mayor que la cantidad que sale.
  - Cualquier ubicación donde el proyectado flujo en la hora-pico excede la capacidad estimada de la ubicación.



**Figura 29.** Nivel de servicio "F"

(Fuente. Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos, 1998)

## **CAPITULO 3**

### **EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL TRAMO VIAL EN ESTUDIO**

#### **3.1 Análisis de la información Geoespacial**

##### **3.1.1 Obtención de la franja topográfica y ortofotos mediante tecnología UAV**

Para realizar un correcto estudio y análisis del tramo vial, se ejecutó un levantamiento topográfico mediante drones, específicamente utilizando el dron “DJI Phantom4”

##### **3.1.2 Uso y funcionamiento del Dron “DJI Phantom4”**

El DJI Phantom 4 Pro / Pro+ es una cámara aérea extremadamente inteligente con un sistema de detección de obstáculos en 5 direcciones formado por sensores de visión y de infrarrojos que le permite esquivar obstáculos de manera inteligente durante el vuelo. Su nueva cámara ofrece una calidad de imagen sin precedentes en un Phantom, para capturar fotos y vídeos con mayor claridad y resolución y menos ruido. La capacidad de doble frecuencia del control remoto aumenta la eficacia y la estabilidad de la transmisión de vídeo HD. (Dji, 2017)

Hay tres modos de vuelo disponibles. Los detalles de cada modo de vuelo se describen a continuación.

Modo P (posicionamiento). el modo P funciona mejor con señal GPS intensa. La aeronave utiliza GPS, un Sistema de Visión estéreo y un Sistema de Detección por Infrarrojos para mantener su estabilidad, esquivar obstáculos o seguir objetos en movimiento. Funciones avanzadas, como TapFly y ActiveTrack, están habilitadas en

este modo. Cuando el Sistema de Visión frontal está activado y las condiciones lumínicas son suficientes, el ángulo de posición en vuelo máximo es de  $25^{\circ}$  con una velocidad máxima de vuelo de 50 km/h (31 mph). Cuando el Sistema de Visión frontal está desactivado, el ángulo de posición en vuelo máximo es de  $35^{\circ}$  con una velocidad máxima de vuelo de 58 km/h (36 mph). Cuando la señal GPS es débil y las condiciones lumínicas no son suficientes para los Sistemas de Visión frontal e inferior, la aeronave utilizará sólo el barómetro para controlar la altitud y posición.

Modo S (Sport). Se ajustan los valores de ganancia de manipulación de la aeronave con el fin de mejorar su maniobrabilidad. La velocidad máxima durante el vuelo de la aeronave aumenta a 72 km/h (45 mph). Tenga en cuenta que los sistemas de detección de obstáculos están desactivados en este modo.

Modo A (Attitude). Cuando no están disponibles ni el GPS ni el Sistema de Visión, la aeronave sólo utilizará su barómetro para posicionamiento y control de la altitud. (Dji, 2017)

El siguiente paso es realizar el modelamiento del área de estudio.

### **3.1.3 Modelamiento del área de estudio.**

Una vez que se ha realizado el levantamiento topográfico y toma de datos con el Dron, teniendo como resultado una nube de puntos que es posible su procesamiento en varios programas computacionales, para este caso se utilizó el Software Pix4d, ya que tiene una interfaz amigable al usuario, y teniendo como resultado un ortomosaico del área del estudio como se puede observar en el "Anexo E. Ortomosaico zona de

estudio”, este se encuentra correctamente georreferenciado, y programas computacionales como ArcGIS o AutoCAD Civil 3d se puede tener información de precisa de puntos, secciones de vía, etc.

#### **3.1.4 Análisis Histórico del Área de Estudio mediante imágenes satelitales**

A continuación se presenta un análisis con fotografías áreas de diferentes épocas para determinar los cambios que ha sufrido la Av. Simón Bolívar en la zona de estudio, dichas imágenes fueron proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y corresponden a las fotografías aéreas de los años 1989, 1996, 2005 y por su puesto se realizara el análisis con el Ortomosaico actual realizado por el Autor de este proyecto de investigación.

Tomando en cuenta el “Anexo K. Fotografía Histórica año 1989”, se evidencia claramente que la Av. Simón Bolívar arriba desde el sector conocido como la Loma de Puengasi y se intercepta con la prolongación que se avecina desde el sector del Trébol, en tal sentido se observa que no existe prolongación más allá de la Av. Simón Bolívar, así como no existe la autopista General Rumiñahui que baja hacia el sector del Valle de los Chillos, por lo que para el año 1989 nuestra zona de estudio, posiblemente se encontraba en estudio.

Tomando en cuenta el “Anexo L. Fotografía Histórica año 1996”, ya es evidente la zona de estudio, con la prolongación desde la intersección con la Autopista General Rumiñahui también en existencia, para este año no existe la intersección con la Ruta

Viva ni tampoco la salida de la Universidad Internacional, ambos puntos críticos en nuestro estudio.

En el “Anexo M. Fotografía Histórica año 2005”, se observa que es básicamente la actual Av. Simón Bolívar, es decir, que no hay significativos cambios, igual que las fotografías del año 1996 se evidencia que no existe la intersección con la Ruta Viva ni tampoco la salida de la Universidad Internacional.

### **3.2 Análisis de Ingeniería de Tráfico**

#### **3.2.1 Volumen Horario de Proyecto**

Se lo conoce también como el volumen horario de diseño, y este es un volumen proyectado que nos permite determinar las características geométricas de la vía. No se considera como máximo volumen horario como volumen de proyecto ya que se alcanzaría un costo elevado de inversión, así como en otros países se ha demostrado que tampoco resulta económico diseñar una vía para un volumen mayor al volumen horario trigésimo anual, por lo que se considera como volumen de diseño al volumen trigésimo anual.

#### **3.2.2 Volumen Trigésimo Anual (30VH o VHP)**

Se lo define como aquel que es excedido por 29 volúmenes horarios o al que se conoce como Volumen Horario de Proyecto (VHP) y se lo calcula de la siguiente manera.

$$VHP = k * TPDA$$

Donde.

- VHP = Volumen Horario de Proyecto
- TPDA = Transito Promedio Diario Anual
- k = valor esperado de la relación entre el VH y el TPDA que se lo obtiene de la siguiente tabla.

**Tabla 33**

*Valores de “k” recomendados para el cálculo del Volumen Horario de Proyecto*

Tipo de Carretera	k
Rurales Principales	0.16
Rurales Secundarias	0.12
Suburbanas	0.08

(Fuente. Libro de Ingeniería de Transito, pág. 62)

Por lo que para nuestro análisis dentro del Volumen Horario de Proyecto será el siguiente, tomando en cuenta el valor del TPDA calculado en el capítulo anterior y del cual tomaremos el valor mayor.

- TPDA = 89232 vehículos mixtos/día
- k = 0.16 por ser una carretera suburbana

$$VHP = 0.16 * 89232 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

$$VHP = 14291.68 \approx 14292 \text{ vehiculos mixtos/dia}$$

El siguiente factor a determinar es la Velocidad de Diseño.

### 3.2.3 Velocidad de Diseño

Es la Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta

velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, de los volúmenes de tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. (MOP, 2003)

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo de camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 KM/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente. (MOP, 2003)

Se debe tomar en cuenta siempre que la velocidad de diseño se debe seleccionar para el tramo de carretera más desfavorable y que esta velocidad se debe mantener por lo menos entre 5 y 10 kilómetros, y que una vez que sea seleccionada la velocidad de diseño todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para que el proyecto se equilibrado, es recomendable siempre tomar valores de diseño ligeramente superiores a los mínimos establecidos.

En la Tabla N°33, se muestra a continuación, los valores para las velocidades de diseño según el TPDA de la vía y las características geométricas que tiene la misma.

Hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos de la tabla que se muestra a continuación.

- La categoría IV y V tienen los tipos de caminos 5, 5E, 6, 7 y 4, 4E que corresponden a caminos vecinales de sus categorías respectivamente.
- En zonas con perfiles de meteorización profundo (estribaciones) requerirán un diseño especial considerando los aspectos geológicos.
- Para la categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Velocidad de diseño min a 20 Km/h.

**Tabla 34**  
*Velocidad de Diseño según el TPDA y Tipo de Terreno*

Categoría de la Vía		TPDA esperado	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)											
			Básica				Permisible en Tramos Dificiles							
			(Relieve Llano)				(Relieve Ondulado)				(Relieve Montañoso)			
			Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	
RI o RII	Tipo Todos	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	Tipo Todos	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Tipo Todos	1000 - 3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Tipo Todos	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5.5E6 y 7	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	Tipo 4 y 4E	<100	60	50	80	50	50	35	50	35	40	25	40	25

(Fuente. Normas de Diseño Geométrico, MOP 2003)

### 3.2.4 Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación corresponde a la velocidad real que mantiene un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera, y se la puede determinar como la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, se considera además que la velocidad de circulación es una medida de la calidad del servicio que proporciona la vía a los usuarios.

La relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se muestran en la Tabla N°34, se puede evidenciar claramente que mientras el volumen de tránsito aumenta la velocidad de circulación disminuye, cuando el volumen de tránsito ha sobrepasado el nivel intermedio la velocidad de circulación se reduce mucho más, y tomando el caso si el volumen fuese igual a la capacidad que tiene la vía, la velocidad estaría determinada por el grado de saturación en lugar de la velocidad de diseño.

Para fines de diseño nunca se debe utilizar la relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño para volúmenes de tránsito alto, sino más bien todo camino se debe diseñar para que circulen por él, volúmenes de tránsito que no alcancen el grado de saturación.

