

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico Automotriz*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LOS  
ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR DEL PERIODO  
2015 AL 2018**

**AUTORES:**

FERNÁNDEZ VÁZQUEZ LUIS ADOLFO  
PESANTEZ PESANTEZ ADRIAN FABRICIO

**TUTOR:**

ING. FABRICIO ESTEBAN ESPINOZA MOLINA MSC.

Cuenca – Ecuador

2019

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Luis Adolfo Fernández Vázquez con documento de identificación N° 0302626361 y Adrian Fabricio Pesantez Pesantez con documento de identificación N° 0106682172, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR DEL PERIODO 2015 AL 2018”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores reservamos los derechos de autores morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2019



Luis Adolfo Fernández Vázquez

C.I. 0302626361



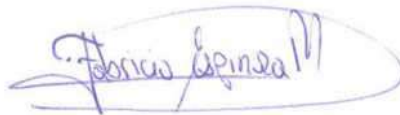
Adrian Fabricio Pesantez Pesantez

C.I. 0106682172

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR DEL PERIODO 2015 AL 2018”**, realizado por Luis Adolfo Fernández Vázquez y Adrian Fabricio Pesantez Pesantez, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2019

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Fabricio Espinoza Molina".

Ing. Fabricio Esteban Espinoza Molina MSc.

C.I. 0301232757

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Luis Adolfo Fernández Vázquez con documento de identificación N° 0302626361 y Adrian Fabricio Pesantez Pesantez con documento de identificación N° 0106682172, autores del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR DEL PERIODO 2015 AL 2018”**, certificamos que el total del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre del 2019



Luis Adolfo Fernández Vázquez

C.I. 0302626361



Adrian Fabricio Pesantez Pesantez

C.I. 0106682172

## **DEDICATORIA**

Este presente proyecto de titulación está dedicado a todos mis familiares quienes de una u otra manera me apoyaron durante todo este camino estudiantil y vida universitaria.

De manera una especial quiero dedicar este proyecto a mis padres Adolfo y Gladys por sus enseñanzas, sus consejos y por nunca dejar que me rinda ante las adversidades, ya que con mucho esfuerzo y trabajo supieron sacarme delante de la mejor manera y hacer que este logro sea posible.

A mis amigos de aula y de vida con quienes compartí momentos y diversas tareas estudiantiles, a Katherine por su motivación, su paciencia y apoyo incondicional en todo momento para continuar superándome.

**Luis**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con mucho cariño a todas aquellas personas que caminan y caminaron junto a mí, apoyándome para que este sueño se haga realidad.

Especialmente va dedicado a Hilda mi mamá, quien con gran esfuerzo y dedicación me inicio en el estudio, luego convirtiéndose en un ángel que desde el cielo guía mis pasos para poder concluir con mis metas propuestas.

A mi papa y mi hermano que aportaron ese granito de confianza; motivo y razón para seguir en adelante.

**Adrian**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero empezar agradeciendo a Dios por brindarme salud y guiarme durante todo mi camino como estudiante, por darme la sabiduría y poder culminar con esta etapa de mi vida, que es mi carrera universitaria.

Así mismo quiero agradecer a tíos, primos y amigos por sus consejos y sus palabras de ánimo y de manera especial quiero agradecer a mis padres y hermanos quienes estuvieron apoyándome de manera incondicional durante mi vida universitaria, ya que creyeron y pusieron su confianza sobre mí para alcanzar este logro, que con mucho esfuerzo y dedicación lo hemos conseguido conjuntamente.

Al Ing. Fabricio Espinoza por su tiempo y paciencia al guiarnos durante todo este proyecto de titulación cumpliendo satisfactoriamente todas las metas.

**Luis**

## **AGRADECIMIENTO**

Muy agradecido con Dios, por permitirme culminar una etapa más de mi vida, lleno de bendiciones. Gracias por la sabiduría y la fortaleza brindada para poder vencer las fuertes pruebas de la vida y culminar con cada meta anhelada.

Agradezco a mi familia, amigos y todos a quienes recuerdo con un gran cariño, en especial a Osmara quien con su amor de madre y apoyo incondicional me ayuda a seguir enfrentándome a cada etapa y sueño propuesto; gracias a todos por la confianza.

Ing. Fabricio gracias por esos conocimientos compartidos, por esa amistad y la confianza de estrecharnos las manos y emprender una conversación. Lcda. Kira muy agradecido con Ud. por los ánimos y el apoyo, de seguir en adelante, eh! terminado mi etapa de vida universitaria.

A todos me es muy grato expresarles mis más sinceros agradecimientos por el apoyo y la amistad.

**Adrian**



## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I-----	1
1 ESTADO DE LA SITUACIÓN ACTUAL REFERENTE A LA SEGURIDAD VIAL DEL ECUADOR.-----	1
1.1 Seguridad vial-----	1
1.1.1 Definición-----	1
1.2 Situación Actual de la Seguridad Vial-----	2
1.3 Enfoques o visiones de seguridad vial-----	3
1.3.1 Visión Cero sueca-----	3
1.3.2 Seguridad Sostenible-----	4
1.3.2.1 Seguridad Sostenible holandesa-----	4
1.4 La seguridad vial a nivel mundial-----	5
1.4.1 Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020-----	5
1.4.1.1 Los 5 pilares del Plan Mundial-----	6
1.4.2 Reporte de seguridad vial a nivel internacional-----	6
1.4.2.1 Datos y cifras-----	6
1.4.3 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible-----	6
1.5 Planes estratégicos de seguridad vial a nivel mundial-----	7
1.5.1 Definición-----	7
1.5.2 Planes estratégicos de seguridad vial del Continente Europeo-----	7
1.5.2.1 Programa de seguridad vial de Austria 2011-2020-----	8
1.5.2.2 Plan de seguridad vial de España 2011-2020-----	11
1.5.2.3 Plan de seguridad vial de Alemania 2011-2020-----	13
1.5.3 Planes estratégicos del Continente Americano de seguridad vial-----	14
1.5.3.1 Programa de Acción Específico de seguridad vial de los Estados Unidos Mexicanos 2013-2018-----	14
1.5.3.2 Plan de nacional de seguridad vial Colombia 2013-2021-----	15
1.5.3.3 Plan estratégico nacional de seguridad vial de Perú PENsv 2017-2021.-----	16
1.5.3.4 Plan de seguridad vial de Ecuador 2013-2020-----	17
1.6 Cuadros resúmenes de los planes estratégicos de seguridad vial-----	18
1.6.1 Cuadro resumen de los planes estratégicos de seguridad vial del Continente Europeo vs Ecuador-----	18
1.6.2 Cuadro resumen de los planes estratégicos de seguridad vial del Continente Americano vs Ecuador-----	20
1.7 Aspectos fundamentales de las guías metodológicas para la elaboración de planes de seguridad vial-----	21
1.7.1 Comparación de los aspectos fundamentales para la elaboración de planes de seguridad vial, con los planes de seguridad vial de los países de América del Sur-----	24
1.8 Fundaciones de seguridad vial en el Ecuador-----	28

1.9	Proyectos de seguridad vial en el Ecuador -----	29
1.9.1	Pacto Nacional por la Seguridad Vial -----	29
1.9.2	Transporte seguro -----	30
1.9.3	Proyecto Pasajero Seguro-----	31
1.9.3.1	Objetivos del proyecto Pasajero Seguro -----	31
CAPÍTULO II-----		32
2	SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO EN ECUADOR DEL PERIODO ENERO 2015 – AGOSTO 2018. -----	32
2.1.1	Definición de siniestros de tránsito -----	32
2.1.2	Definición de accidentes de tránsito-----	32
2.1.3	Fases de los accidentes de tránsito-----	33
2.1.4	Tipos de accidentes de tránsito -----	35
2.1.4.1	Factores de influencia en los accidentes de tránsito-----	35
2.1.5	Clasificación de los accidentes -----	36
2.1.5.1	Accidentes relacionados con el factor humano-----	36
2.1.5.2	Accidentes relacionados con el factor mecánico-----	37
2.2	Matriz de Haddon -----	39
2.3	Base de Datos -----	40
2.3.1	Descripción de la base de datos -----	40
2.3.2	Estudio de la siniestralidad en el Ecuador en el periodo del año 2015 al 2018 --	45
2.3.2.1	Siniestralidad anual de accidentes de tránsito en el periodo 2015 -2018-----	45
2.3.2.2	Fallecidos durante el período enero 2015- diciembre 2018-----	46
2.3.2.3	Accidentabilidad según la región -----	47
2.3.2.1	Accidentabilidad según la zona del accidente -----	47
2.3.2.2	Accidentabilidad según los periodos de tiempo-----	47
2.3.3	Indicadores de seguridad vial -----	50
2.3.3.1	Fallecidos por cada 100.000 personas -----	50
2.3.3.2	Fallecidos por cada 1.000 vehículos-----	51
2.3.3.3	Letalidad por cada 100 accidentes -----	52
2.3.3.4	Accidentes por cada 100.000 habitantes-----	52
2.3.3.5	Accidentes por cada 1.000 vehículos-----	53
CAPÍTULO III -----		54
3	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES MÁS INFLUYENTES EN LA SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR APLICANDO LA METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y ÁRBOLES DE REGRESIÓN. -----	54
3.1	Árboles de clasificación y regresión -----	54
3.1.1	Tipos de variables -----	54
3.1.2	Los Árboles de clasificación -----	55

3.1.2.1	Componentes y construcción del árbol de clasificación-----	55
3.1.3	Los Árboles de Regresión -----	56
3.2	Construcción de los árboles de regresión y clasificación -----	56
PASOS	-----	57
3.2.1	Importancia de las variables-----	57
3.2.1.1	Presentación de la importancia de las variables para el primer grupo de datos llamado Train Data. -----	59
3.2.1.2	Presentación de la importancia de las variables para el segundo grupo de datos llamado Validate Data. -----	60
3.2.2	Cálculo del parámetro de complejidad-----	61
3.2.3	Presentación de la poda del árbol según parámetro de complejidad óptimo.-----	65
3.2.4	Presentación de los árboles de clasificación -----	65
3.2.4.1	Árboles vinculados con la variable factor -----	67
3.2.4.2	Desglose de la variable factor.-----	70
3.2.4.3	Árboles vinculados con la variable factor humano - conductor.-----	70
3.2.4.4	Árboles vinculados con la variable factor humano – peatón.-----	72
3.2.4.5	Árboles vinculados con la variable factor vía. -----	74
CAPÍTULO IV	-----	76
4	ANALISIS DE RESULTADOS Y PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN EN PRO DE LA SEGURIDAD VIAL. -----	76
4.1	Análisis de resultados-----	76
4.2	Planteamiento de líneas estratégicas de actuación en el pro de la seguridad vial -----	77
CAPÍTULO V	-----	81
5	Conclusiones-----	81
6	Recomendaciones-----	82
7	Bibliografía -----	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Infraestructura vial holandesa.....	5
<b>Figura 2.</b> Pilares fundamentales del Plan Mundial.....	6
<b>Figura 3.</b> Las 5 medidas de la movilidad sostenible. ....	11
<b>Figura 4.</b> Modelo del sistema conceptual de seguridad vial.....	16
<b>Figura 5.</b> Siniestralidad vs aspectos del Plan de seguridad vial. ....	28
<b>Figura 6.</b> Kit de seguridad móvil.....	31
<b>Figura 7.</b> Fase de percepción.....	33
<b>Figura 8.</b> Fase de maniobra o decisión.....	34
<b>Figura 9.</b> Fase de conflicto. ....	34
<b>Figura 10.</b> Factores de influencia en accidentes de tránsito. ....	35
<b>Figura 11.</b> Descripción de los factores de influencia en accidentes de tránsito. ....	36
<b>Figura 12.</b> Choque .....	37
<b>Figura 13.</b> Choque frontal o longitudinal.....	37
<b>Figura 14.</b> Choque frontal excéntrico.....	37
<b>Figura 15.</b> Choque lateral perpendicular.....	38
<b>Figura 16.</b> Choque lateral angular.....	38
<b>Figura 17.</b> Choque por alcance.....	38
<b>Figura 18.</b> Choque por alcance.....	39
<b>Figura 19.</b> Rozamiento positivo y negativo .....	39
<b>Figura 20.</b> Siniestralidad vs parque automotor del Ecuador en el periodo enero 2015 – diciembre 2018.....	46
<b>Figura 21.</b> Total, de personas fallecidas en Ecuador en el período enero 2015- diciembre 2018 .....	46
<b>Figura 22.</b> Cantidad de accidentes ocasionados en Ecuador, por región en el periodo enero 2015-agosto 2018 .....	47
<b>Figura 23.</b> Cantidad de accidentes ocasionados en Ecuador, según la zona en el periodo enero 2015-agosto 2018 .....	47
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de accidentes suscitados por mes en el periodo enero 2015-agosto 2018 .....	48
<b>Figura 25.</b> Cantidad de accidentes suscitados en las diferentes semanas del mes en el periodo enero 2015-agosto 2018 .....	48
<b>Figura 26.</b> Cantidad de accidentes según días de la semana en el periodo enero 2015-agosto 2018.....	49
<b>Figura 27.</b> Cantidad de accidentes según las horas del día en el periodo enero 2015-agosto 2018.....	49
<b>Figura 28.</b> Cantidad de accidentes según la clase de siniestro en el periodo enero 2015-agosto 2018.....	50
<b>Figura 29.</b> Fallecidos por cada 100.000 personas en el periodo desde enero 2015 a diciembre 2018 en Ecuador.....	51
<b>Figura 30.</b> Fallecidos por cada 1.000 personas en el periodo enero 2015 – diciembre 2018....	51
<b>Figura 31.</b> Letalidad por cada 100 accidentes en el periodo enero 2015 – diciembre 2018.....	52
<b>Figura 32.</b> Accidentes por cada 100.000 habitantes en el periodo enero 2015 – diciembre 2018 .....	53
<b>Figura 33.</b> Accidentes por cada 1.000 vehículos en el periodo enero 2015 – diciembre 2018 .	53
<b>Figura 34.</b> Ejemplo de árbol.....	56
<b>Figura 35.</b> Esquema de discriminación de variables .....	57
<b>Figura 36.</b> Esquema de construcción y validación del “CART”.....	59

<b>Figura 37.</b> Importancia de las variables para el primer conjunto de datos “Train Data”. Dividido en dos gráficos MDA (Precisión de Disminución Media) y MDG (Disminución de Media de Gini). .....	60
<b>Figura 38.</b> Importancia de las variables para el segundo conjunto de datos “Validate Data”. Dividido en dos gráficos MDA (Precisión de Disminución Media) y MDG (Disminución de Media de Gini). .....	61
<b>Figura 39.</b> Presentación del Cp para el primer conjunto de datos. ....	63
<b>Figura 40</b> Presentación del Cp para el segundo conjunto de datos. ....	64
<b>Figura 41.</b> Árbol podado según el Cp óptimo. ....	65
<b>Figura 42.</b> Árbol Factores vs Hora. ....	69
<b>Figura 43.</b> Árbol Factor vs Clase .....	70
<b>Figura 44.</b> Árbol Factor humano (conductor) vs Hora. ....	71
<b>Figura 45.</b> Árbol Factor humano (conductor) vs Clase. ....	72
<b>Figura 46.</b> Árbol Factor humano (peatón) vs Hora. ....	73
<b>Figura 47.</b> Árbol Factor humano (peatón) vs Clase. ....	73
<b>Figura 48.</b> Árbol Factor Vía vs Hora. ....	74
<b>Figura 49.</b> Árbol Factor vía vs Clase. ....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principios básicos y estratégicos.....	8
<b>Tabla 2.</b> Líneas de acción y sus objetivos.....	9
<b>Tabla 3.</b> Misión de los colectivos y temas clave.....	12
<b>Tabla 4.</b> Áreas y líneas de acción.....	14
<b>Tabla 5.</b> Tabla comparativa de los planes de seguridad vial del Continente Europeo vs Ecuador.....	19
<b>Tabla 6.</b> Tabla comparativa de los planes de seguridad vial Latinoamericanos vs Ecuador.....	20
<b>Tabla 7.</b> Cuadro comparativo de aspectos fundamentales para planes de seguridad vial propuestos por diferentes autores.....	22
<b>Tabla 8.</b> Cuadro comparativo de aspectos fundamentales para planes de seguridad vial de Suramérica.....	26
<b>Tabla 9.</b> Accidentes ocasionados por el factor humano.....	36
<b>Tabla 10.</b> Matriz de Haddon.....	40
<b>Tabla 11.</b> Componentes de la variable Día.....	41
<b>Tabla 12.</b> Componentes de la variable Años.....	41
<b>Tabla 13.</b> Componentes de la variable Fecha.....	42
<b>Tabla 14.</b> Componentes de la variable Mes.....	42
<b>Tabla 15.</b> Componentes de la variable Zona.....	42
<b>Tabla 16.</b> Componentes de la variable Feriado.....	42
<b>Tabla 17.</b> Componentes de la variable Clase de siniestro.....	43
<b>Tabla 18.</b> Componentes de la variable Hora.....	43
<b>Tabla 19.</b> Componentes de la variable Provincia.....	44
<b>Tabla 20.</b> Componentes de la variable Nro. Lesionados.....	44
<b>Tabla 21.</b> Componentes de la variable Vehículos.....	45
<b>Tabla 22.</b> Componentes de la variable Fallecidos.....	45
<b>Tabla 23.</b> Importancia de las variables para el primer conjunto de datos obtenida mediante (RF).....	60
<b>Tabla 24.</b> Importancia de las variables para el segundo conjunto de datos obtenida mediante (RF).....	61
<b>Tabla 25.</b> Cp óptimo y error relativo para el primer conjunto de datos.....	63
<b>Tabla 26.</b> Cp óptimo y error relativo para el segundo conjunto de datos.....	64
<b>Tabla 27.</b> Categorización de la variable CAUSA.....	66
<b>Tabla 28.</b> Subcategorización de la variable CAUSA.....	67
<b>Tabla 29.</b> Valores considerados para las opciones inscritas en la variable de entrada “FACTOR”.....	68
<b>Tabla 30.</b> Estrategias para la causa CDCT.....	78
<b>Tabla 31.</b> Estrategias para la causa CVSLV.....	79
<b>Tabla 32.</b> Estrategias para la causa NRSRT.....	80

## CAPÍTULO I

### 1 ESTADO DE LA SITUACIÓN ACTUAL REFERENTE A LA SEGURIDAD VIAL DEL ECUADOR.

La seguridad vial ha trascendido como tema primordial y el de mayor inquietud a nivel del mundo, debido a la gran cantidad de accidentes y el peligro que estos generan a la salud, por su parte Ecuador conjuntamente con la Agencia Nacional de Tránsito y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas han fijado como objetivo principal reducir las víctimas mortales y lesionados, así como también generar la mitigación de sus consecuencias para los años siguientes, para lograr su objetivo se construye el Plan Estratégico de Seguridad Vial vinculado estrechamente con el Plan Mundial de Seguridad Vial y sus pilares.

#### 1.1 Seguridad vial

##### 1.1.1 Definición

Debido a varias y diferentes definiciones que se le otorga a la “seguridad vial”, se plantea a continuación enunciados que abordan este tema de una mejor manera, brindando así una mejor comprensión en cuanto a la definición de la seguridad vial.

La seguridad vial según él (Instituto de Seguridad Vial de la Fundación MAPFRE, 2009) estudia y pone en manifiesto a las personas sobre los riesgos a los cuales están expuestos cuando se trasladan de un lugar a otro por las redes viales, ya sea por sus propios medios o en vehículos automotor, además realiza diversos análisis para dar solución a estos riesgos y preservar en todo momento la seguridad física y emocional de los individuos que están en circulación.

Según (Machado, 2012) la seguridad vial busca la parcial o total reducción de las consecuencias que conllevan de los accidentes vehiculares a las personas que están involucradas, es por ello que se emplean diversos dispositivos que contribuyan a la seguridad tanto activa como pasiva en los automóviles de transporte terrestre, ya que el factor humano es el primordial eje de la seguridad vial, así como también su responsabilidad, las leyes y reglamentos de tránsito.

Según la (Secretaría de Educación del Meta, 2019) hace relación a la seguridad vial con las acciones, medidas, estrategias y componentes que son utilizadas para que los accidentes de tránsito no se produzcan o a su vez lograr una disminución significativa con la única finalidad de prevenir y asegurar la salud de las personas que hacen uso de las redes viales.

Con lo expuesto anteriormente se puede destacar algunos puntos importantes los cuales serán analizados a continuación.

La seguridad vial en si está vinculada directamente con los siniestros de tránsito causados por los vehículos y los diferentes riesgos a los cuales todas las personas que utilizan las vías terrestres (peatones, conductores, ciclistas y otros), están expuestas cuando se trasladan de un lugar a otro y con el entorno que los rodea.

Además de los accidentes provocados por el tránsito y sus riesgos, la seguridad vial también trata de prevenir y reducir total o parcialmente los mismos, mediante tecnologías, programas, planes, leyes u otras, aplicadas tanto a los peatones, conductores y vehículos, de tal manera que se contribuya también a proteger físicamente y en todo momento a las personas en caso de provocarse un accidente en las vías de circulación.

Por otro lado, todas las personas que hacen uso de las vías de tránsito pertenecen a uno de los factores fundamentales dentro de la seguridad vial y de ellos dependerá si un accidente de tránsito se lleva a cabo, es decir las personas son responsables de sí mismas y de preservar su propia seguridad.

## 1.2 Situación Actual de la Seguridad Vial

Los accidentes originados por el tránsito vehicular se incrementan considerablemente con el pasar del tiempo, por lo que se ha transformado en un inconveniente primordial de salud en el mundo, es por esto que los entes encargados de la seguridad vial a nivel global desarrollan periódicamente medidas, planes, métodos de prevención para que los distintos países puedan poner en marcha y lograr una disminución significativa de este tipo de problemas.

La (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018) menciona que cuyos países de ingresos monetarios medianos y bajos principalmente abarcan la mayor cantidad de lesionados y defunciones ocasionadas por el tráfico vehicular, ya que abarca un porcentaje mayor de víctimas, en comparación con su parque automotor que cada vez es mayor.

Existen diversas causas por las cuales se llevan a cabo los siniestros de tránsito, a continuación, se especificarán las principales.

- **Velocidad:** 46 países establecen límites de velocidad para conseguir mejores prácticas de conducción.
- **Conducción bajo efectos del alcohol:** 45 países cuentan con leyes que establecen límites de alcoholemia.
- **Utilización del casco en motocicletas:** 49 países cuentan con normas para el uso de casco.
- **Utilización del cinturón de seguridad:** 105 países cuentan con leyes que obligan a utilizar el cinturón de seguridad.
- **Utilización de dispositivos de retención infantil:** 33 países cuentan con leyes para el uso de este sistema.
- **Conducción distraída:** 64 países almacenan datos a través de informes policiales o mediante estudios de observación para mitigar los accidentes viales. (OMS, 2018)

Sin duda alguna se puede decir que estas causas son la fuente más probable por las que los accidentes viales se provocan y en las que las organizaciones encargadas de la seguridad vial a nivel mundial deben enfocarse para crear métodos de prevención y disminución.

La gran cantidad de víctimas por accidentes de tránsito son personas vulnerables (peatones, ciclistas, entre otros), es decir que están expuestas a varios peligros dentro de su ambiente, por lo que también existen causas para que estas se lleven a cabo.



Las causas que provocan accidentes de tránsito dentro del entorno de circulación de las personas vulnerables son:

- **Carreteras seguras:** las condiciones de la infraestructura vial deben ser inspeccionadas frecuentemente.
- **Vehículos seguros:** incrementar las normas de seguridad para los vehículos para disminuir el índice de defunciones y lesionados víctimas de un accidente de tránsito.
- **Atención prehospitalaria:** los programas de capacitación en medicina y el servicio las 24 horas en hospitales, clínicas, centros de salud y demás instalaciones disminuirán muertes ocasionadas por los accidentes de tránsito. (OMS, 2018)

Cabe recalcar que no solamente los organismos y entidades que contribuyen con la seguridad vial a nivel mundial tienen la obligación de dar soluciones relacionadas a este tema, por lo que cada país cuenta con su gobierno, los cuales tienen el deber de formar grupos o entes encargadas de la seguridad vial, para así hacer que las leyes, reglamentos, proyectos, normas y otros, establecidos se respeten y se cumplan, contribuyendo así a una mejora continua a nivel mundial.

A demás de ello la industria automotriz se ha empeñado a mejorar la seguridad del vehículo mediante tecnología moderna y nuevos dispositivos aplicados a los diversos sistemas del automóvil, así también las instituciones educativas cumplen un papel fundamental ya que por medio de ellas se incentiva a niños y adolescentes a capacitarse, crear conciencia sobre las consecuencias a las que conlleva los accidentes de tráfico si estos llegaran a ocurrir.

### **1.3 Enfoques o visiones de seguridad vial**

Son documentos que describen el avance de la seguridad vial a largo plazo, dichos avances necesitan de mucho empeño y dedicación por parte de todos los involucrados en la seguridad vial y movilidad terrestre para conseguirlos, de igual manera el tiempo empleado para conseguirlos será amplio, por lo que con ayuda de financiación y compromiso estas visiones serán la base de los propósitos planteados y programas de seguridad vial.

Gracias a la aplicación de estas visiones en algunos países se ha logrado una reducción en cuanto a víctimas y heridos por accidentes de tránsito, por lo que su propósito primordial es cambiar el sistema de tráfico por carretera y transformarlo de tal manera que se elimine y reduzcan los daños físicos inevitables a las personas. (Comisión Europea, 2010)

#### **1.3.1 Visión Cero sueca**

Debido a que Suecia implemento una ideología para mejorar la seguridad vial llamada “visión cero”, se convierte en un país cuya seguridad vial se toma como modelo en la Unión Europea.