Los volúmenes de tránsito bajo constituyen el factor más importante, para el diseño de ciertos elementos como peraltes, curvas de intersecciones y los carriles de cambio de velocidad.

**Tabla 35***Relaciones entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación*

Velocidad de Diseño en (Km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACION EN (Km/h)		
	Volumen de Transito Bajo	Volumen de Transito Intermedio	Volumen de Transito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

(Fuente. Normas de Diseño Geométrico, MOP 2003)

Para el tramo de estudio del presente proyecto, se debe tomar en cuenta que, por la geografía de terreno, se encuentra en un terreno montañoso por lo que dicha vía se encuentra en categoría RI o RII, con un TPDA mayor a 8000 y por lo que tendremos una velocidad de diseño igual 90 Km/h, como podremos evidencia en la siguiente tabla de resumen.

**Tabla 36***Resumen de Velocidades para Diseño de elementos geométricos*

Categoría de la Vía		TPDA esperado	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)			
			Permisible en Tramos Difíciles			
			(Relieve Montañoso)			
			Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	
RI o RII	Tipo Todos	>8000	90	80	90	80
Relacion con la velocidad de circulacion		Transito Bajo	79	71	79	71
		Transito Intermedio	73	66	73	66
		Transito Alto	59	57	59	57

Como se explicó anteriormente, se recomienda diseñar con los valores de tránsito bajo hasta intermedio; pero como podemos observar la velocidad de circulación tomando en cuenta el volumen de tránsito y el tipo de terreno, en nuestra zona de estudio no debería ser menor a 57 Km/h.

### 3.3 Evaluación de los Parámetros Geométricos de la Vía

#### 3.3.1 Evaluación del proyecto horizontal

Una vez determinada la velocidad de diseño y el modelamiento del área de estudio, se calcula los elementos de alineamiento horizontal mismo que permitirá comprobar más adelante con el levantamiento topográfico que se realizó, si la vía tiene un adecuado diseño. (MOP, 2003)

##### 3.3.1.1 Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y

al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina alfa ( $\alpha$ ). Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud se condiciona por la seguridad. (MOP, 2003)

Es recomendable no tener tangentes intermedias demasiado largas, ya que esto produce cierto grado de somnolencia, que se convierte en una potencial causa de accidentes.

### 3.3.1.2 Curvas Circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas ya sean simples o compuestas. Entre sus elementos característicos están los siguientes.

- **Grado de Curvatura.** es el Angulo por formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño, se representa con las letras  $G_c$  y se calcula de la siguiente manera.

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow G_c = \frac{1145.92}{R}$$

- **Radio de curvatura.** es el radio de la curva circular y se identifica como "R", su fórmula está en función del grado de curvatura.

$$R = \frac{1145.92}{G_c}$$

### 3.3.1.3 Radio Mínimo de Curva Horizontal

El radio mínimo de curvatura horizontal, se denomina como su nombre lo indica al valor mínimo que brinda seguridad en el tránsito, de acuerdo a la velocidad de diseño dada según el peralte adoptado ( $e$ ) y el coeficiente de fricción lateral correspondiente, el radio mínimo  $R$  se lo puede determinar por la siguiente formula.

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde.

- $R$  = Radio mínimo de una curva horizontal
- $V$  = Velocidad de diseño en Km/h
- $f$  = coeficiente de fricción lateral
- $e$  = Peralte de la curva, m/m (metro por metro de la calzada)

### 3.3.1.4 Magnitud del Peralte

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre curvas horizontales, sin embargo, el peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la

fricción, para que, sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se contrarresta al aumentar el rozamiento lateral. (MOP, 2003)

Es recomendable un peralte máximo del 10% para vías de dos carriles que presenten capa de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada y para velocidades de diseño mayores a 50 km/h como es caso de la zona de estudio.

Para la velocidad de diseño de 90Km/h que se tiene en la zona de estudio, se obtienen los valores de los radios de giro mínimo en función del peralte y del coeficiente de fricción, como se demuestra en la Tabla N°37, y cuyos valores deben ser iguales o aproximarse cuando se realice el análisis de la topografía en la zona de estudio.

**Tabla 37**

*Radio s mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”*

Velocidad de diseño Km/h	f maximo	RADIO MINIMO CALCULADO				RADIO MINIMO RECOMENDADO			
		e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04	e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08		18,00	20,00	20,00
25	0,315		12,46	13,12	13,86		20,00	25,00	25,00
30	0,284		19,47	20,60	21,87		25,00	30,00	30,00
35	0,256		28,71	30,52	32,59		30,00	35,00	35,00
40	0,221		41,86	44,83	48,27		42,00	45,00	50,00
45	0,206		55,75	59,94	64,82		60,00	60,00	65,00
50	0,190		72,91	78,74	85,59		75,00	80,00	90,00
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110,00	120,00	130,00	140,00
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160,00	170,00	185,00	205,00
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210,00	230,00	255,00	280,00
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,00	300,00	330,00	370,00
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350,00	375,00	415,00	465,00
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430,00	470,00	520,00	585,00
120	0,120	515,39	566,93	629,92	708,66	520,00	570,00	630,00	710,00

(Fuente. Normas de Diseño Geométrico, MOP 2003)



- Rc. Radio de la curva circular
- T. Tangente de la curva circular o subtangente
- E. External
- M. Ordenada media
- C. Cuerda
- CL. Cuerda Larga
- l. Longitud de un arco
- le. Longitud de la curva circular

Para la mayoría de elementos se debe realizar el cálculo para determinar su valor, para otros como son el PI, PC y PT se los debe identificar pues son la base para iniciar la medición o el cálculo.

- **Angulo Central.** es ángulo que se forma por la curva circular y se simboliza “ $\alpha$ ”. En las curvas circulares simple es igual a la deflexión de las tangentes.
- **Longitud de la Curva.** se define como la longitud del arco que inicia en PC y termina en PT.

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \rightarrow Lc = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

- **Tangente de Curva o subtangente.** se la define como la distancia que existe entre el PI y el Pc o entre el PI y el PT de la curva, su fórmula es.

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

- **External.** se considera como external a la mínima distancia que debe existir entre el PI y la curva

$$E = R * (\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$$

- **Ordenada Media.** se define como la longitud de la flecha en el punto medio de la curva, su fórmula es.

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

- **Cuerda.** se considera cuerda a la recta que se encuentra entre 2 puntos de la curva, se la calcula así.

$$C = 2 * R * \sen \left( \frac{\theta}{2} \right)$$

- **Cuerda Larga.** se considera cuerda larga a la recta que se encuentra entre el PC y el PT de la curva, se la calcula así.

$$C = 2 * R * \sen \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

En la tabla N°38, se muestra el cálculo realizado para cada una de las curvas que se hallan dentro de la zona de estudio con sus respectivos parámetros.

**Tabla 38***Valores de curvas y parámetros calculados*

CURVA	alfa	Peraltes	Radios de Curvatura ( R )	Longitud de curva	Tangente	Ordenada Media	Cuerda Larga
				$L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$	$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$	$M = R - R \cos\frac{\alpha}{2}$	$C = 2 * R * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
1	62,38	0,04	370,00	402,832	85,045	9,403	165,767
2	82,81	0,10	275,00	397,459	174,061	507,366	294,151
3	23,99	0,08	300,00	125,611	192,871	47,652	324,471
4	45,71	0,04	370,00	295,182	433,138	610,320	562,659
5	62,46	0,10	275,00	299,786	51,727	4,740	101,671
6	33,46	0,10	275,00	160,596	449,787	418,448	469,245
7	28,70	0,06	330,00	165,300	1527,028	399,706	645,108
8	14,25	0,08	300,00	74,613	335,914	100,167	447,512
9	70,47	0,10	275,00	338,232	221,238	489,267	344,758
10	91,94	0,08	300,00	481,397	677,404	421,480	548,608
11	43,56	0,06	330,00	250,888	70,733	652,671	138,325
12	47,65	0,08	300,00	249,495	1114,018	221,990	579,360
13	17,77	0,04	370,00	114,754	221,677	687,394	380,320
14	11,89	0,08	300,00	62,256	105,509	16,993	199,065
15	12,68	0,04	370,00	81,884	21,044	0,597	42,020
16	22,60	0,06	330,00	130,167	1050,313	231,084	629,653
17	33,40	0,06	330,00	192,370	505,053	510,505	552,514
18	36,81	0,08	300,00	192,737	142,907	29,159	258,034
19	28,58	0,06	330,00	164,609	2142,381	380,239	652,307
20	11,29	0,10	275,00	54,188	203,975	54,126	327,656
21	19,82	0,06	330,00	114,155	173,998	621,909	307,827

### **3.3.2 Análisis del Proyecto Vertical**

El Análisis del proyecto vertical se lo realiza para determinar la pendiente, que tendrá la misma, así también, como las curvas verticales que están dentro de este.

En el “Anexo J. Proyecto Horizontal y Proyecto Vertical” se presentan la geometría de las curvas del proyecto, siendo estas horizontales y verticales, es claro además que el perfil vertical se encuentra en pendiente en el sentido sur–norte y contrapendiente en el sentido norte-sur, teniendo como perfil del proyecto una pendiente que alcanza el 2%.

A lo largo de la zona de estudio, no existen curvas cóncavas y convexas pronunciadas, sino más bien el proyecto tiene una tendencia diagonal, como se muestra en el Anexo J.