Esta visión explora nuevas alternativas para lograr solventar una disminución en cuanto a la cantidad de fallecidos y lesionados víctimas de los sucesos de tráfico a cero, ya que indica que es inaceptable cuando una persona fallece o sufre lesiones y

cuando estas se producen, es por un error humano inevitable por lo cual busca también mejorar la infraestructura de las vías y de los vehículos. (Monclús J. , 2014) (Comisión Europea, 2010)

Enfatizando lo escrito anteriormente, los accidentes se producen por errores humanos, es decir, por actos indebidos o malos comportamiento de las personas en las vías terrestres, concluyendo así que es necesario incentivar a nuevas prácticas y conductas que brinden seguridad en las vías.

La Visión Cero sueca no intenta alcanzar todos sus objetivos en un tiempo determinado, es por ello que está basada en 4 pilares primordiales que son:

- a) **Ética:** Tanto la salud como la vida de las personas son semblantes principales comparado con el flujo vehicular y sus metas.
- b) **Responsabilidad:** Todas las personas que utilizan las vías comparten responsabilidades de la seguridad vial terrestre.
- c) **Seguridad:** Debido a que todos los seres humanos cometen errores, el sistema de transporte vial debe en lo posible minimizar estos errores y sus consecuencias.
- d) **Mecanismos para el cambio:** Todos los usuarios, entes, organismos de control deben respaldar la seguridad de las personas en las redes viales, de igual manera todos deben cooperar para obtener la seguridad vial anhelada. (Monclús J. , 2014)

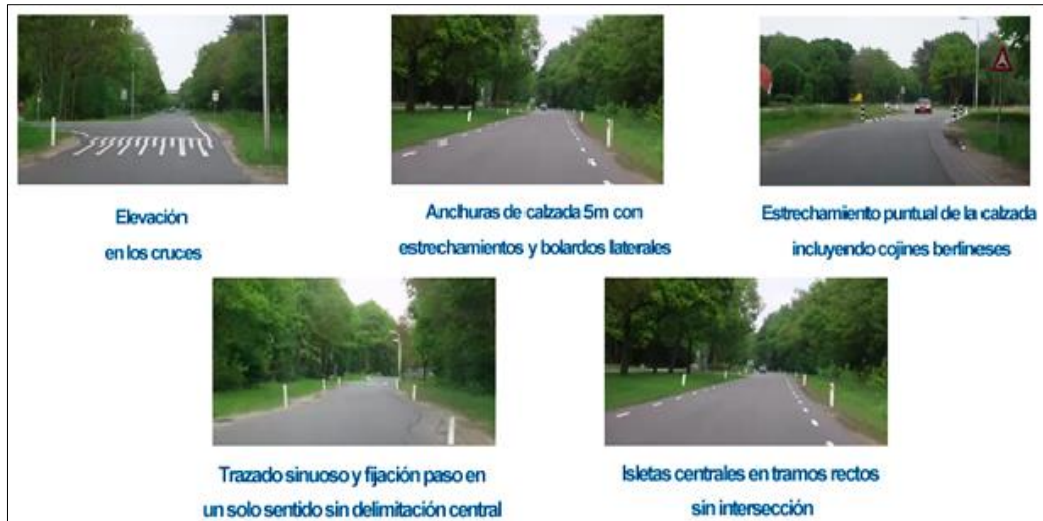
### 1.3.2 Seguridad Sostenible

La seguridad sostenible es un enfoque que tiene lugar en los Países Bajos, por lo que el instituto de investigación científica de seguridad vial (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid [SWOV], 2018) menciona que su propósito es mejorar la seguridad vial evitando defunciones y lesiones en las vías, tomando a los factores humanos como fuentes fundamentales para crear medidas óptimas y rentables ya que de dichas medidas dependerá si el nivel seguridad es alto o bajo.

#### 1.3.2.1 Seguridad Sostenible holandesa

Su primordial punto de acción es en mejoramiento de la infraestructura, con la cual se pueda evitar en lo posible que se produzcan los accidentes o si estos llegaran a suceder las lesiones provocadas a los usuarios deberán ser menores.

La Figura 1 mostrada a continuación hace referencia a la infraestructura vial existente en Los Países Bajos, es decir su señalización, su disposición, su visibilidad, en fin, el sistema de tráfico seguro que genera, con el propósito de facilitar la conducción y promover a la ciudadanía a una correcta conducta dentro de las vías de tránsito.



**Figura 1.** Infraestructura vial holandesa  
**Fuente:** (Equipo Comunicación, 2015)

Complementando lo escrito anteriormente la seguridad sostenible pone como núcleo del sistema vial a los usuarios, es por ello que tanto las vías, vehículos y sus comportamientos al momento de conducir deberán adaptarse a sus condiciones, debido a esto la seguridad sostenible cuenta con 3 pilares.

- Protección a los usuarios vulnerables
- Rediseño y construcción de vías auto explicativas, es decir que su señalización y demás deberá ser óptima para una conducción segura.
- Obtener una adecuada organización de las vías dependiendo de la función para la cual fue creada. (Monclús J. , 2014)

#### 1.4 La seguridad vial a nivel mundial

Una vez que se ha puesto en conocimiento algunos aspectos de seguridad vial, cabe recalcar que las numerosas defunciones y personas lesionadas son provocadas por los diferentes accidentes de tráfico vehicular en el mundo, por tal motivo mundialmente se han creado organizaciones que cumplen con la obligación de buscar el confort de las personas y promover una movilidad segura, así tenemos la Organización de las Naciones Unidas “ONU” cuyo propósito principal es conservar la armonía y bienestar a nivel internacional sin distinción de sexo y raza, la (Organizacion Mundial de la Salud, 2006) “OMS” que son entes principales y las cuales están en capacidad de crear estrategias, planes, convenios, entre otros, que cubran las exigencias de las personas en la mayor parte posible y lograr disminuir el porcentaje de muertes y lesionados ocasionados por accidentes vehiculares. (Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala, s.f.)

##### 1.4.1 Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020

Las Naciones Unidas con la Organización Mundial de la Salud y diferentes grupos de colaboración en beneficio de la seguridad vial en el mes de marzo del año 2010 presentaron el Decenio de Acción para la Seguridad Vial, el cual va del año 2011 al 2020 y tiene el objetivo de servir de guía para tomar medidas y soporte en cuanto a los diferentes planes de acción ejecutados por los gobiernos locales y nacionales; con el objetivo de disminuir las numerosas víctimas ocasionados por los siniestros de tránsito a nivel internacional.(OMS, 2010)

### 1.4.1.1 Los 5 pilares del Plan Mundial

Para conseguir el objetivo planteado en el Plan Mundial de Seguridad Vial 2011-2020, se plantea 5 pilares para el desarrollo sustentable, mismos que en la siguiente Figura 2 se nombran y detallan.

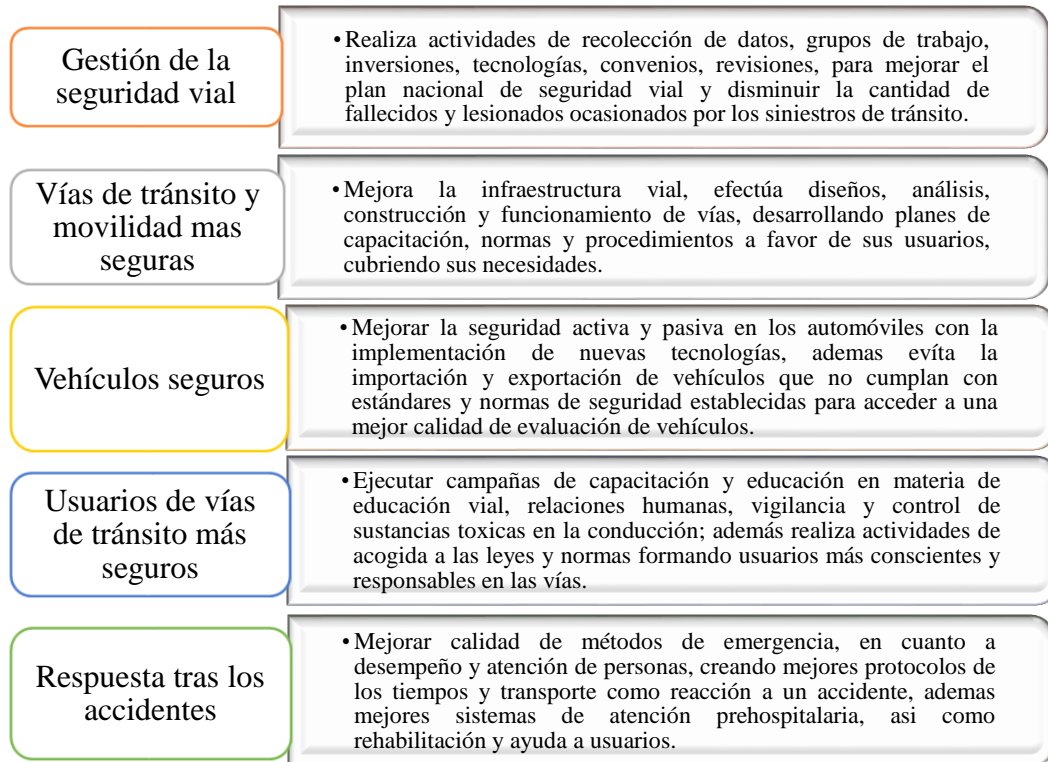


Figura 2. Pilares fundamentales del Plan Mundial

Fuente: (OMS, 2010)

### 1.4.2 Reporte de seguridad vial a nivel internacional

#### 1.4.2.1 Datos y cifras

La cantidad de personas víctimas de los siniestros de tráfico al finalizar un año a nivel mundial son preocupantes ya que se estiman que 1,3 millones de individuos fallecen y por lo menos se registran de 20 a 50 millones de lesionados entre adolescentes y jóvenes de 15 a 29 años de edad, pero sus mayores tasas se registran en los países de economía medianas y bajas con más del 90%, siendo esta una de las causas fundamentales de mortalidad para los peatones, ciclistas y motociclistas, los cuales en la mayoría de los países conforman entre el 1% y 3% del producto nacional bruto, con la reducción de los mismos se pronostica que se generará crecimiento y recursos para una mejor producción. (OMS, 2010)

#### 1.4.3 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Estos Objetivos de Desarrollo Sostenible son también conocidos como ODS, tienen como propósito de desarrollar entornos de vida óptimos a nivel mundial para las futuras generaciones, conjuntamente con sus 17 objetivos y 169 metas garantizaran que tanto el planeta como las personas disfruten de paz y bienestar. (Naciones Unidas, 2019)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible “ODS” son:

- Universales
- Transformadores
- Civilizatorios

Por lo cual se procede a seleccionar los más sobresalientes con sus respectivas finalidades a tomar en cuenta:

- **El objetivo número tres “Salud y bienestar”:** Este objetivo en cuanto se refiere a la salud propone mejorar la atención a las personas en hospitales, centros de salud, clínicas y demás, con el fin de disminuir las principales causas de muertes, además pone en manifiesto la aplicación de tecnologías que brinden un medio ambiente libre de contaminación.

La meta a destacar de este objetivo es la 3.6, la cual propone disminuir en un 50% las defunciones y personas heridas ocasionadas por los siniestros de tráfico en todo el mundo para el año 2020. (Naciones Unidas, 2019)

- **El objetivo número once “Ciudades y comunidades sostenibles”:** De la misma manera este objetivo implica que la seguridad, planificación, sostenibilidad y gestiones urbanas de las numerosas ciudades sean cada vez mejor, ya que debido al constante aumento de la población las ciudades se ven saturadas y por ende sus infraestructuras cada vez se deterioran.

Dentro del objetivo antes mencionado se recalca la meta 11.2 la cual promueve que para el 2030 se dispondrá de una ordenanza de transporte vehicular seguro, cumpliendo las necesidades de las personas vulnerables. (Naciones Unidas, 2019)

## **1.5 Planes estratégicos de seguridad vial a nivel mundial**

### **1.5.1 Definición**

Los Planes de Seguridad Vial “PSV” son documentos que contienen la planificación, estrategias, acciones y medidas aplicables, además detalla las entidades responsables, sus mecanismos de seguimiento y evaluación, todo esto para lograr una mejora en la seguridad vial y la disminución de siniestros de tráfico conjuntamente con el número de fallecidos y lesionados. (Via Segura S.A.S., 2018)

### **1.5.2 Planes estratégicos de seguridad vial del Continente Europeo**

La Unión Europea “UE” y sus Estados miembros, por lo general tienen un comportamiento bien formado y gracias a esto sus planes estratégicos son de gran calidad y aunque no todos los estados cuentan con estos planes de seguridad vial se alienta a los mismos a que desarrollen y creen estrategias que contribuyan al mejoramiento de la seguridad vial en la UE. (Comisión Europea, 2014)

Entre algunos de los planes estratégicos de seguridad vial de los diferentes Estados que forman parte de la UE se mencionan los siguientes.

### 1.5.2.1 Programa de seguridad vial de Austria 2011-2020

Según estadísticas realizadas, en Austria se tiene una de las mayores tasas de flota vehicular ya que se tienen por lo menos 703 vehículos automotor por cada 1000 personas, esto provoca también un alto riesgo de siniestros de tránsito para lo cual este plan de seguridad vial aborda 17 líneas de acción dirigidas al transporte, usuarios y vías con el fin de prosperar en cuanto a la seguridad vial y así estar a nivel de los países líderes de Europa, reduciendo a la mitad las defunciones, en un 40% los traumatismos graves y un 20% los lesionados para el 2020. (Austrian Ministry for Transport Innovation and Technology, 2011)

Este Plan de Seguridad Vial muestra en la Tabla 1 los principios que se tomaron en cuenta para su elaboración.

**Tabla 1.** Principios básicos y estratégicos.

**Fuente:** (Austrian Ministry for Transport Innovation and Technology, 2011)

<b>Principios básicos</b>	<b>Principios estratégicos</b>
El error humano siempre estará presente en los accidentes	Gestión de la seguridad vial en ciudades y municipios
El transporte terrestre debe estar implementado de tal manera que se reduzcan los accidentes	Robustecer la responsabilidad particular
Los usuarios del transporte terrestre son responsables de su seguridad	Educación para la seguridad vial y la movilidad
Los usuarios del transporte terrestre están obligados a compartir responsabilidades, obedecer las reglas y sobrellevar las limitaciones del sistema	Clasificación de las vías
Las medidas de seguridad están dirigidas para lograr los objetivos a largo plazo	Vías intuitivas que perdonen el error humano
Los objetivos de seguridad vial estarán vinculados con objetivos económicos, medioambientales, etc.	Facilidad y destrezas para la seguridad del peatón
La implementación debe tener una evaluación continua para futuras mejoras o correcciones	Movilidad e intermodalidad
	Compromiso en materia de la seguridad vial
	Seguridad vial en planes urbanos y regionales

Para alcanzar una máxima eficiencia en cuanto a la disminución del número de muertes y lesionados este plan presenta en la Tabla 2 las siguientes líneas de acción y sus objetivos.

**Tabla 2.** Líneas de acción y sus objetivos.**Fuente:** (Austrian Ministry for Transport Innovation and Technology, 2011)

<b>Líneas de acción</b>	<b>Objetivos</b>
Campañas de educación vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Educación en la escuela sobre temas de seguridad vial</li> <li>- Formación continua</li> <li>- Campañas de concienciación</li> </ul>
Formación para la conducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación general para el conductor</li> <li>- Prácticas y simulación de conducción</li> <li>- Exámenes de conducir</li> <li>- Segunda fase de educación del conductor</li> <li>- Prácticas de ciclomotores</li> </ul>
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multas</li> <li>- Conductores de alto riesgo</li> <li>- Tecnología de cumplimiento</li> <li>- Cinturón de seguridad</li> <li>- Beber mientras maneja</li> <li>- Drogas, medicina</li> <li>- Velocidad</li> <li>- Manteniendo la distancia</li> <li>- Teléfonos móviles</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Luces</li> </ul>
Niños	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad al ir a la escuela</li> <li>- Habilidad para ciclismo</li> <li>- Sistemas de retención infantil</li> </ul>
Jóvenes usuarios de las vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad al ir a casa</li> <li>- Nuevos enfoques</li> <li>- Programas extracurriculares para jóvenes</li> </ul>
Ancianos usuarios de las vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visibilidad</li> <li>- Conocimiento de las limitaciones cognitivas y fisiológicas</li> </ul>
Peatones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios legislativos</li> <li>- Cruces peatonales</li> <li>- Visibilidad</li> </ul>
Bicicletas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cascos de bicicletas</li> <li>- Visibilidad</li> <li>- Ciclistas mayores de edad</li> <li>- Cambios legislativos</li> </ul>
Motocicletas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamiento de secciones viales propensas a accidentes</li> <li>- Dispositivos de seguridad pasiva</li> <li>- Ropa de protección</li> <li>- Educación y capacitación</li> <li>- Concienciación</li> </ul>

Continúa la Tabla 2.

Líneas de acción	Objetivos
Ciclomotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación</li> <li>- Tuning</li> <li>- Cascos</li> </ul>
Camiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas, directrices y controles</li> <li>- Relaciones públicas</li> <li>- Accesorios para vehículos, reacondicionamiento técnico</li> <li>- Furgonetas y vehículos de mercadería más largos y pesados (gigaliners)</li> </ul>
Pasos a nivel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de accidentes, tratamientos y seguridad</li> <li>- Concienciación</li> <li>- E-call</li> </ul>
Cuidado post accidente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carreteras con altas cargas de tráfico</li> <li>- Lapso de respuesta de los servicios de emergencia</li> <li>- Nivel de calidad nacional en servicios de emergencia</li> <li>- Rescate de vehículos</li> <li>- Primeros auxilios</li> </ul>
Rehabilitación y diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beber mientras conduce</li> <li>- Análisis eficiente</li> </ul>
Infraestructura y telemática en carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de la seguridad de la infraestructura</li> <li>- Secciones de alto riesgo de accidentes</li> <li>- Velocidad</li> <li>- Colisiones con árboles y vida silvestre</li> <li>- Marcas viales</li> <li>- Condiciones de la superficie de la vía</li> <li>- Seguridad en túneles</li> <li>- Manera incorrecta de conducir</li> <li>- Telemática del transporte</li> </ul>
Seguridad y equipamiento de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- E-call</li> <li>- Registro de datos de accidentes</li> <li>- Sistemas de control automático</li> <li>- Equipos auxiliares</li> <li>- Aseguramiento de carga</li> <li>- Sistemas avanzados de asistencia al conductor</li> <li>- Furgonetas</li> <li>- Vehículos eléctricos</li> <li>- Neumáticos</li> <li>- Seguridad de los pasajeros y peatón</li> </ul>
Bases de datos y recopilación de datos de accidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos</li> <li>- Investigación de accidentes</li> <li>- Recopilación de reseñas de accidentes</li> <li>- Encuestas de movilidad</li> <li>- Indicadores de rendimiento y seguridad</li> </ul>



### 1.5.2.2 Plan de seguridad vial de España 2011-2020

En el periodo 2000 – 2009 España redujo en un 53% la cantidad de defunciones gracias a un avance que obtuvieron en la seguridad vial y a una nueva planificación con la Estrategia de Seguridad Vial Europea.

España propone el plan de seguridad vial 2011 - 2020 con nuevas estrategias las cuales permitan lograr los objetivos y retos propuestos, por lo que, para su elaboración, el análisis y la validación de datos se deberá constatar por medio de equipos de trabajo de agentes públicos y privados que los mismos sean verídicos y sostenibles. (Dirección General del Tráfico, 2010)

Uno de las razones primordiales por la que España reduce sus índices de accidentabilidad, es su movilidad sostenible, ya que esta se basa en cinco medidas, las cuales tienen el propósito de brindar seguridad a las personas que circulan y hacen uso las vías.



**Figura 3.** Las 5 medidas de la movilidad sostenible.

**Fuente:** (Dirección General del Tráfico, 2010)

Además de la movilidad segura, España plantea 7 objetivos con los cuales se planea reducir al 50% el índice de víctimas producto de los siniestros de tránsito.

- Mejora de la pedagogía y cultura de las personas que utilizan las vías.
- Corregir el cumplimiento de las políticas de tráfico.
- Mejorar la infraestructura vial.
- Vehículos con modernos dispositivos de seguridad pasiva y activa.
- Mejorar la seguridad vial con nuevas tecnologías.
- Mejorar los servicios de emergencia y cuidado después de accidentes.
- Salvaguardar la vida de los usuarios vulnerables. (Dirección General del Tráfico, 2010)

Otro de los aspectos importantes dentro de este plan de seguridad vial es el planteamiento de una estrategia, sus prioridades y la identificación de colectivos y temas claves, mismos que permiten dar una mayor orientación a la estrategia y plantear medidas adecuadas.

Para lo expuesto anteriormente, la siguiente Tabla 3 permitirá una mejor comprensión.

**Tabla 3.** Misión de los colectivos y temas clave.

**Fuente:** (Dirección General del Tráfico, 2010)

Estrategia	Prioridades	Área de actuación	Misión
Reducir el impacto socio económico de los accidentes de tránsito.	Proteger a los usuarios vulnerables	Niños	Disminuir las diferentes situaciones de riesgos
		Jóvenes	Concientizar sobre los riesgos en la conducción y mejorar su formación
		Adultos mayores	Conservar su relación con el medio ambiente de forma segura
		Peatones	Incorporar derechos y obligaciones
		Ciclistas	Generar su desplazamiento seguro
		Motoristas	Disminuir la siniestralidad de motoristas
		Carretera convencional	Mejorar acorde a las tecnologías y capacidades de los usuarios
		Empresa	Comprometerse con la seguridad vial a través de la responsabilidad social
		Traslado de mercaderías y viajeros	Disminuir los riesgos en las vías de circulación
		Alcohol y drogas	Promover la reducción de ingesta de estas sustancias
	Mejorar los comportamientos en relación al alcohol y velocidad de conducción	Velocidad	Proporcionar una adecuada velocidad para disminuir los riesgos de accidente

Para conseguir lo expuesto en la Tabla 3, se lista las siguientes líneas de acción y la misión que se ejecutara para cada una de ellas.

- **Educación y cultura:** Dirigida a las personas que usan las vías, para el mejoramiento de su comportamiento y responsabilidad.
- **Comunicación:** Transmitir a la población que su compromiso genera una contribución a la seguridad vial.
- **La norma y su desempeño:** Supervisar que los usuarios de las vías cumplan con las normas establecidas.
- **Salud y seguridad vial:** Mejorar la calidad de conducción para así reducir los accidentes de tránsito automovilístico.

- **Seguridad en los vehículos:** Proveer de mejores y nuevos elementos de seguridad a los vehículos.
- **Infraestructura:** Construir carreteras seguras que asistan a los conductores.
- **Zona urbana:** Lograr que los usuarios gocen de una movilidad segura.
- **Empresa y transporte profesional:** Disminuir los riesgos existentes vinculados con el trabajo.
- **Víctimas:** Contribuir con las víctimas de un siniestro de tránsito, después del suceso.
- **Investigación y gestión:** Proporcionar una información de calidad para un mejor aprendizaje en temas de seguridad vial.
- **Coordinación y participación:** Trabajar conjuntamente con las diferentes entidades. (Dirección General del Tráfico, 2010)

### 1.5.2.3 Plan de seguridad vial de Alemania 2011-2020

Este plan de seguridad vial tiene como primordial objetivo lograr una movilidad segura y eficiente que sea social y ecológicamente aceptable, para lograr mitigar el sufrimiento de las personas, y esperar también que el número de defunciones en Alemania reduzcan en un 40% para el año 2020, por lo que de esta manera se estará incentivando a todas las personas a la mejora de la seguridad vial. (Federal Ministry of Transport, Building and Urban development , 2015)

En base a la política de transporte del Gobierno Federal, se trata de generar una movilidad segura para los ciudadanos y amigable con el medio ambiente para reducir la contaminación ambiental.

Por lo dicho anteriormente este programa de seguridad vial tiene los siguientes objetivos:

- **Reforzar firmemente la seguridad vial:** de la conducta de los conductores y peatones depende que ninguna persona ponga en riesgo a terceros.
- **Proporcionar un tránsito sostenible y respetuoso con el entorno:** emplear fuentes de movilidad con energías limpias como los vehículos híbridos y eléctricos.
- **Contribuir con personas de movilidad reducida para en lo posible trasladarse con seguridad y con menos dificultades:** el cambio demográfico en Alemania es uno de los mayores retos para disfrutar de una movilidad segura hasta la vejez.
- **Fomentar una educación de respeto y consideración entre conductores, peatones, ciclistas y motociclistas:** disponer de información relacionada con los sucesos de tránsito, mejores conductas en las rutas y en la conducción ayudan a la seguridad vial.
- **Apoyar a las nuevas tecnológicas en sectores de automoción, seguridad vial y mejorar el transporte a favor de los usuarios:** las redes viales deben mantenerse y adecuarse a la creciente del parque automotor. (Federal Ministry of Transport, Building and Urban development , 2015)

Para llevar a cabo estos objetivos, se presenta en la Tabla 4 las áreas con sus respectivas líneas de acción enfocadas a diversos ámbitos que de alguna manera u

otra contribuirán con la seguridad vial permitiendo así la mejora continua de la misma.

**Tabla 4.** Áreas y líneas de acción.

**Fuente:** (Federal Ministry of Transport, Building and Urban development , 2015)

Área de acción	Líneas de acción
Área de acción de los factores humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niños y personas jóvenes</li> <li>- Conductores jóvenes</li> <li>- Personas mayores</li> <li>- Ciclistas</li> <li>- Motociclistas</li> <li>- Alcohol, medicinas y drogas en el tránsito</li> <li>- Fatiga y distracción en el tráfico vehicular</li> <li>- Heridas y lesiones críticas</li> <li>- Cumplimiento de las normas de circulación</li> </ul>
Área de acción de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caminos rurales</li> <li>- Autopistas</li> <li>- Nuevas tecnologías</li> <li>- Ciclismo</li> </ul>
Área de acción de ingeniería automotriz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automóviles de pasajeros y vehículos comerciales ligeros- seguridad activa y pasiva</li> <li>- Vehículos eléctricos e híbridos</li> <li>- Vehículos de dos ruedas</li> <li>- HGVs (vehículos pesados)</li> </ul>

### 1.5.3 Planes estratégicos del Continente Americano de seguridad vial

#### 1.5.3.1 Programa de Acción Específico de seguridad vial de los Estados Unidos Mexicanos 2013-2018

Los accidentes de tránsito son un riesgo para los mexicanos, ya que en 2012 se registraron 17102 muertes ocasionadas por accidentes de tránsito, por lo que este programa está dirigido a identificar las causas que provocan cada uno de los accidentes y tomar las debidas medidas evitando problemas sociales y económicos para las víctimas, familiares y la ciudadanía en general.