### **3.3.3 Análisis de la Geometría de la Vía**

Para el análisis de la geometría de la vía, se consideró el levantamiento topográfico y las ortofotos que se procesaron mediante el software ArcGIS, y con la aplicación del software AUTOCAD se digitalizó el eje del proyecto y los componentes geométricos del proyecto horizontal.

En el “Anexo F. Eje Vial y Geometría de las Curvas Zona de Estudio” se verifican los parámetros geométricos actuales la vía. En la tabla 39 se muestra el análisis y evaluación de las curvas geométricas del tramo vial en estudio.

**Tabla 39***Análisis de la geometría de la vía existentes vs calculada*

CURVA	alfa	Longitud de curva		Cuerda Larga		CUMPLE
		Calculado	Existente	Calculado	Existente	
1	62,38	402,832	164,56	165,767	156,56	NO CUMPLE
2	82,81	397,459	144,69	294,151	132,27	NO CUMPLE
3	23,99	125,611	133,00	324,471	132,20	CUMPLE
4	45,71	295,182	205,32	562,659	200,28	NO CUMPLE
5	62,46	299,786	136,71	101,671	127,36	CUMPLE
6	33,46	160,596	95,05	469,245	90,36	NO CUMPLE
7	28,70	165,300	127,42	645,108	125,39	NO CUMPLE
8	14,25	74,613	141,73	447,512	141,40	CUMPLE
9	70,47	338,232	158,42	344,758	147,84	NO CUMPLE
10	91,94	481,397	169,14	548,608	150,84	NO CUMPLE
11	43,56	250,888	182,36	138,325	177,08	CUMPLE
12	48,11	251,903	156,14	579,360	150,73	NO CUMPLE
13	17,77	114,754	98,29	380,320	98,11	NO CUMPLE
14	12,28	64,298	81,53	105,595	81,45	CUMPLE
15	12,68	84,661	100,56	198,675	100,38	CUMPLE
16	22,60	130,167	134,61	629,653	133,76	CUMPLE
17	33,63	193,695	127,97	590,289	126,28	NO CUMPLE
18	36,65	192,737	191,90	300,497	146,96	NO CUMPLE
19	28,58	164,609	155,71	652,307	153,82	NO CUMPLE
20	11,29	57,020	130,65	185,069	130,39	CUMPLE
21	19,82	114,155	133,12	307,827	132,35	CUMPLE

En la tabla anterior se observa que el 57% de las curvas existentes en la zona de estudio no cumplen con el diseño mínimo en cuanto a la longitud de la curva y/o la cuerda larga lo que representa un peligro para los conductores que transitan por este corredor vial.

A continuación se presenta las coordenadas tanto de inicio como de finalización de la curvas analizadas para su georreferenciación y para un posterior control o modificación de las mismas.

**Tabla 40***Coordenadas de georreferenciación de las curvas críticas*

CURVA	INICIO		FIN	
1	770601,979	9973896,046	779719,419	9973778,243
2	780078,217	9973708,305	780196,222	9973527,330
4	780298,219	9972824,661	780426,542	9972679,140
6	780828,709	9972710,890	780903,123	9972809,448
7	781072,126	9973121,657	781135,296	9973272,470
9	781265,273	9973808,913	781377,721	9973948,481
10	781406,494	9973953,773	781497,114	9974092,349
12	781668,432	9974556,293	781713,412	9974720,405
13	781696,214	9974836,491	781704,482	9974940,671
17	782221,413	9976165,694	782282,928	9976308,569
18	782296,819	9976390,921	782372,887	9976527,843
19	782414,559	9976568,854	782477,728	9976685,601

### 3.4 Evaluación Funcional del Pavimento

La evaluación estructural es una técnica que proporciona un conocimiento detallado de la estructura de un pavimento. La metodología de auscultación ha variado con el tiempo en función de los continuos avances de la tecnología, buscando una evolución sistemática de los parámetros característicos del pavimento posibilitando un buen rendimiento operacional. (Higuera, 2015)

La evaluación estructural se la puede realizar dentro de tres aspectos.

- La exploración geotécnica
- Estudio deflectométrico

- La inspección visual

Para la presente investigación se realizara la inspección visual por dos métodos muy sencillos.

### 3.4.1 La inspección Visual

La inspección visual consiste en identificar las fallas de un pavimento y el análisis de sus causas y sus efectos.

Las fallas en los pavimentos generalmente se dividen en tres grupos fundamentales.

- **Fallas por insuficiencia estructural.** estas fallas ocurren por dos razones las cuales pueden ser que se utilizó materiales con baja resistencia o materiales que cumplen las normas de calidad pero cuyos espesores son insuficientes.
- **Fallas por defectos constructivos.** normalmente ocurre cuando a pesar de utilizar materiales resistentes y bien proporcionados, se ha producido errores constructivos que comprometen el funcionamiento de los dos factores.
- **Fallas por fatiga.** generalmente esto se desarrolla por el paso continuo de las cargas de tránsito, que tienden a desgastar el material haciéndolo perder resistencia a pesar de cumplir con una correcta proporción y materiales de buena calidad.

Las fallas o daños de los pavimentos flexibles se clasifican en. deformaciones, fisuras, desprendimientos, baches. Como indica la siguiente tabla.

**Tabla 41***Fallas y daños en los pavimentos flexibles*

Deformaciones	Tipo	Definición	Símbolo	Foto
	Asentamiento Transversal	Son hundimientos en sentido perpendicular al eje de la vía	AT	
	Asentamiento Longitudinal	Son hundimientos que se presentan principalmente a lo largo de las huellas debido a la canalización del tránsito	AL	
	Abultamientos	Son protuberancias sucesivas de la superficie del pavimento	BU	
	Desplazamiento de bordes	Son distorsiones y corrimientos localizados de la capa asfáltica en los bordes del pavimento	DB	
	Depresiones	Son hundimientos del pavimentos, generalmente localizados en forma circular o semejante	H	
	Media Luna	Son hundimientos en los bordes de la banca. Les falta estabilidad en los taludes del terraplén	ML	

**CONTINÚA**

<b>Fisuras</b>	Longitudinales. (En la huellas FLH) (Fuera de las huellas FL)	Son fisuras sensiblemente paralelas al eje de la vía	FLH FL	
	Transversales. (En las huellas FTH) (Fuera de las huellas FT)	Son fisuras sensiblemente perpendiculares al eje del pavimento	FTH FT	
	Media Luna	Son fisuras que se presentan en forma parabólica en los extremos de la banca	FML	
	De Junta	Son fisuras longitudinales en la unión de dos franjas de capa de rodadura en el concreto asfaltico	FJ	
	Parabólicas	Son fisuras en forma de parábola, con su eje paralelo al eje de la calzada	FP	
	En Bloque	Son fisuras que formas amplios polígonos con ángulos más o menos rectos	FBL	
	Piel de Cocodrilo	Son fisuras interconectadas formando pequeños polígonos en forma de malla	PC	

**CONTINÚA**

<b>Desprendimientos</b>	Descascaramiento	Son pérdidas de fragmentos de la capa asfáltica sin afectar las siguientes capas del pavimento.	O	
	Ojo de Pescado	Son cavidades en forma redondeada con bordes bien marcados que resultan del desprendimiento de material de las capas superiores	OP	
<b>Bacheo</b>	Tapado	Son baches tapados en concreto asfáltico o tratamientos superficiales	B	
	Destapado	Son baches en la superficie de rodadura de la vía	DB	

(Fuente. Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos, Higuera 2015)

Los daños antes mencionados producen efectos tanto estructurales como funcionales y se asocian según la siguiente tabla.

Tabla 42

Asociación de daños a los tipos de falla

	<b>Daño Asociado</b>	<b>Tipo de Falla</b>	
<b>DAÑOS ESTRUCTURALES</b>	Daños estructurales asociados a la inestabilidad de la banca	Fisuras longitudinales	
		Fisuras Transversales	
		Fisuras media luna	
	Daños estructurales asociados a la fatiga de la capa asfáltica	Fisuras transversales en las huellas	
		Fisuras longitudinales en las huellas	
		Fisuras piel de cocodrilo	
		Fisuras en bloque	
		Ojo de pescado	
	Daños estructurales asociados a la deformación del perfil por deformación plástica acumulada	Asentamientos transversales	
		Asentamientos longitudinales	
		Hundimientos	
	<b>DAÑOS SUPERFICIALES</b>	Daños superficiales asociados a deficiencias en el diseño o fabricación de la capa asfáltica	Fisuras Parabólicas
			Fisuras de Junta
Desplazamiento de borde			
Descascaramiento			
Ojo de Pescado			
Surcos			
Exudación			
Daños superficiales asociados a deficiencias en la calidad de los materiales y en su afinidad		Perdida de agregado	
		Perdida de ligante	
		Ojo de Pescado	
		Pulimento	
		Descascaramiento	
		Cabezas duras	

(Fuente. Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos, Higuera 2015)

Una vez que se ha identificado los tipos de fallas que pueden existir dentro la inspección visual, se tomó en cuenta los siguientes aspectos en el momento de realizarla.

- Objetiva, es decir, que la descripción de las fallas sea independiente del operario que la realizo
- Ser continúa en el espacio, es por ello que se lo realizo a lo largo de toda la zona de estudio.

Dentro de la metodología para realizar la inspección visual del pavimento hay varios métodos, en esta investigación se tomó el método para la determinación y calificación del estado de la red vial, del Instituto Nacional de Vías, INVIAS de Colombia.