El (Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, 2014) menciona que el incremento continuo de personas lesionadas y fallecidos es uno de los problemas primordiales en este país, por lo que este Programa de Acción Específico (PAE) consta de 5 objetivos los cuales serán descritos, 6 estrategias y 16 líneas de acción, mismos que actúan directamente en los conductores, vías y entorno proporcionando que los accidentes viales disminuyan o en su gran mayoría se prevengan.

- I. Proporcionar datos validados para evitar las lesiones ocasionados por los accidentes:** información sobre la accidentabilidad de tránsito que sea confiable y completa para identificar de mejor manera los principales factores de riesgo y generar que las medidas de acción sean adecuadas.

- II. **Proporcionar una reglamentación de seguridad vial para los accidentes con los primordiales factores de riesgo:** para su cumplimiento se basan en los 6 factores preventivos expuestos por la OMS, con el fin de que el índice de lesionados por accidentes viales sea el menor posible.
- III. **Apoyar al mejoramiento de las conductas de usuarios de las vías para reducir los accidentes ocasionados por el tránsito:** se deben incrementar programas de capacitación para niños, jóvenes y adultos para que su comportamiento sea efectivo, además aplicar las leyes existentes con respecto a la materia y así obtener una disminución de accidentes viales.
- IV. **Promover a las personas a nivel nacional para evitar lesiones provocadas por accidentes de tránsito:** este objetivo lleva a cabo controles policiales de seguridad y operativos que exija a la sociedad a no conducir bajo efectos del alcohol ni sobrepasar la velocidad establecida.
- V. **Regular la atención prehospitalaria:** se dispondrá de mejores tiempos y calidad de atención a lesionados, capacitaciones contantes, manejo de protocolos, instrumentos técnicos y manuales terapéuticos entidades públicas o privadas las cuales llegan al lugar del accidente. (Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, 2014)

#### 1.5.3.2 Plan de nacional de seguridad vial Colombia 2013-2021

Este Plan de Seguridad Vial pone en manifiesto un objetivo claro el cual efectúa acciones con las cuales se reduzca el índice de víctimas fallecidas en un 25% producidos por el tránsito vehicular a nivel nacional para el año 2021, por medio de una organización intersectorial e interinstitucional ordenada, con la finalidad de promover una movilidad segura para la vida humana. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2013)

Además, el (Ministerio de Transporte de Colombia, 2013) en su Plan Nacional de Seguridad Vial 2013-2021 implementado propone 5 pilares estratégicos con sus respectivos programas de ajuste y acciones, los cuales han sido analizados con el fin de contribuir y solventar los problemas de seguridad vial presentes en Colombia, y son descritos a continuación.

- I. **Pilar estratégico gestión institucional:** Con este pilar se logrará cumplir satisfactoriamente con las acciones propuestas que están vinculadas con la seguridad vial.
- II. **Pilar estratégico de conducta humana:** Este pilar está dirigido a mejorar las acciones que toman los usuarios en general, es decir trata de concientizar a la sociedad en temas como conducción bajo efectos del alcohol, comunicación, entre otros.
- III. **Pilar estratégico de cuidado y rehabilitación de accidentados:** Con este pilar se generará un mayor servicio de atención pre hospitalaria y hospitalaria, garantizando que las víctimas de accidentes viales sean

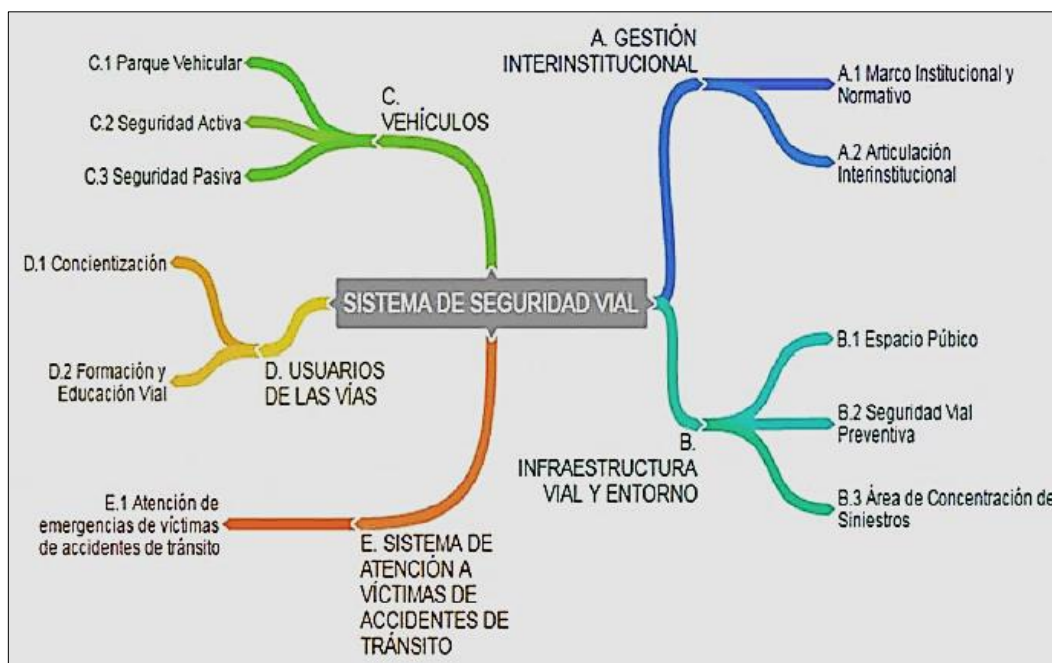
reintegradas a sus condiciones físicas normales en el menor tiempo posible.

- IV. **Pilar estratégico de infraestructura:** Este pilar está dirigido específicamente a todas las personas que hacen uso de las vías, es decir cumplir con la mejora en cuanto a la infraestructura vial de tal forma que la circulación con su medio sea segura.
- V. **Pilar estratégico de vehículos:** El primordial afán de este pilar es disminuir el índice de víctimas y lesionados ocasionados por los accidentes de tráfico, de tal manera que busca mejorar su parque automotor, es decir implementar nuevas tecnologías, revisiones técnico mecánicas y así mejorar en lo posible el transporte seguro de personas. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2013)

### 1.5.3.3 Plan estratégico nacional de seguridad vial de Perú PENsv 2017-2021.

El PENsv 2017-2021 busca salvaguardar la vida y el entorno de los usuarios que hacen uso de las vías, para lo cual propone disminuir un 30% el índice de muertes y personas heridas por cada 1000 habitantes que son consecuencia de accidentes automovilísticos, todo esto para el año 2021, por lo cual busca consolidar a Perú en cuanto a materia de movilidad segura. (Consejo Nacional de Seguridad Vial , 2017)

Añadiendo a lo escrito, la Figura 4 muestra el sistema de seguridad vial, conformada a su vez por sub componentes los cuales contribuirán con la seguridad vial de Perú.



**Figura 4.** Modelo del sistema conceptual de seguridad vial.  
**Fuente:** (Consejo Nacional de Seguridad Vial , 2017)

Cabe recalcar que el (Consejo Nacional de Seguridad Vial , 2017) emite 5 líneas estratégicas en el PENsv, por que contribuyen a disminuir el índice de los accidentes, estas líneas se mencionan a continuación:

- a) **Perfeccionar el mandato de la seguridad vial:** Fomentar nuevas políticas, estrategias, principios que contribuyan a lograr esta línea estratégica.
  - ✓ Fortalecimiento institucional del Consejo Nacional de Seguridad Vial “CNSV” y del método de recopilación de datos de accidentes de tránsito
  - ✓ Implementar el observatorio de seguridad vial
- b) **Mejoramiento de la infraestructura vial:** Se llevará a cabo la reestructuración de vías, diseño, mejoramiento de señalización con el fin de obtener una conducción segura y colaborar con la reducción de los accidentes automovilísticos.
  - ✓ Auditorias de seguridad vial
  - ✓ Realización y puesta en marcha el proyecto de infraestructura y señalización vial, así como también pautas en la regulación urbana
- c) **Mejoramiento de la seguridad en vehículos:** Se ejecutan tareas de revisión vehicular la cual permitirá que el vehículo se encuentre funcionando en óptimas condiciones contribuyendo así con el sistema de movilidad.
  - ✓ Modificación de los centros de inspección técnico vehicular “CITV”
  - ✓ Realización y puesta en marcha del proyecto de retención infantil en vehículos además de elementos y métodos de seguridad vial
- d) **Fortalecer a la ciudadanía en seguridad vial:** Esta línea es relacionada directamente con los usuarios de las vías, la misma que trata de mantener en todo momento intacta la integridad física de las personas.
  - ✓ Construcción y puesta en marcha de: proyectos de regulación de velocidad, conducción en estado de embriaguez, modificación del sistema de entrega de licencias para la conducción
  - ✓ Fortalecimiento y continuidad de: programas de educación vial, construcción de transporte público y transporte de mercancías
  - ✓ Evitar la construcción distraída o desatenta
  - ✓ Proponer nuevas medidas en contra de los conductores infractores reincidentes
  - ✓ Capacitación a conductores de transporte público
  - ✓ Fortificar la normativa que regulariza el comportamiento de los conductores y peatones
  - ✓ Campañas de sensibilización
- e) **Mejorar la atención de emergencias en accidentes de tráfico:** Se implementará un método el cual permita mejorar la atención a las personas víctimas de accidentes, es decir reducir el tiempo de llegada a un siniestro de tránsito, mejores prácticas de primeros auxilios, etc.
  - ✓ Invención y puesta en marcha de: sistemas de atención (rehabilitación y asistencia) inmediata a usuarios productos de un accidente de tránsito
  - ✓ Invención del sistema de ubicación de víctimas de accidentes de tránsito y familiares (Consejo Nacional de Seguridad Vial , 2017)

#### 1.5.3.4 Plan de seguridad vial de Ecuador 2013-2020

Con la visión enfocada en el objetivo de reducir el índice de fallecidos y lesionados graves en un 50% para el año 2020 que son provocados por el tránsito vehicular y salvaguardar la vida de la ciudadanía en general, la ANT conjuntamente con las

instituciones principales encargadas de la seguridad vial elaboran el Plan Estratégico de Seguridad Vial, el cual consta de objetivos fundamentados en los pilares del Plan Mundial de Seguridad Vial para cumplir con su propósito. (Agencia Nacional de Tránsito , 2013)

- **Generar un avance en cuanto a los estudios y proyectos proporcionados por los entes que se encargan de la seguridad vial**
  - Enriquecer conocimientos, estudios y proyectos de seguridad vial.
  - Mantener acuerdos y convenios con organismos locales e internacionales.
  - Ajustar las leyes generadas con la intervención del gobierno.
- **Incremento y mejora de la infraestructura vial.**
  - Poner en marcha proyectos en beneficio de la infraestructura vial generados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas “MTOF”.
  - Hacer cumplir las normas y reglamentos de las infraestructuras viales.
  - Proporcionar avances de conocimientos y nuevas técnicas a los organismos responsables de la infraestructura vial para satisfacer las necesidades de los usuarios
- **Promover tecnologías nuevas que mejoren la seguridad de los vehículos**
  - Verificación continua de los reglamentos de seguridad sobre vehículos construidos a nivel internacional e importados a nivel nacional.
  - Brindar información sobre la seguridad en los vehículos a los compradores.
  - Conseguir mejores costos de importación de vehículos logrando así un parque automotor seguro.
  - Brindar información sobre los peligros de hacer uso de motocicletas.
- **Crear conciencia a los usuarios sobre su comportamiento en las vías terrestres.**
  - Brindar una mejor educación vial a los usuarios de las vías para que cumplan las leyes y normas existentes
  - Capacitar a las personas sobre los riesgos a los cuales están sometidos en las vías terrestres y las acciones que deben tomar para prevenirlas.
- **Proporcionar mejores prácticas de atención a las víctimas de accidentes viales**
  - Mejorar el servicio en los centros de atención, hospitales y demás.
  - Mejorar los tiempos de respuesta tras suscitarse un accidente. (Agencia Nacional de Tránsito , 2013)

## **1.6 Cuadros resúmenes de los planes estratégicos de seguridad vial**

Los siguientes cuadros presentarán una comparación entre los planes estratégicos de seguridad vial del Continente Europeo y Americano vs Ecuador, en la cual se destacarán aspectos positivos y negativos brindando además una perspectiva confiable de sus objetivos, metas, áreas y líneas de acción, fundamentos, etc.