Esta metodología es la más sencilla y la más objetiva ya que se determina por extensiones el tipo de falla de acuerdo a la visualización del operario, además se puede seguir la siguiente hoja de campo.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE					
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
Evaluacion Visual del Pavimento Metodo 1					
Carretera:	Av. Simon Bolivar	Fecha:			
Tramo:					
Sentido:					
Item	Abscisa	Tipo de Daño	Abreviatura	Carril	Medicion



**Figura 31.** Ejemplo hoja de campo para la inspección visual metodología para la determinación y calificación del estado de la red vial

### 3.4.2 Análisis Funcional del Pavimento

Una vez que se realizó la inspección visual por tramos correspondientes a un Km, a excepción del último tramo que comprende 1,6 Km se puede determinar el deterioro que ha sufrido la capa superficial del pavimento y a qué tipo de daño se encuentra relacionado para más adelante tomar una alternativa a solucionar el problema.

Las siguientes tablas muestran el análisis que se realizó por cada tramo de acuerdo al tipo de daño.

**Tabla 42***Análisis del Pavimento en el Tramo 1 (Km 0 – Km 1)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 0 - Km 1	Fisura: Piel de cocodrilo	16,100%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Fisura: En bloque	35,800%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Descascaramiento	0,071%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Fisuras: Longitudinales	14,200%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Bache Tapado	0,066%	Carril 1 - 2- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Abultamiento	0,290%	Carril 1- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Asentamiento Longitudinal	1,500%	Carril 2	Deformacion del perfil por deformacion plastica acumulada
	Media Luna	1,000%	Carril 3	Inestabilidad de la banca
	Ojo de Pescado	0,002%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad
	Bache Destapado	0,090%	Carril 1	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 43***Análisis del Pavimento en el Tramo 2 (Km 1 – Km 2)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 1 - Km 2	Fisura: Piel de cocodrilo	18,800%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Fisura: En bloque	38,750%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Descascaramiento	1,370%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Fisuras: Longitudinales	14,200%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Bache Tapado	0,048%	Carril 1 - 2- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Ojo de Pescado	0,024%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 44***Análisis del Pavimento en el Tramo 3 (Km 2 – Km 3)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 2 - Km 3	Fisura: Piel de cocodrilo	6,750%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Fisura: En bloque	54,750%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Fisuras: Longitudinales	1,000%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Fisuras: Transversales	0,075%	Carril 1 - 2- 3	Inestabilidad de la banca
	Ojo de Pescado	0,550%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 45***Análisis del Pavimento en el Tramo 4 (Km 3 – Km 4)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 3 - Km 4	Fisura: Piel de cocodrilo	16,150%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Descascaramiento	3,200%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Fisuras: Longitudinales	98,950%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Bache Tapado	0,900%	Carril 1 - 2- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Ahuellamiento	2,750%	Carril 1 - 2- 3	
	Abultamiento	0,100%	Carril 1- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Ojo de Pescado	0,700%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad
	Bache Destapado	1,400%	Carril 1	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 46***Análisis del Pavimento en el Tramo 5 (Km 4 – Km 5)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 4 - Km 5	Fisura: Piel de cocodrilo	0,295%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Fisura: En bloque	1,873%	Carril 1-2	Fatiga de la capa asfáltica
	Descascaramiento	0,061%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Fisuras: Longitudinales	65,850%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Abultamiento	2,225%	Carril 1- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfáltica
	Grietas de Borde	4,470%	Carril 1 - 2 - 3	
	Ojo de Pescado	0,003%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 47***Análisis del Pavimento en el Tramo 6 (Km 5 – Km 6)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 5 - Km 6	Fisura: Piel de cocodrilo	2,415%	Carril 1 -2	Fatiga de la capa asfaltica
	Fisura: En bloque	1,171%	Carril 1 -2	Fatiga de la capa asfaltica
	Descascaramiento	0,675%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfaltica
	Fisuras: Longitudinales	23,935%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Bache Tapado	0,044%	Carril 1 - 2- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfaltica
	Ahuellamiento	0,244%	Carril 2	Deformacion del perfil por deformacion plastica acumulada
	Ojo de Pescado	0,825%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad
	Bache Destapado	0,050%	Carril 1	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

**Tabla 48***Análisis del Pavimento en el Tramo 7 (Km 6 – Km 7,6)*

Tramo	Tipo de daño encontrado	Porcentaje de daño	Carriles mas afectados	Daño Asociado
Km 6 - Km 7,6	Fisura: Piel de cocodrilo	49,800%	Carril 1 -2	Fatiga de la capa asfaltica
	Fisura: Parabolicas	0,600%	Carril 1 -2	Fatiga de la capa asfaltica
	Descascaramiento	0,600%	Carril 2	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfaltica
	Fisuras: Longitudinales	1,800%	Carril 1	Inestabilidad de la banca
	Abultamiento	0,600%	Carril 1- 3	Deficiencia o el diseño o fabricacion de la capa asfaltica
	Ojo de Pescado	2,400%	Carril 1 - 2	Deficiencia en la calidad de los materiales y su afinidad

### 3.5 Evaluación de la Señalización

La señalización está constituida por marcas viales y delineadores que tienen como función complementar las reglamentaciones o informaciones de otros dispositivos de tránsito o transmitir mensajes. (Hidalgo, 2017)

Los colores de las señalizaciones que se encuentran en el pavimento longitudinal estarán dadas por.

Líneas Amarillas

- Separación de Tráfico viajando en direcciones opuestas (sentido contrario)
- Restricciones
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

#### Líneas Blancas

- Separación de flujo de tráfico en la misma dirección (mismo sentido)
- Borde derecho de la vía (berma)
- Zonas de estacionamiento
- Proximidad a un cruce de cebra

La presente investigación se realizó tomando los estándares de los Reglamentos Técnicos Ecuatorianos INEN, en lo que refiere a diseño del sistema de señalización y seguridad vial vigentes al año 2012.

La codificación de las señales horizontales y verticales es la utilizada en los documentos del INEN que son los últimos vigente en el Ecuador cuyas letras de identificación son. R señales regulatorias, P señales preventivas, I señales informativas, D señales especiales delineadoras, T señales y dispositivos para trabajos viales, E señales escolares, SR señales riesgos. (Hidalgo, 2017).

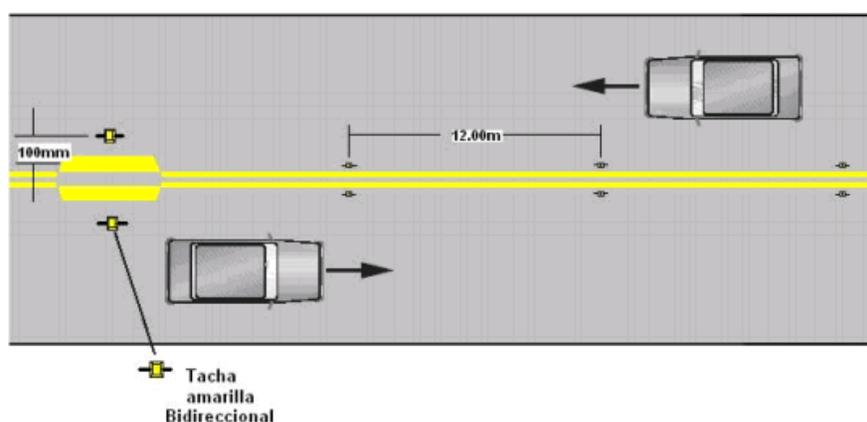
La señalización a lo largo de la zona de estudio es escasa, sobre todo en lo que corresponde a señalización en las curvas, que principalmente en horas de la noche y con condiciones climáticas adversas representa un peligro para el conductor y terceros.

### 3.5.1 Señalización Horizontal

Este tipo de señalización se conforma por marcas horizontales en el pavimento y las cuales proporcionan órdenes a los conductores, informar las condiciones en las que se encuentra la vía y reglamentar la circulación del tráfico.

La señalética horizontal más utilizada en la zona de estudio y de acuerdo a la tipología de la vía, cumpliendo la NORMA RTE INEN 004-2.2011 que presenta debe ser la siguiente.

**3.5.1.1 Doble línea continua (línea de barrera).**- Son dos líneas amarillas paralelas, cuyo ancho está comprendido entre 100 a 150 mm, con separación de 100 mm, se las emplea principalmente en calzadas de doble sentido de tránsito, donde la visibilidad se reduce por acción de curvas, pendientes u otros.

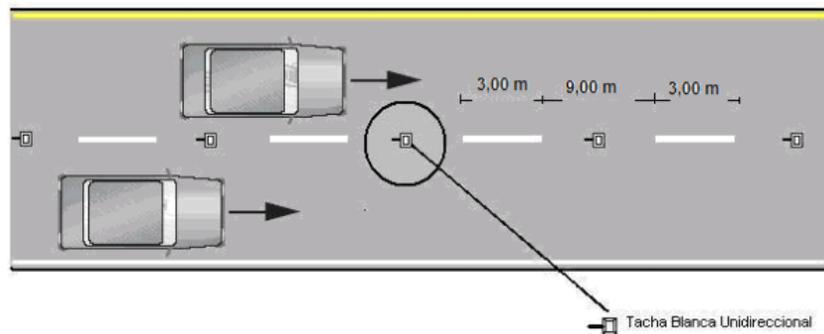


**Figura 32.** Doble línea continua

(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

**3.5.1.2 Líneas de separación de carriles.**- Estas líneas son segmentadas, separan el flujo de tráfico que se dirige en una misma dirección, son de color blanco, y su finalidad es ordenar el tráfico y posibilitan un uso más seguro, debido a

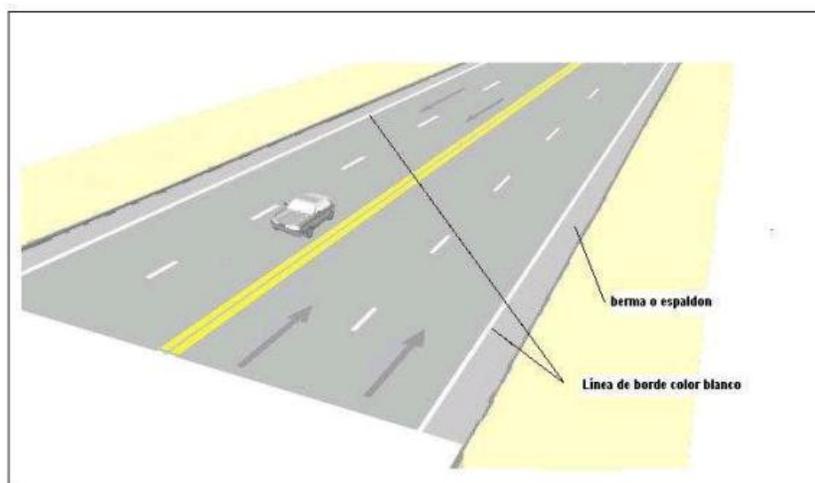
que la velocidad de la vía es mayor a 50 Km/h en ancho de línea es de 150 mm.



**Figura 33.** Línea de separación de carriles  
(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

**3.5.1.3 Línea de separación de carril continuas.-** Son de color blanco, se utilizan para separar ciclovías y carriles de solo BUS del resto del flujo vehicular

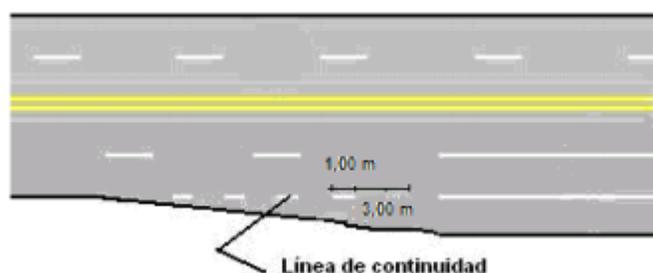
**3.5.1.4 Líneas de borde.-** Son líneas continuas de color blanco, cuya finalidad es distribuir de manera correcta los carriles de circulación que están dados por la velocidad de la vía que en el caso en estudio es 90 Km/h por lo tanto el ancho del carril esta entre 3.00 y 3.50 metros, considerando que mientras más ancho sea el carril es más seguro.



**Figura 34.** Líneas de borde

(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

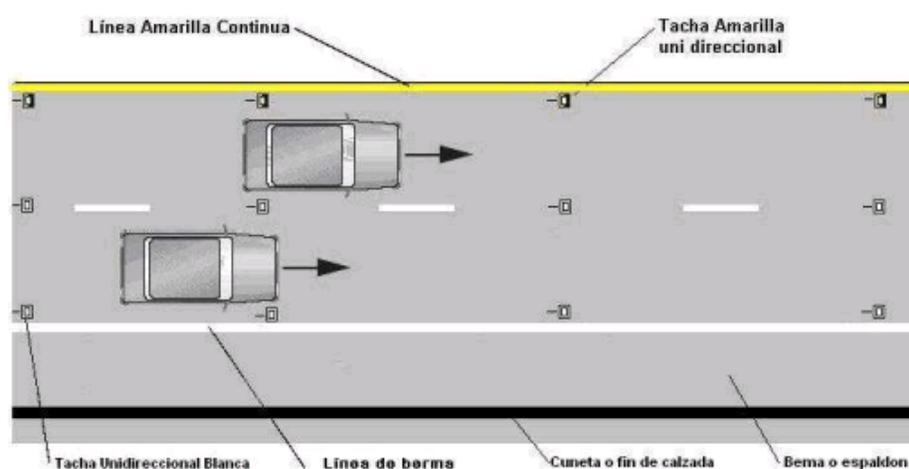
**3.5.1.5 Líneas de continuidad.-** Son líneas de color blanco, segmentadas cuyo ancho es entre 150 y 200 mm, con líneas pintadas de 1,00 m y espaciamiento de 3,00 m, su finalidad es indicar, borde de la vía que se destina al tráfico que circula recto y donde la línea segmentada puede ser cruzada.



**Figura 35.** Líneas de continuidad

(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

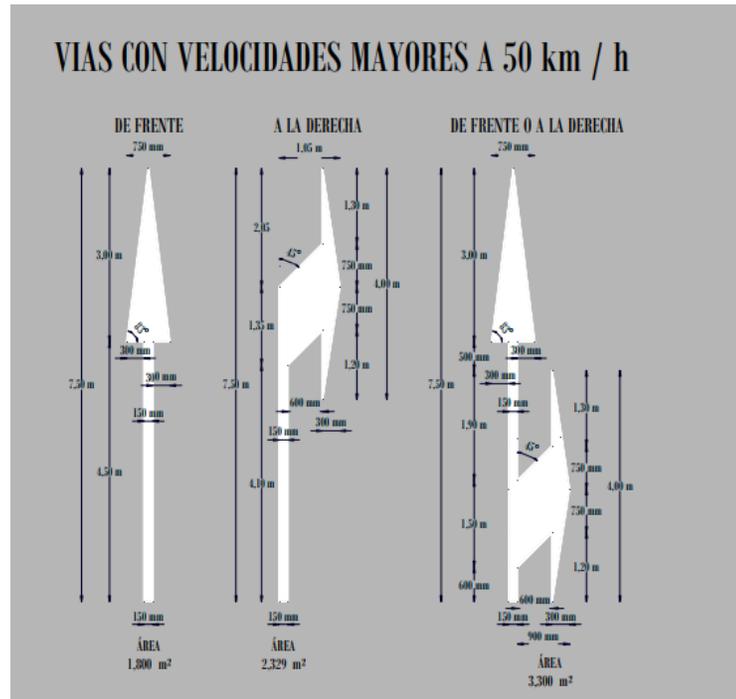
**3.5.1.6 Líneas de Borde de Calzada.-** Son líneas continuas de color amarillo, su función principal es indicar el borde de la calzada a los conductores especialmente es condiciones de visibilidad reducida, su ancho mínimo para la zona de estudio es de 150 mm.



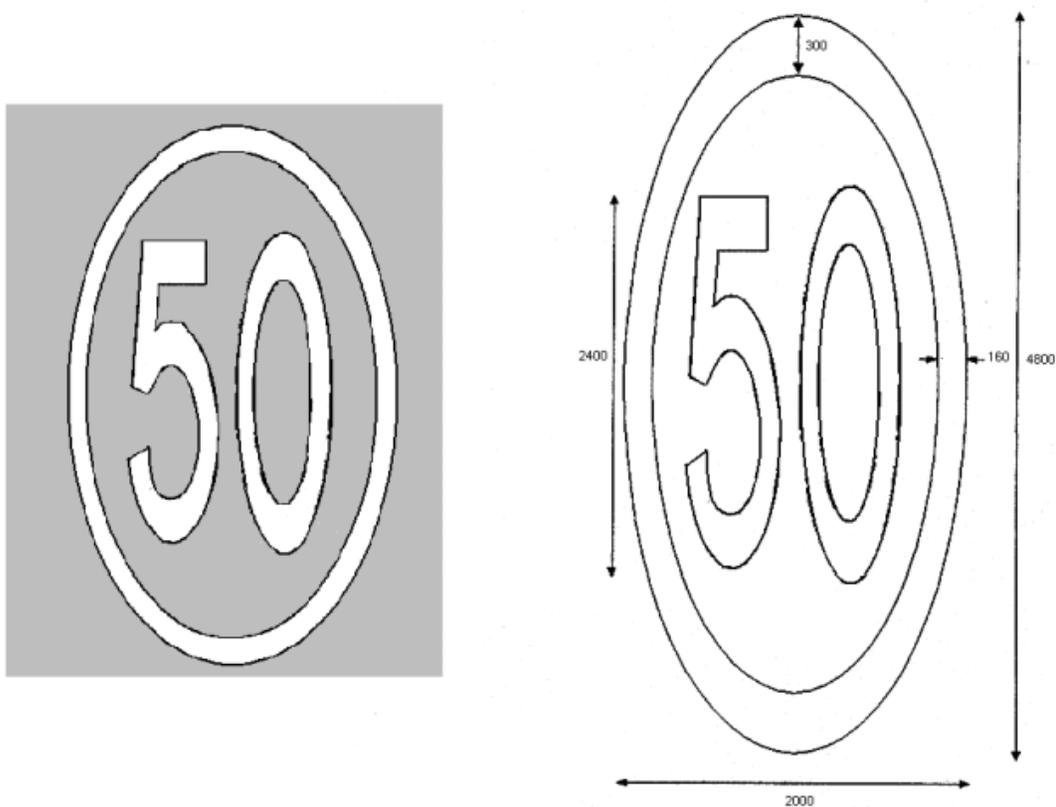
**Figura 36.** Líneas de borde de calzada  
(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

**3.5.1.7 Flechas.-** La función de las flechas que se encuentran sobre el pavimento es indicar y advertir el sentido y la dirección obligatoria a seguir por los vehículos que transitan por un carril de circulación.

Las flechas según las maniobras que se efectúan pueden ser. flecha recta, flecha de viraje, flecha recta y de viraje, flecha recta y de salida, flecha de viraje en U.