### **1.6.1 Cuadro resumen de los planes estratégicos de seguridad vial del Continente Europeo vs Ecuador**

El Continente Europeo cuenta con planes o programas de seguridad que cada vez exigen que se apliquen mejores medidas y estrategias de seguridad vial, por lo que la Unión Europea tiene tasas bajas de mortalidad por accidentes automovilísticos, a



continuación, en la Tabla 5 se procede a realizar una comparación con el plan de seguridad vial del Ecuador y así obtener una mejor visión de los planes de seguridad vial.

**Tabla 5.** Tabla comparativa de los planes de seguridad vial del Continente Europeo vs Ecuador

Características del Plan	País			
	Austria	España	Alemania	Ecuador
Nombre del plan de seguridad vial	Programa de Seguridad Vial	Plan de Acción de Seguridad Vial (PASV)	Programa de Seguridad Vial	Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV)
Vigencia del plan de seguridad vial	2011-2020	2011-2020	2011-2020	2013-2020
Numero de paginas	124	222	30	110
Meta del plan de seguridad vial	Reducir a la mitad las defunciones, en un 40% los traumatismos graves y un 20% los lesionados para el 2020	Reducción del 50% las muertes y defunciones ocasionadas por accidentes de tránsito para el año 2020	Reducir en un 40% las muertes y defunciones ocasionadas por accidentes de tránsito para el año 2020	Reducir al 50% el índice de fallecidos y lesionados graves para el año 2020, provocados por los accidentes de tránsito
Introducción	Si	Si	Si	Si
Objetivo del plan de seguridad vial	Si	Si	Si	Si
Fundamentos o principios	Si	Si	No especifica	No
Áreas de actuación	No	Si	Si	No
Número de líneas de acción	17	11	17	16
Descripción de las líneas de acción	Si	Si	Si	No
Objetivos de las líneas de acción	Si	Si	No especifica	Si

Con el respectivo análisis se puede determinar que todos los países presentan un plan de seguridad vial con un periodo extenso en cuanto a la vigencia, en caso de Ecuador es de 7 años y contiene medidas de acción para contribuir a la mejora de la seguridad vial basadas en los 5 pilares estratégicos del Plan Mundial, cumpliendo de esta manera con su meta, en el caso de Austria, España y Alemania se tiene un periodo de 9 años pero también presentan sus propias estrategias y medidas de acción con su respectiva descripción en la mayoría de los casos, por lo cual sus índices de mortalidad son un indicador de que tratan de cumplir gran medida con la meta descrita en cada uno de sus planes estratégicos.

Cabe recalcar que los países del Continente Europeo tienen una cultura más respetuosa por lo que hacer cumplir con sus planes de seguridad vial resulta una manera más fácil,

caso contrario Ecuador es un país de bajos ingresos y con un gran parque vehicular por lo que es susceptible en gran parte a que se provoquen los sucesos de tráfico.

### 1.6.2 Cuadro resumen de los planes estratégicos de seguridad vial del Continente Americano vs Ecuador

La Tabla 6 muestra una comparativa realizada entre los planes de seguridad vial de Latinoamérica con el plan de seguridad vial de Ecuador.

**Tabla 6.** Tabla comparativa de los planes de seguridad vial Latinoamericanos vs Ecuador

Características del Plan	País			
	México	Colombia	Perú	Ecuador
Nombre del plan de seguridad vial	Plan de Acción Específico (PAE)	Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV)	Plan Estratégico Nacional de seguridad vial (PENsv)	Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV)
Vigencia del plan de seguridad vial	2013-2018	2013-2021	2017-2021	2013-2020
Metas del plan de seguridad vial	No especifica	Reducir las víctimas mortales en un 25% por hechos de tránsito a nivel nacional para el año 2021	Reducir el 30% el número de muertes y lesionados provocados por los accidentes de tránsito por cada 1000 habitantes para el año 2021	Disminuir al 50% el índice de fallecidos y lesionados graves en un para el año 2020 provocados por los accidentes de tránsito
Numero de paginas	86	130	72	110
Introducción	Si	Si	Si	Si
Objetivo del plan de seguridad vial	Si	Si	Si	Si
Fundamentos o principios	Si	Si	Si	No
Áreas de actuación	No	Si	No	No
Pilares estratégicos	5 objetivos	5	5	5
Número de líneas de acción	16	58	23	16
Descripción de las líneas de acción	No	Si	Si	No

Continúa la Tabla 6.

Características del Plan	País			
	México	Colombia	Perú	Ecuador
Objetivos de las líneas de acción	No	Si	Si	Si
Estrategias	Si	Si	Si	Si

La Tabla 6 muestra que Ecuador, Colombia y Perú basan sus planes estratégicos en los 5 pilares del Plan Mundial, sin embargo, Colombia y Perú presentan metas inferiores al 50 %, pero sin duda alguna sus planes de seguridad vial presentan muchas más líneas de acción que se llevarán a cabo y los beneficios que se obtendrán al aplicar cada una de sus estrategias, por lo cual son considerados como los mejores planes de seguridad vial, tomando en cuenta sus características.

En el caso de México su plan de seguridad vial se encuentra vinculado directamente con metas nacionales y programas de salud vigentes en el país, con las cuales sus objetivos, estrategias y líneas de acción planteadas tienen mayor orientación para cubrir con las necesidades del plan de seguridad vial y cumplir con la disminución de fallecidos y lesionados producto de los siniestros de tránsito.

### **1.7 Aspectos fundamentales de las guías metodológicas para la elaboración de planes de seguridad vial**

Puesto a que se presentan diversos aspectos planteados por diferentes instituciones para crear un plan de seguridad vial se ha procedido a efectuar un cuadro comparativo, cuyo propósito es obtener los aspectos fundamentales y sirva de apoyo para elaborar planes de seguridad vial nacionales.

En la Tabla 7 se enlista los aspectos a considerar para la creación de los planes de seguridad vial, tomados por distintos autores.

**Tabla 7.** Cuadro comparativo de aspectos fundamentales para planes de seguridad vial propuestos por diferentes autores

Aspectos a considerar para la elaboración de la guía metodológica	Autores						Total
	(Ministerio del Transporte, 2015)	(Ibermutuamur, 2015)	(Dirección General del Tráfico, 2011)	(Fundación MAPFRE, 2017)	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2014),	(Monclús J., 2008)	
Apoyo y compromiso político				X		X	2/6
Designación de responsabilidades y funciones		X	X	X		X	4/6
Selección del gestor de movilidad	X	X				X	3/6
Formación de componentes del comité de seguimiento		X		X	X		3/6
Establecer programa de trabajo	X	X					2/6
Campaña de sensibilización		X				X	2/6
Filosofía en relación con la seguridad vial				X		X	2/6
Recopilación de datos de accidentabilidad	X	X	X	X	X	X	6/6
Evaluación de riesgos: accidentes, condiciones reales de conducción, infraestructura, vehículo, factor humano	X	X	X	X	X	X	6/6
Asignar el nivel de exposición al riesgo		X	X				2/6
Definición de objetivos a alcanzar	X	X	X	X		X	5/6
Definición de un plan de actuaciones a revisar: plazos, costos, responsabilidades	X	X		X	X	X	5/6
Implantación de actuaciones acordadas		X			X		2/6

Continúa la Tabla 7

Aspectos a considerar para la elaboración de la guía metodológica	Autores						Total
	(Ministerio del Transporte, 2015)	(Ibermutuamur, 2015)	(Dirección General del Tráfico, 2011)	(Fundación MAPFRE, 2017)	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2014),	(Monclús J., 2008)	
Definir indicadores del plan de seguridad vial		X	X	X		X	4/6
Analizar y evaluar los indicadores establecidos		X	X	X	X	X	5/6
Obtener valor de indicadores	X		X	X		X	4/6
Análisis de resultados	X	X	X	X		X	5/6
Seguimiento del plan	X	X		X	X	X	5/6
Revisión y evaluación del plan		X	X	X	X	X	5/6
Elaboración del contenido del plan de seguridad vial				X		X	2/6
Aplicación de estándares de diseño					X		1/6
Auditorias de seguridad vial					X		1/6
Inclusión de los impactos de seguridad vial					X	X	2/6

Para proceder con la selección de los aspectos más relevantes para la elaboración de la guía metodológica, se procedió a tomar referencias de seis distintos autores y enlistar cada uno de sus aspectos, luego se realizó una comparación de los aspectos enlistados anteriormente con los aspectos propuestos por los autores y a marcar con una “X”, una vez finalizada esta etapa, se contó el total de veces que se repite cada aspecto, seguidamente se procedió a elegir los aspectos con mayor número de repeticiones ya que los mismos serían propuestos por la mayoría de los autores.

Una vez realizado este procedimiento, se enlistan los aspectos más relevantes a tomar en cuenta:

- Designación de responsabilidades y funciones
- Selección del gestor de movilidad
- Formación de componentes del comité de seguimiento
- Recopilación de datos de accidentabilidad
- Evaluación de riesgos: accidentes, condiciones reales de conducción, infraestructura, vehículo, factor humano
- Definición de objetivos a alcanzar
- Definición de un plan de actuaciones a revisar: plazos, costos, responsabilidades
- Definir indicadores del plan de seguridad vial
- Analizar y evaluar indicadores establecidos
- Obtener valor de indicadores
- Análisis de resultados
- Seguimiento del plan
- Revisión y evaluación del plan

### **1.7.1 Comparación de los aspectos fundamentales para la elaboración de planes de seguridad vial, con los planes de seguridad vial de los países de América del Sur**

Las etapas de las guías metodológicas es una estructuración que los distintos planes de seguridad vial contienen, es decir que dichas etapas contienen varios aspectos fundamentales para la creación de guías metodológicas, por lo cual se procede a describir estas etapas.

- a) **Fase previa:** se definen los entes que participarán en este proyecto, los cuales serán encargados de poner en marcha las actividades propuestas para la elaboración del plan de seguridad vial.
- b) **Recopilación de información:** esta etapa propone recoger información referente a la accidentabilidad la cual será útil para la elaboración adecuada de los objetivos. (Ministerio del Transporte, 2015)
- c) **Evaluación de riesgos:** cumple la misión de ejecutar tareas clave en cada uno de los riesgos de accidentes identificados en la fase anterior.
- d) **Establecimiento de objetivos y plan de actuación:** basados en la recopilación de información se plantean los objetivos los cuales deben ser alcanzables, además se propondrá actuaciones para lograr que los objetivos se cumplan. (Ibermutuamur, 2015)

- e) **Implementación del plan:** los responsables de llevar a cabo el plan de seguridad vial deben verificar que los puntos descritos anteriormente sean los adecuados para poner en marcha el análisis, evaluación y análisis de indicadores preestablecidos. (Dirección General del Tráfico, 2011)
- f) **Gestión y seguimiento del plan:** es necesario contar con esta fase de forma periódica para así proponer el mejoramiento de las medidas tomadas para la elaboración del plan, así como también la mejora continua de la seguridad vial. (Ibermutuamur, 2015)

Estas etapas permitirán que la creación de los PSV sea eficaz y que la disminución de siniestralidad de tránsito sea la mayor posible.

Para tener una visión general de cómo están estructurados metodológicamente los diferentes planes de seguridad vial de Suramérica, se procedió a realizar la siguiente Tabla 8, el cual muestra que países cumplen con la totalidad o en su caso con la mayoría de los aspectos fundamentales que un plan de seguridad vial debe estar constituido.

**Tabla 8.** Cuadro comparativo de aspectos fundamentales para planes de seguridad vial de Suramérica

Etapas de las guías metodológicas	Aspectos fundamentales de las guías metodológicas	Planes de seguridad vial									
		Ecuador	Colombia	Perú	Uruguay	Paraguay	Bolivia	Venezuela	Argentina	Brasil	Chile
	Asignación de responsabilidades y funciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fase previa	Selección del gestor de movilidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Formación de componentes del comité de seguimiento		X								
Recopilación de información	Recopilación de datos de accidentabilidad	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Evaluación de riesgos	Accidentes, condiciones reales de conducción, relacionados con la infraestructura, vehículo y factor humano	X	X	X	X	X	X		X	X	X
	Definición de objetivos a alcanzar	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Establecimiento de objetivos y plan de actuación	Definición de un plan de actuaciones a revisar: plazos, costos, responsabilidades	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Definir indicadores del plan de seguridad vial	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Implementación del plan	Analizar y evaluar los indicadores establecidos		X	X	X		X		X		X
	Obtener valor de indicadores	X	X				X				



Continúa la Tabla 8

Etapas de las guías metodológicas	Aspectos fundamentales de las guías metodológicas	Planes de seguridad vial									
		Ecuador	Colombia	Perú	Uruguay	Paraguay	Bolivia	Venezuela	Argentina	Brasil	Chile
	Análisis de resultados			X	X				X		X
Gestión y seguimiento del plan	Seguimiento del plan	X	X	X		X	X	X	X		X
	Revisión y evaluación del plan		X	X	X	X	X		X	X	X
	Total de aspectos	9/13	11/13	10/13	10/13	9/13	11/13	6/13	11/13	8/13	11/13

Según la Tabla 8 los países de Suramérica no cumplen con la totalidad de los aspectos principales para creación de los planes de seguridad vial, sin embargo, algunos de ellos cumplen con la mayoría de los mismos, por lo que se puede decir que sus planes de seguridad vial cumplirán en gran medida con lo recomendado en las guías metodológicas.