**3.5.1.8 Máxima Velocidad.-** Indica la velocidad máxima permitida en el carril donde está ubicado, es de color blanco, generalmente se utiliza para reforzar la señal vertical VELOCIDAD MAXIMA.



**Figura 38. Máxima velocidad**

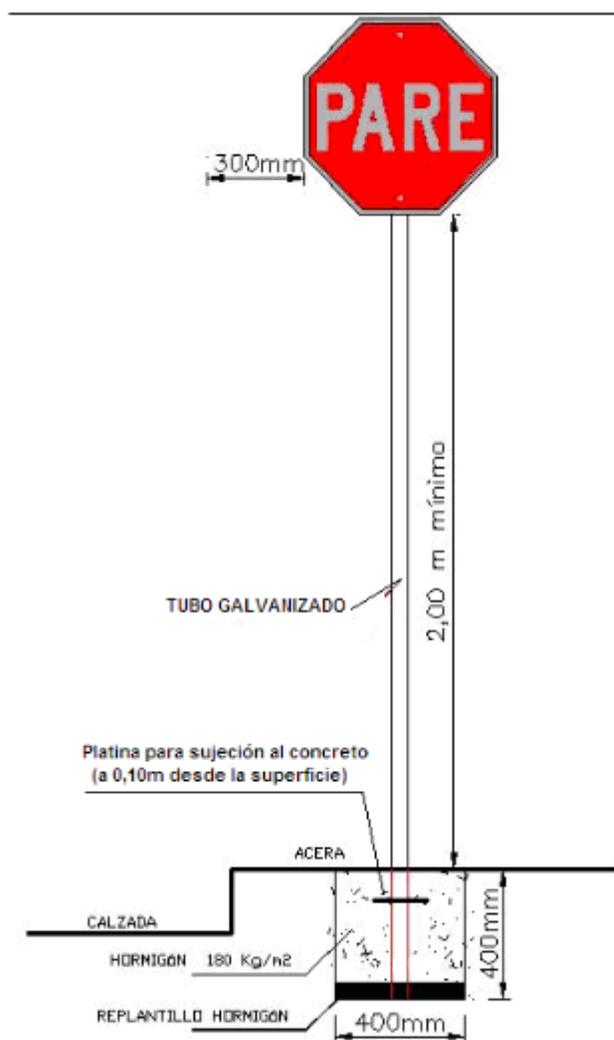
(Fuente. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal, INEN 2011)

### 3.5.2 Señalización Vertical

La norma que rige este tipo de señalética es la INEN 004-1.2011, la cual indica además los criterios con los que se asignan y los tamaños de las señales.

Las señaléticas en zonas urbanas, como corresponde la zona de estudio deben colocarse mínimo a 300 mm del filo del bordillo y máximo a 1,00 m, así también como la separación no debe ser menor a 2,00 m y mayor a 5,00 m, a excepción de señales grandes de información donde se requiere mayor espaciamiento.

La altura también es un factor importante a considerar, es así como esta no debe ser menos a 2,00 m, desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal o en algunos casos 2,20 por los vehículos que se encuentren estacionados.



**Figura 39.** Altura normativa de señalética vertical  
(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

Las señales deben ser reflectivas o iluminadas, que permitan su visibilidad tanto en la noche como en el día.

La iluminación se la puede realizar de 2 maneras.

- Una luz dentro o detrás de la cara de la señal que ilumine el principal mensaje o símbolo, o el fondo de la señal o ambos a través de un material translúcido.
- Una fuente de luz acoplada o montada independientemente y diseñada para dirigir adecuadamente iluminación sobre la cara total de la señal.

Las principales señales que se encuentran o deberían encontrarse en la zona de estudio son las siguientes.

**3.5.2.1 No Rebasar (R2-13).**- esta señalización indica que está prohibido realizar la maniobra de rebasamiento a otro vehículo, tiene fondo blanco reflectivo, círculo de color rojo reflectivo y símbolos de color negro.



Código No.	Dimensiones (mm)
R2-13 A	600 x 600
R2-13 B	900 x 900
R2-13 C	1200 x 1200

**Figura 40.** Señal No rebasar

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.2 Límite máximo de velocidad (R4-1).**- esta señal representa la velocidad máxima en un tramo de vía, tiene símbolos negros, círculo rojo y fondo blanco ambos reflectivos.



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

**Figura 41.** Señal límite máximo de velocidad

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.3 Límite máximo de velocidad con iluminación LED (R4-2).**- Indica al igual que el anterior la velocidad máxima, sin embargo, esta señal es utilizada donde las condiciones climáticas son adversas como neblina, lluvia, etc., está constituido por numero con iluminación color blanco, circulo con iluminación color rojo, fondo negro mate.



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-2 A	450 x 600
R4-2 B	600 x 800

**Figura 42.** Señal límite máximo de velocidad con luces LED

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.4 Reduzca la velocidad (R4-4).**- Esta señal es comun cuando se requiere que se realice una reduccion de la velocidad de circulacion por algun motivo.



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

**Figura 43.** Señal reduzca la velocidad

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.5 Altura Maxima (R4-5).**- Es muy utilizada para indicar la altura permisible por la presencia de un tunel, puente o paso a desnivel, se la coloca siempre y cuando dicha restriccion sea menor a 4,30 m.

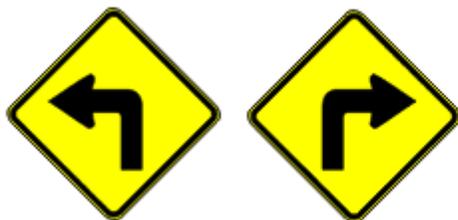


Código No.	Dimensiones (mm)
R4-5 A	600 x 600
R4-5 B	750 x 750
R4-5 C	900 x 900

**Figura 44.** Señal Máxima altura

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.6 Curva Cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D).**- son utilizadas para indicar que se aproxima una curva cerrada.



Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900

**Figura 45.** Señal curva cerrada

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.7 Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D).**- Indica la aproximación de una curva abierta.



Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900

**Figura 46.** Señal curva abierta

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.8 Bandas transversales de alerta BTA (P5-4).**- Se utiliza esta señal para indicar la proximidad de una zona de retumbos en la superficie de la calzada.



Código	Dimensiones (mm)
P6-5A	600 x 600
P6-5B	750 x 750
P6-5C	900 x 900

**Figura 47.** Señal bandas transversales

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.9 Vía Resbalosa (P6-8).**- esta señal es común donde existe zonas donde la calzada tiende a ser resbalosa en condiciones climáticas adversas.



Código No.	Dimensiones (mm)
P6-8A	600 x 600
P6-8B	750 x 750
P6-8C	900 x 900

**Figura 48.** Señal Vía resbalosa

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

**3.5.2.10 Alineamiento Horizontal (D6-1I) o (D6-1D).**- esta señal es común para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación, se la debe ubicar en radios de curvas cerradas pudiendo ser a izquierda o derecha según el alineamiento de la curva.



D6-1I



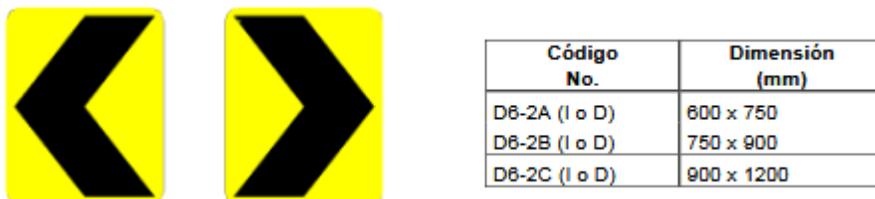
D6-1D

Código No.	Dimensión (mm)
D6-1A (I o D)	1600 x 400
D6-1B (I o D)	3200 x 800

**Figura 49.** Señal Alineamiento horizontal

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

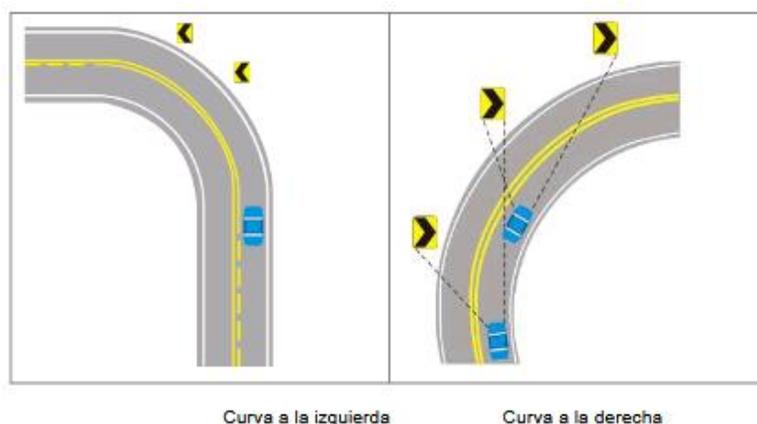
**3.5.2.11 D6-2 (I o D).**- esta señal es común para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación, se la debe ubicar en radios de curvas abiertas pudiendo ser a izquierda o derecha según el alineamiento de la curva.



**Figura 50.** Señal D6.2

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

Las señales de alineamiento, deben ir ubicados a una altura de 1,50 m, y se los colocara a los dos lados de la vía a una distancia entre 0,60 m y 1,00 a partir del borde exterior del pavimento. Tanto en las curvas como en las tangentes el espaciamiento de los delineadores debe ser tal que sean visibles para el conductor y deben ir colocados mínimo 3 delineadores a la vez.