En caso particular nuestro país Ecuador tiene una puntuación 9/13, lo que quiere decir que la estructuración del plan de seguridad vial es satisfactoria, sin embargo una de las debilidades de este plan es que no presenta revisiones y evaluaciones periódicas, por lo cual no se estaría contribuyendo a la mejora continua del plan, ya que los objetivos, metas y demás no tendrían cambios para los siguientes años de actividad del plan, lo que generaría un incremento en cuanto a los índices de accidentabilidad en el país.

A continuación, se presenta gráficamente, la comparación entre la siniestralidad de tránsito de cada país, con la puntuación obtenida en los PSV.

En la Figura 5 se puede observar que Chile, Perú y Uruguay son los países líderes en cuanto a menor índices de fallecidos por cada 100.000 habitantes, se puede considerar que sus planes nacionales de seguridad vial son uno de los elementos principales para lograr dichos índices, al igual que Argentina, Bolivia y Colombia que logran obtener un puntaje de 11/13 en cuanto a planes de seguridad vial sin embargo sus índices de fallecidos por cada 100.000 habitantes supera los 14%, no obstante en el caso de Brasil, Ecuador, Paraguay y Venezuela superan los 19% de fallecidos por cada 100.000 habitantes y obtienen una puntuación entre 6/13 a 9/13 en cuanto al plan de seguridad vigente, concluyendo así que una buena estructuración del plan de seguridad vial no es un indicador esencial para asegurar que sus índices de siniestralidad disminuyan.

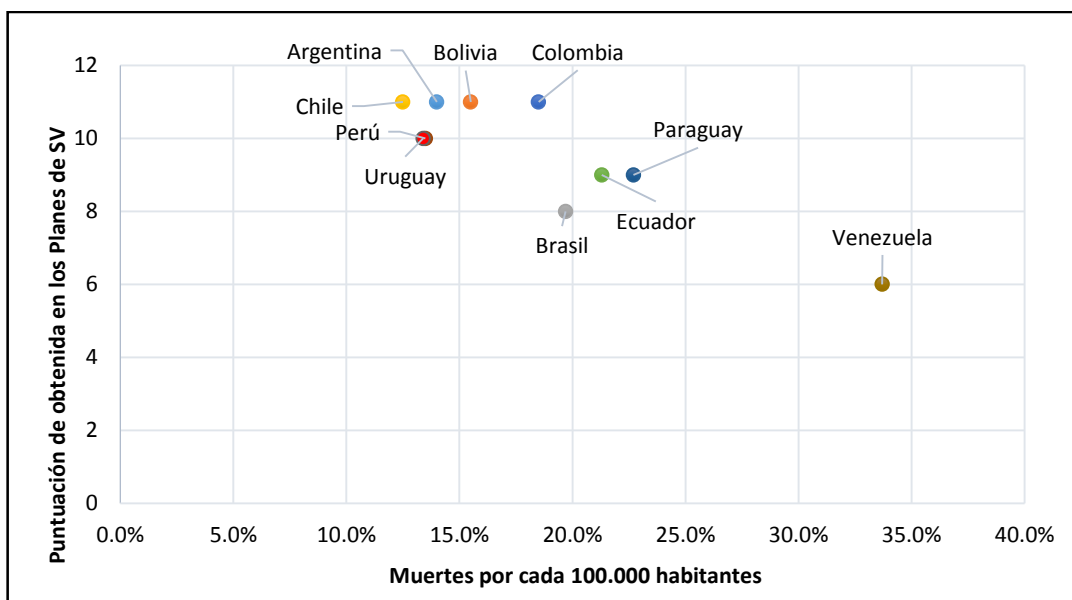


Figura 5. Siniestralidad vs aspectos del Plan de seguridad vial.

## 1.8 Fundaciones de seguridad vial en el Ecuador

Con la finalidad establecer conciencia y responsabilidad a la ciudadanía en general y crear mejores comportamientos en las vías, así como también mejores prácticas en la conducción, se han establecido diferentes fundaciones de seguridad vial en el Ecuador.

Entre las fundaciones existentes en Ecuador se encuentran las siguientes:

- **Justicia vial y Civial:** Indican que las condiciones viales, climatológicas, daños del vehículo, entre otros, provocan un 4% de los accidentes de tránsito, ya que el 96% de los mismos es provocado por los diferentes factores de las personas. (El Universo, 2014)
- **Nicole Paredes – CAVAT:** Conducir a exceso de velocidad o distraídos causa aproximadamente 360 accidentes al día, en personas de 0 a 14 años, es decir cada 4 minutos un niño muere o sufre lesiones graves en alguna parte del mundo. (Fundación CAVAT - Nicole Paredes, 2019)
- **Corazones azules:** En Ecuador 1967 personas fallecen como producto de los siniestros de tránsito, debido a que el parque automotor se incrementa de 8 a 10% cada año y a su vez también incrementa los accidentes de tráfico, provocando un costo del 3% del Producto Interno Bruto “PIB” al año. (Fundación Corazones Azules, 2019)
- **Karuna – Corazones en el cielo:** Los siniestros de tránsito ocasionados por la conducción desatenta abarcan más del 50% de los accidentes ocasionados, mientras que el 10% es causado por conducir bajo los efectos de sustancias estupefacientes como el alcohol, debido a esto, la fundación Karuna incentiva a hacer conciencia sobre los accidentes, métodos de prevención y reducción de los mismos. (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2018)

Estas fundaciones contribuirán con los entes encargados de la movilidad del país en cuanto a educación vial y accidentes de tránsito viales, además brindarán apoyo moral, psicológico y espiritual a personas que sufren accidentes de tránsito, sin fines de lucro, con el propósito de contribuir a la disminución de fatalidades y lesionados existentes en el país. (Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas Contra la Violencia Vial, 2019)

## 1.9 Proyectos de seguridad vial en el Ecuador

### 1.9.1 Pacto Nacional por la Seguridad Vial

Inicialmente el Pacto Nacional trata de inducir a toda la ciudadanía una mejor cultura en cuanto a seguridad vial, con el fin de formar parte del Plan Nacional de Seguridad Vial y conjuntamente con los sectores público y privado aplicar estrategias de prevención evitando pérdidas humanas es por ello que se determinan líneas de acción que están sujetas a los cinco pilares. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017)

#### a) Gestión de la seguridad vial-institucional

Su objetivo está dirigido al sector del Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial y contiene las siguientes líneas de acción:

- Motivar y mantener involucrados a los actores implicados en todas las etapas del plan.
- Inducir reformas de ley, reglamentos, estrategias y planes en general.
- Promover la educación vial.
- Promover auditorías a organismos de control.

#### b) Vías de Transito más Seguras

Propone efectuar mejoras en cuanto a infraestructura vial.

- Mejorar Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) para que se conecte con el Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV).
- Generar mejoras a las auditorías de seguridad vial generando información necesaria para la toma de decisiones.
- Hacer cumplir el marco legal vigente.
- Valorar la infraestructura existente tanto para peatones como para ciclistas.

**c) Vehículos más seguros**

Su objetivo es el mismo que para el pilar 1, es decir que fortalece la gestión institucional del sector del Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

- Proporcionar mejores controles de seguridad en cuanto al ingreso de vehículos al país para mejorar la normativa nacional.
- Promover mejores reglamentos mediante inspecciones físicas de elementos de seguridad, procesos de revisión vehicular y evaluación psicológica para otorgar licencias de conducción.

**d) Usuarios de vías más seguras**

Promueve a mejores conductas por parte de los usuarios de las vías.

- Generar un ranking de escuelas de conducción tanto profesionales como no profesionales para mejorar la educación.
- Calificar por puntos el sistema de licencias.

**e) Respuesta tras accidentes de tránsito**

Su objetivo pretende brindar un mejor cuidado a las personas involucradas en accidentes de tráfico.

- Estructurar mejores prácticas de cuidado y recuperación de usuarios involucrados en accidentes viales.
- Aumentar y efectuar un oportuno y óptimo cuidado de usuarios productos de los accidentes. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017)

**1.9.2 Transporte seguro**

Su objetivo es contribuir de manera continua con la seguridad vial y ciudadana, mediante la reducción de índices delincuenciales y fortalecimiento de los derechos inherentes de los seres humanos principalmente de todas aquellas personas que hacen uso del transporte terrestre, este proyecto denominado Transporte Seguro fue implementado por la Agencia Nacional de Tránsito y es coordinado por el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911, para que conjuntamente se encarguen de monitorear, optimizar y controlar el tránsito y transporte con sus respectivas rutas de circulación. (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

Para este proyecto es necesario la implementación de un kit de seguridad móvil el cual permitirá conocer la ubicación de los vehículos y posteriormente tomar las medidas de

actuación necesarias, dependiendo del tipo de vehículo (taxi o bus) este kit de seguridad presenta variaciones en cuanto a sus elementos.



**Figura 6.** Kit de seguridad móvil.

**Fuente:** (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

El proyecto Transporte Seguro será utilizado para:

- **Transito:** El GPS debe informar en todo momento la ubicación geo referenciada y la velocidad que el vehículo mantenga cuando este en movimiento.
- **Seguridad ciudadana:** los equipos grabaran todo lo que suceda, siempre y cuando el vehículo este encendido, al pulsar el botón de auxilio este sistema (ubicación, audio, video y velocidad) serán enviadas al ECU 911 al instante para que a su vez tomen las medidas necesarias. (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

### 1.9.3 Proyecto Pasajero Seguro

Este proyecto también está dirigido a contribuir con la seguridad vial, así como también la calidad del servicio de transporte público, llevando a cabo evaluaciones del servicio a las compañías y cooperativas prestadoras de este tipo de servicio, por lo que también realiza reconocimientos a las mejores prácticas, puesto que los organismos internacionales brindan su apoyo. (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

#### 1.9.3.1 Objetivos del proyecto Pasajero Seguro

- Compensar a las operadoras que contribuyen al mejoramiento de la movilidad segura de transporte de pasajeros Inter e Intraprovincial en país.
- Mejorar el servicio y la movilidad segura por medio de capacitaciones (Agencia Nacional de Tránsito, 2019)

## CAPÍTULO II

### 2 SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO EN ECUADOR DEL PERIODO ENERO 2015 – AGOSTO 2018.

La siniestralidad de tránsito en Ecuador se ha convertido en un reto a superar para todas las entidades y organismos reguladores del tránsito, transporte y seguridad vial del país, puesto que según la (OMS, 2018) en el último informe de seguridad vial emitido, Ecuador ocupa el tercer lugar de Suramérica, con mayor número de mortalidad por cada 100.000 habitantes, por tal motivo dichas entidades y organismos establecieron un formato único de recopilación de datos la cual permite a la ANT realizar análisis estadísticos más concretos de los accidentes de tránsito.

Por lo tanto, en este capítulo se estudia la siniestralidad de tránsito en Ecuador, iniciando con conceptos generales que permitan comprender de mejor manera el entendimiento del estudio, posteriormente se caracterizó las variables más importantes de la base de datos del periodo enero 2015 - agosto 2018, permitiendo de esta manera finalizar con un análisis factible de la información concerniente a los accidentes de tránsito.

#### 2.1.1 Definición de siniestros de tránsito

Según la (Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas contra la Violencia Vial, 2016) se define a un siniestro de tránsito como un evento imprevisto, con repercusiones violentas, traumáticas que en ciertos casos es incontrolable para el ser humano y como consecuencia causa daños a personas, es considerado como un siniestro de tránsito, mismo que en la mayoría de los casos es evitable.

Según él (Observatorio Iberoamericano de Seguridad vial [OISEVI], 2019) se le considera un siniestro de tránsito a cualquier suceso de tránsito producido en las vías públicas, en el cual se encuentre involucrado por lo menos un vehículo en circulación y que tenga como consecuencias daños materiales y a personas en general.

Con lo mencionado anteriormente los siniestros de tránsito son ocasionados bajo situaciones controlables por el ser humano (maniobras, toma de decisiones, entre otras), como consecuencias de circulación vehicular, debido a esto un siniestro de tránsito tiene altas posibilidades de evitabilidad.

#### 2.1.2 Definición de accidentes de tránsito

Un accidente de tráfico aborda diferentes definiciones, por lo que a continuación se presentan algunas definiciones para después realizar un análisis de las mismas.

Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT, 2012) define un accidente de tránsito como un suceso involuntario, que incita a ocasionar accidentes de tránsito y como resultados de estas existen pérdidas humanas, daños tanto en los vehículos como en la infraestructura vial y por lo general suceden en diversos lugares de las vías ya sean de uso público o privado.

El (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INERGI], 2016) de México define a un accidente de tránsito como un contratiempo vial imprevisto, provocados ordinariamente por condiciones y actos de irresponsabilidad por parte de los usuarios de las vías, fallas mecánicas de los vehículos, condiciones climatológicas, mal estado de vías y señales de tránsito, que dan como resultado la pérdida de vidas humanas o

lesiones graves, así también como daños materiales o consecuencias físicas y psicológicas a terceras personas.