**Figura 51.** Ubicación de D6-2

(Fuente. Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical, INEN 2011)

### 3.5.3 Análisis de la Señalización

Mediante el análisis de las ortofotos se evidencia claramente las condiciones de la señalética horizontal de marcas sobre el pavimento; en cambio para la señalética vertical fue necesario realizar una inspección visual, mediante un video grabado desde el interior de un vehículo a una velocidad de 60 Km/h, en condiciones climáticas normales (horas de día con sol) y en condiciones climáticas adversas (horas de la noche con neblina), con el fin de observar la reflectividad de la señalética vertical.

Los puntos más vulnerables como son las curvas, son las que menos señalética presentan sobre todo en señal continua D6-2 (I o D), lo que tiende a aumentar la posibilidad de ocurrencia de un accidente de tránsito.



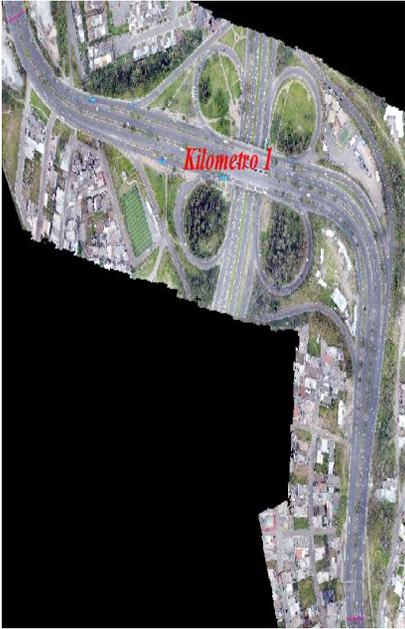
**Figura 52.** Vista de señalética en condiciones climáticas normales



**Figura 53.** Vista de señalética en condiciones climáticas adversas

A continuación en las siguientes tablas se muestra el análisis y condiciones de estado de la señalética tanto horizontal como vertical en la zona de estudio.

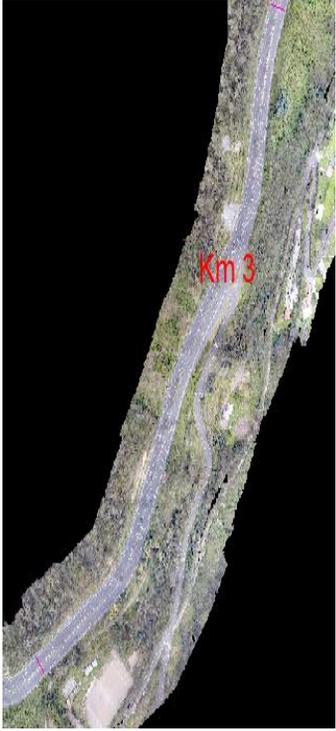
**Tabla 49**  
**Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 1 (Km 0 - Km 1)**

Tramo	Señalética		Estado	Senitdo	Observacion
	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Regular	N - S / S - N	Se encuentran deterioradas
	Líneas de borde	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existe
	Líneas de borde de calzada	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	En tramos se encuentra despintada
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No se observan las líneas
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	Se encuentran deterioradas y ausencia de las mismas
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existe
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Limite maximo de velocidad	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Limite maximo de velocidad con iluminacion LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Altura Maxima	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No es necesario ya que no hay presencia de curvas abiertas
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Vía Resbalosa	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existen, siendo muy necesarias en la curva 2
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%

**Tabla 50****Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 2 (Km 1 – Km 2)**

Tramo	Señalética	Estado	Senitdo	Observacion	
	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Regular	N - S / S - N	Se encuentran deterioradas
	Línea de borde	S. Horizontal	Regular	N - S / S - N	No se observan las líneas
	Líneas de borde de calzada	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	En tramos se encuentra despintada
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No se observan las líneas
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existen
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Regular	S - N	Solo existe en un sentido
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Limite maximo de velocidad	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Limite maximo de velocidad con iluminacion LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Altura Maxima	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Via Resbalosa	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe, a pesar de la prevencion de curva cerrada
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe, a pesar de la prevencion de curva abierta

**Tabla 51****Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 3 (Km 2 - Km 3)**

Tramo	Señalética	Estado	Senitdo	Observacion	
Kilometro N°3 	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Se pueden observar con claridad la líneas
	Líneas de borde	S. Horizontal	Muy Bueno	N - S / S - N	Se encuentran bien marcadas y muy claras
	Líneas de borde de calzada	S. Horizontal	Regular	N - S / S - N	En tramos se encuentra despintada
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Muy Bueno	N - S / S - N	Identifican claramente los tramos correspondientes
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existen
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Regular	S - N	Solo existe en un sentido
	No Rebasar	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad
	Límite máximo de velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Límite máximo de velocidad con iluminación LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Altura Máxima	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Vía Resbalosa	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe, a pesar de la prevención de curva abierta

**Tabla 52**  
**Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 4 (Km 3 – Km 4)**

Tramo	Señalética	Estado	Senitdo	Observacion	
	Kilometro N°4				
	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Se pueden observar con claridad la líneas
	Líneas de borde	S. Horizontal	Muy Bueno	N - S / S - N	Se encuentran bien marcadas y muy claras
	Lienas de borde de calzada	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	En tramos se encuentra despintada
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existes
	Flechas	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Muy bien marcadas
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existe
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Límite máximo de velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Límite máximo de velocidad con iluminación LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Altura Maxima	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Via Resbalosa	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%

**Tabla 53****Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 5 (Km4 – Km5)**

Tramo	Señalética		Estado	Senitdo	Observacion
<p>Kilometro N°5</p> 	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Regular	N - S / S - N	Se encuentran deterioradas
	Líneas de borde	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Líneas correctamente marcadas
	Líneas de borde de calzada	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	En tramos se encuentra despintada
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Líneas correctamente marcadas
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existen
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Malo	N - S	Solo existen en una direccion
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Limite maximo de velocidad	S. Vertical	Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Limite maximo de velocidad con iluminacion LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Altura Maxima	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal, a pesar de la presencia de la curva abierta
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Via Resbalosa	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal, a pesar de la presencia de la curva abierta

**Tabla 54****Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 6 (Km5 – Km6)**

Tramo	Señalética		Estado	Senitdo	Observacion
Kilometro N°6 	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Bueno	N - S/S - N	Líneas correctamente marcadas
	Líneas de borde	S. Horizontal	Bueno	N - S/S - N	Líneas correctamente marcadas
	Líneas de borde de calzada	S. Horizontal	Bueno	N - S/S - N	Líneas correctamente marcadas
	Líneas de continuidad	S. Horizontal	Bueno	N - S/S - N	Líneas correctamente marcadas
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S/S - N	No existen
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Malo	N - S/S - N	No existen
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Límite máximo de velocidad	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Límite máximo de velocidad con iluminación LED	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Altura Máxima	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	-	N - S/S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S/S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Vía Resbalosa	S. Vertical	Malo	N - S/S - N	No existe este tipo de señal
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	-	N - S/S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Muy Bueno	N - S/S - N	Se puede observar con claridad en condiciones climáticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%

**Tabla 55**  
**Señalética Horizontal y Vertical en el tramo 7 (Km 6 – Km 7,6)**

Tramo	Señalética	Estado	Senitdo	Observacion	
<p>Kilometro N°7,6</p> 	Línea de separación de carriles	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Lineas correctamente marcadas
	Lineas de borde	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Lineas correctamente marcadas
	Lienas de borde de calzada	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Lineas correctamente marcadas
	Lineas de continuidad	S. Horizontal	Bueno	N - S / S - N	Lineas correctamente marcadas
	Flechas	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existen
	Maxima Velocidad	S. Horizontal	Malo	N - S / S - N	No existen
	No Rebasar	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Limite maximo de velocidad	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Limite maximo de velocidad con iluminacion LED	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Reduzca la Velocidad	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Altura Maxima	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal, a pesar de tener señalética aérea
	Curva Cerrada izquierda, derecha	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	Curva Abierta izquierda, derecha	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%
	Bandas transversales de alerta BTA	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Via Resbalosa	S. Vertical	Malo	N - S / S - N	No existe este tipo de señal
	Alineamiento Horizontal	S. Vertical	-	N - S / S - N	Este tramo no requiere la presencia de esta señal
	D6-2 (I o D)	S. Vertical	Muy Bueno	N - S / S - N	Se puede observar con claridad en condicones climaticas normales, en condiciones adversas se reduce un 15%

## CAPITULO 4

### ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MITIGAR ACCIDENTES DE TRANSITO

Una vez que realizado la evaluación y análisis, se procede a proponer las alternativas de solución, tanto en geometría vial, capa asfáltica y señalética.

#### 4.1 Alternativas de solución en Ingeniería de Tráfico

##### 4.1.1 Alternativas de Solución en la Velocidad de Proyecto

Como se indicó en el Capítulo 2, el presente proyecto tiene una velocidad de diseño de 90 Km/h, sin embargo es muy común, observar a lo largo del corredor vial las variaciones de velocidad que oscilan entre 50, 60, 70, 80 y 90 Km/h.





**Figura 54.** Señales de velocidad existentes en el corredor vial

Si hallamos una velocidad promedio en entre todas las velocidades se obtendría lo siguiente.

$$\frac{50 + 60 + 70 + 80 + 90}{5} = 70 \text{ Km/h}$$

Es decir, que la velocidad de circulación a lo largo de todo el corredor vial debería ser de 70 Km/h, sin embargo, en el apartado 3.1.6 se determina la relación entre la velocidad del proyecto vs la velocidad de circulación, que para este caso es 59 Km/h, de esta manera se define que la velocidad promedio es significativamente mayor a la velocidad de circulación, para lo cual se propone lo siguiente.

*“Adoptar como velocidad de circulación del corredor vial en estudio. 60 Km/h, velocidad que permitirá realizar maniobras con seguridad y circulación apropiadas, minimizando el riesgo de accidentes. Con la finalidad de mejorar el nivel de servicio y confort del usuario se plantea un tramo del corredor vial paralelo a la Av. Simón Bolívar iniciando desde el intercambiador de Tambillo hasta el intercambiador de la Ruta Viva.”*

#### **4.1.2 Alternativas de Solución en la Geometría Vial**

Como ya se indicó en el apartado 3.6.1, el 57% de las curvas no presentan estándares de diseño de acuerdo a las especificaciones MOP001F.

En los Anexos G, H, I, se muestra los puntos críticos de accidentalidad y la geometría de curvas evaluadas en el apartado anterior



**Figura 55.** Punto crítico intersección entrada UIDE - Av. Simón Bolívar

Con base a lo anterior se propone lo siguiente.

*“Realizar una rectificación geométrica vial en el proyecto horizontal de tal manera que cumplan con los valores de diseño mínimo y seguridad vial, adicional se debe*

*realizar un estudio técnico en la intersección de la Av. Simón Bolívar y la Universidad Internacional, con el objetivo de mejorar la transición de salida de vehículos”*

#### **4.1.3 Alternativas de Solución en la Capa de Rodadura**

Una vez realizado el análisis de la capa superficial y las condiciones de servicio del pavimento, con los datos generados mediante la inspección visual, se determinó que los tipos de daño más representativos que se encuentra en el tramo de estudio y puntos críticos de accidentalidad, detectando las siguientes patologías. fisuras piel de cocodrilo y en bloque, mismos que representan daños estructurales asociados a la fatiga de la capa asfáltica, de igual manera se evidencia un porcentaje significativo de patologías identificadas con descascaramientos, ojos de pescado, baches tapados y destapados, asociados a deficiencias en la calidad de los materiales y en su afinidad. Por tal motivo y tomando en consideración estos aspectos anteriores, se propone lo siguiente.

*“Realizar una intervención en la capa de rodadura asfáltica, mediante un reforzamiento de inclusión de geo sintéticos o fibras elastoméricas.*

*Considerar la inclusión de pavimentos porosos drenantes, que presentan una mejor rugosidad, mejor resistencia, reduce considerablemente el hidroplaneo, además de aumentar la capacidad de drenar el agua en condiciones de precipitación extrema.”*

#### **4.1.4 Implementación y georreferenciación de nuevas técnicas de señalización vial**

Una vez que se analizó y se evaluó el estado de la señalética tanto horizontal como vertical, y tomando en cuenta la reflectividad se propone lo siguiente.

*“Uso de microesferas de vidrio como inclusión o capa posterior a la pintura de tráfico que es utilizada en la señalética horizontal, con la finalidad de mejorar la retrorreflectancia necesaria, y en cumplimiento de las normas de calidad UNE-EN-1423, misma que indica lo siguiente. que están fabricadas de vidrio transparente y sin color apreciable y serán de tal naturaleza que permitan su incorporación a la pintura inmediatamente después de su aplicación, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura como se muestra en la figura N° 55, en el caso de existir microesferas de vidrio defectuosas estas no deberán sobrepasar el 20% del total de estas, el índice de refracción mínimo será de 1,59 determinado según la presente norma, estas deben ser resistentes a agentes como agua, ácido clorhídrico, cloruro de calcio y sulfuro de sodio.”*



**Figura 56.** Colocación de Microesferas de vidrio y pintura de tráfico

*“Para la señalética vertical se propone la utilización de láminas electroluminiscentes, o conocida también como lamina retro reflectante, estas son laminas plástico flexible, cuyo interior contiene un dispositivo que se ilumina cuando se le aplica corriente continua, estas laminas deben cumplir con las normas RTE INEN 4 Parte 3, AASHTO M268 y ASTM D 4956, los colores comunes como se muestra en la Figura N°51, son*

*roja, azul, amarillo, verde, café o cualquier otro color diseñado para realzar en la vía la visibilidad diurna y nocturna de las señales, además deben cumplir con brindar una mayor reflectividad sobre todo para personas adultas, retro reflejar la luz emitida por las luces de baja emisión y hasta en un 60% de la luz recibida, y su duración debe ser mínimo de 12 años, deben poseer una un adhesivo pre cubierto y protegido por un protector de papel fácilmente removible.”*



**Figura 57.** Laminas retro reflectante

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

La Av. Simón Bolívar es uno de los principales corredores viales, que tiene el Distrito Metropolitano de Quito, donde se estima que alrededor de 89323 vehículos mixtos (livianos y pesados) circulan diariamente, considerado como Trafico Promedio Diario Anual.

De estos 5200 vehículos circulan en la hora pico en los tres carriles, es decir 1733 vehículos circulan por cada carril, el diseño óptimo para una circulación libre es de 1300 vehículos/hora/carril, es decir que en la hora pico existe una saturación en el tráfico de 25% por cada carril, reduciendo considerablemente el nivel de servicio que presenta la vía.

La velocidad con la que se diseña un proyecto debe ser la misma por todo el proyecto, sin embargo, por las condiciones topográficas se puede reducir la velocidad de diseño gradualmente hasta 20 Km/h, esta debe ser progresiva con las respectiva señalización. Por lo tanto la velocidad de diseño adoptada por seguridad vial debe ser de 60 Km/h en el tramo de estudio.

De acuerdo al diseño geométrico vial, uno de los elementos más importantes y que deben ser correctamente diseñados son las curvas del proyecto horizontal y la transición de curvas en el proyecto vertical; así como las distancias de visibilidad,

mismas que proporcionan seguridad y confort al usuario tomando en consideración la velocidad de diseño o de proyecto y cumplimiento con mínimos de diseño.

Realizando un análisis histórico del corredor vial en la zona de estudio, se evidencio que en el año de 1989 el corredor vial Av. Simón Bolívar se aproxima e intercepta al corredor de la Autopista General Rumiñahui, consecuentemente en el año 1996 y 2005 se proyecta el corredor vial Av. Simón Bolívar hacia el nororiente. Por lo tanto el análisis geométrico que muestran las imágenes satelitales históricas, indican un corredor convencional básico con una capacidad e infraestructura vial adecuada a un nivel de servicio con un volumen de tráfico menor al existente.

La capa superficial del pavimento a lo largo de la zona de estudio está afectada en un 90%, lo cual indica un índice de serviciabilidad menor al 1.20 que es el valor mínimo que se debe considerar.

Las señalética tanto horizontal como vertical en el tramo de estudio son deficientes o en muchos de los casos están mal ubicadas y no cumplen con las normativas estándares en cuanto a velocidad y reflectividad.

## **5.2 Recomendaciones**

Para la determinación del TPDA, se disponga de los datos de una estación de contaje permanente, con lo cual permitiría conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales.

Debido a la saturación del 25% de vehículos sobre todo en la hora pico, y de acuerdo a la capacidad de infraestructura vial actual no es posible realizar una

ampliación vial por lo que se recomienda un corredor paralelo a la Av. Simón Bolívar, que parta desde la E35 en el sector de Tambillo, cruce por el puente 5 en la Autopista General Rumiñahui y se conecte a la Ruta Viva, de esta manera mejorar el nivel de servicio de la zona de estudio.

La velocidad de diseño como indica las normas de diseño geométrico MOP 2003, debe ser la misma en todo el proyecto del corredor vial, sobre todo tomando en cuenta los cambios repentinos y bruscos que hay de velocidad en la zona de estudio y luego de haber realizado en análisis respectivo, se recomienda que la velocidad de circulación sea de 60 Km/h a lo largo de todo el trayecto ya que de esta manera tendremos un flujo constante libre que permitirá a los usuarios circular de una manera segura y eficiente.

Se recomendable realizar el estudio de rectificación geométrica vial de las curvas en el proyecto horizontal, de esta manera propender a curvas de transición con radios de giro mayores para que la velocidad de circulación sea la misma a lo largo de todo el trayecto.

Determinado el deterioro de la capa superficial del pavimento, se recomienda la utilización de pavimentos porosos drenantes cuya rugosidad y resistencia son mayores, además reduce considerablemente el hidropilado, y aumenta la capacidad de drenar el agua en condiciones de precipitación extrema.

La señalética tanto horizontal como vertical debe cumplir con las normas INEN y las normas internacionales, de tal manera que brinde la información necesaria y proporcione la sensación de seguridad al conductor.

## Referencias

AASHTO. (1990). *A Policy on geometric design of highways and streets*. Washington, D.C.

Andrade, A. O. (2015). *Memoria tecnica de señalización*. Manabi.

Board\_Transportation\_Research. (2000). *Highway capacity manual*.

Dji. (2017). *Manual de usuario dron phantom4*.

ElComercio. (2016). Accidente en la Av. Simon Bolivar. *El Comercio*.

Hidalgo, R. J. (2017). *Modelaciony rediseño vial de la interseccion Av. Isaac Alberniz y Av. Galo Plaza Lazo*. Sangolqui.

Higuera, C. H. (2015). *Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos*. Colombia.

INEN. (2011). *Señalización vial, parte 1, señalización vertical*. Quito.

INEN. (2011). *Señalización vial, parte 2, señalización horizontal*. Quito.

MOP. (2003). *Normas de diseño geométrico*. Quito.