El (Ministerio de Transporte, 2002) de Colombia define a un accidente de tránsito como un acontecimiento totalmente involuntario, ocasionados por los vehículos en movimiento dando como efecto, perjuicios a personas y demás implicados en un siniestro de tránsito, afectando también al tránsito fluido de los vehículos y peatones que se encuentran alrededor.

Es importante destacar que cada una de las definiciones escritas anteriormente, indican que un accidente de tránsito es producido de manera inesperada o involuntaria, es decir que los conductores de un vehículo o usuarios de las vías desconocen sus razones, el cuándo y cómo va a suceder, sin embargo, los entes encargados de la movilidad de tránsito contribuyen para que estos sucesos se eviten en su gran mayoría.

Por otra parte, dichos siniestros de tránsito generan en las personas daños en su salud, es decir lesiones (leves, graves), daños mentales (psicológicos) y en algunos casos la muerte, además de ello también ocasionan perjuicios materiales en los vehículos y en cuanto a infraestructura vial, mismas que tienen como resultado pérdidas económicas para la sociedad en general.

### 2.1.3 Fases de los accidentes de tránsito

Sin duda alguna los diversos accidentes que tienen suceso en las vías están compuestos por fases, que al seguir una serie de pasos consiguen como resultado un accidente de tránsito, además estos suceden en fracciones de segundos y lugares diferentes, por lo que llevan a tomar a las personas que usan las vías (conductores, peatones, ciclistas, entre otros), diversas acciones o decisiones las cuales pueden ser correctas o incorrectas.

Para que un accidente se lleve a cabo, deben transcurrir 3 fases las cuales se enumeran y describen a continuación.

- a) **Fase de Percepción:** esta fase se indica en la Figura 7 e inicia cuando los usuarios de las vías perciben un peligro o riesgo en la vía por la cual circulan, por lo general está compuesta por dos puntos de percepción. (Educavial, 2015)



**Figura 7.** Fase de percepción.  
**Fuente:** (Educavial, 2015)

- **Punto de percepción posible (PPP):** este punto se lleva a cabo conjuntamente con el punto de percepción real (PPR) o instantes previos del mismo, además el conductor o peatón estaría en la capacidad de anticiparse al riesgo o peligro de un

accidente, siendo un punto objetivo y que depende de las características de la carretera, del vehículo y del conductor o usuario.

- **Punto de percepción real (PPR):** punto en el que el conductor o peatón observa que está a instantes de tener o producir un accidente, por tal motivo se dice que este punto es subjetivo, es decir, que es diferente en cada persona y además afecta a las capacidades físicas y psicológicas del conductor. (Tormo, 2011) (Jiménez García, 2019)

- b) **Fase de Maniobra o decisión:** en esta fase muestra en la Figura 8, tiene lugar el momento en que los usuarios de las vías reaccionan ante dicho peligro o riesgo, tomando la decisión de maniobrar para evitar el accidente, esta fase no existe en algunos casos debido a la rapidez con la que el accidente ocurre. (Tormo, 2011) (Jiménez García, 2019)



**Figura 8.** Fase de maniobra o decisión.  
**Fuente:** (Educavial, 2015)

Dentro de esta fase se distinguen los siguientes puntos y áreas.

- **Punto de decisión:** instante en el que el conductor o peatón deciden la maniobra que llevarán a cabo para evitar el accidente.
- **Punto clave:** instante en el que el accidente es inevitable. (Tormo, 2011)
- **Área de maniobra:** trayecto que describe el automóvil desde el punto de decisión hasta que se produzca o no el choque. (Jiménez García, 2019)

- c) **Fase de Conflicto:** es la fase final en donde se produce el accidente de tránsito y se presenta en la Figura 9. (Educavial, 2015)



**Figura 9.** Fase de conflicto.  
**Fuente:** (Educavial, 2015)

Esta fase comprende los siguientes aspectos:

- **Zona de conflicto:** lugar con mayor probabilidad para que se produzca el accidente.
- **Punto de conflicto:** lugar en donde se produce el accidente. (Tormo, 2011)
- **Posición final:** posición en la que los implicados en el suceso toman al final del accidente. (Jiménez García, 2019)



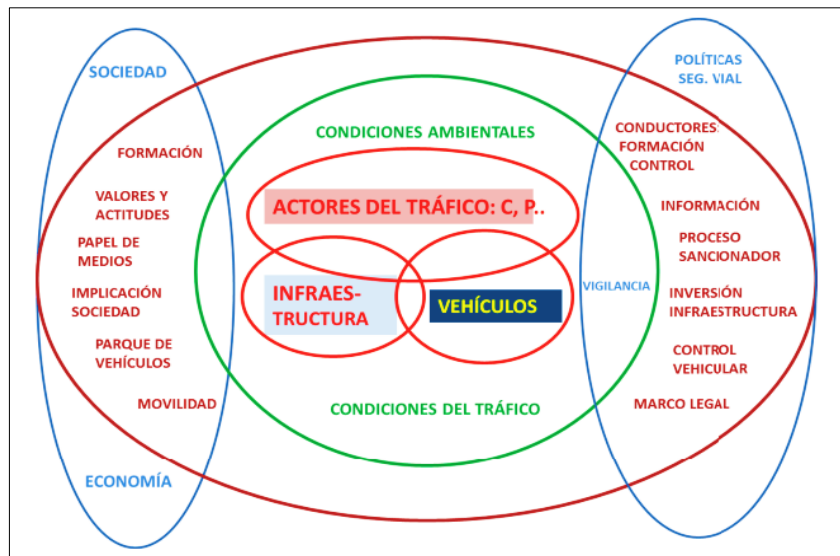
## 2.1.4 Tipos de accidentes de tránsito

Puesto que un accidente se genera de manera involuntaria es improbable que los organismos encargados de la seguridad vial conozcan los daños, causas y consecuencias del mismo, además de esto, se sabe que no todos los accidentes ocurren bajo las mismas circunstancias y condiciones, por lo que existe varios tipos de accidentes de tránsito.

### 2.1.4.1 Factores de influencia en los accidentes de tránsito

Cuando se produce un accidente de tráfico en un lugar y tiempo determinado, no solamente se deben tomar en cuenta a las condiciones relacionadas directamente con dicho accidente, ya que existen otros factores de diferente naturaleza vinculados a las vías, conductores, vehículos, infraestructura y circunstancias medioambientales, estas pueden ser: condiciones socio económicas, legislativas, etc. (Aparicio Izquierdo, 2011)

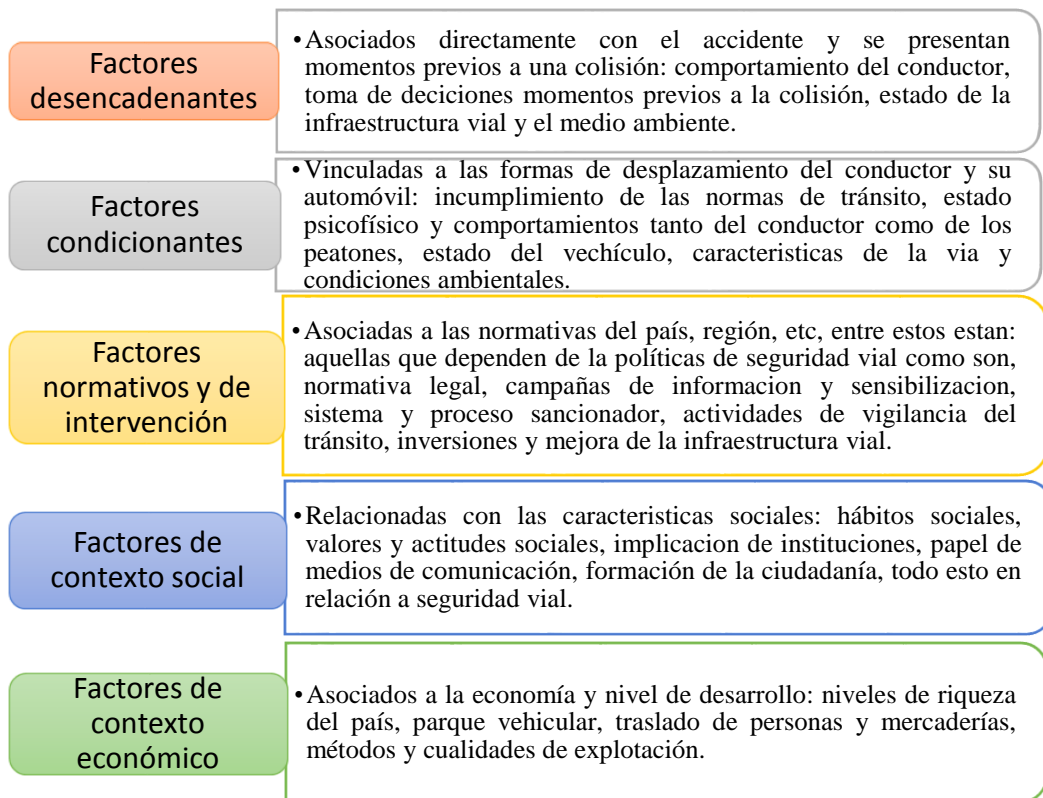
En la Figura 10 se observa que la parte central muestra los factores con mayor relación de implicación en los accidentes, mientras que en su parte externa se encuentran las de menor ocurrencia.



**Figura 10.** Factores de influencia en accidentes de tránsito.

**Fuente:** (Aparicio Izquierdo, 2011)

Debido a la variedad de factores existentes, se procede a realizar una agrupación de los mismos, la Figura 11 muestra 5 diferentes agrupaciones y su descripción.



**Figura 11.** Descripción de los factores de influencia en accidentes de tránsito.  
**Fuente:** (Aparicio Izquierdo, 2011)

### 2.1.5 Clasificación de los accidentes

Dado a las numerables circunstancias por las que ocurren los accidentes, es necesario que se clasifiquen de acuerdo a dos factores primordiales que actúan en los accidentes de tránsito. Asociados

#### 2.1.5.1 Accidentes relacionados con el factor humano

**Tabla 9.** Accidentes ocasionados por el factor humano  
**Fuente:** (González & Ordóñez, 2014)

Atropello	Arrollamiento	Caída de pasajeros
Ocurre cuando una persona es golpeada físicamente por un vehículo que circula por la vía.	Ocurre cuando las ruedas del vehículo pasan sobre el cuerpo de una persona.	Ocurre cuando un pasajero sufre un desequilibrio y es arrojado fuera del vehículo.



### 2.1.5.2 Accidentes relacionados con el factor mecánico

El factor mecánico puede originar los siguientes tipos de accidentes:

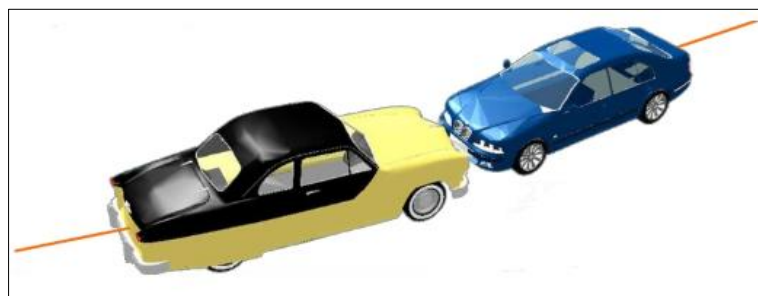
- a) **Choque:** se produce cuando uno o más vehículos se impactan entre sí o con objetos que componen la vía, ver Figura 12, esta a su vez tienen una subdivisión. (Castro, Jurado, Tómalala, Caguana, & Rosales, 2014)



**Figura 12.** Choque

**Fuente:** (Castro, Jurado, Tómalala, Caguana, & Rosales, 2014)

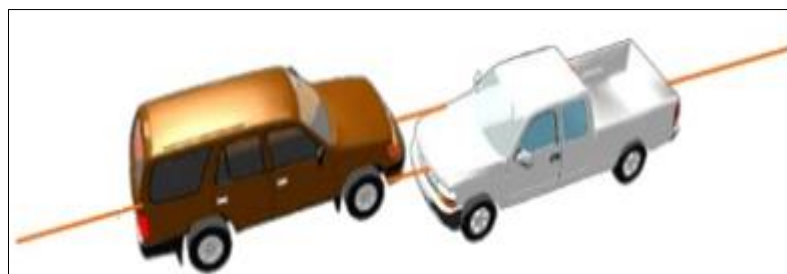
- **Choque frontal:** se lo puede observar en la Figura 13, es conocido también como choque longitudinal ya que en el momento del impacto sus ejes longitudinales coinciden. (González & Ordóñez, 2014)



**Figura 13.** Choque frontal o longitudinal

**Fuente:** (Cesvi Colombia, 2014)

- **Choque frontal excéntrico:** ocurren generalmente cuando se realiza un cambio de carril y ejes longitudinales son paralelos, pero no coinciden, este tipo de accidente se muestra en la Figura 14.



**Figura 14.** Choque frontal excéntrico

**Fuente:** (Cesvi Colombia, 2014)

- **Choque lateral perpendicular:** en la Figura 15 se observa que los ejes longitudinales de los vehículos forman 90 grados al momento de la colisión.



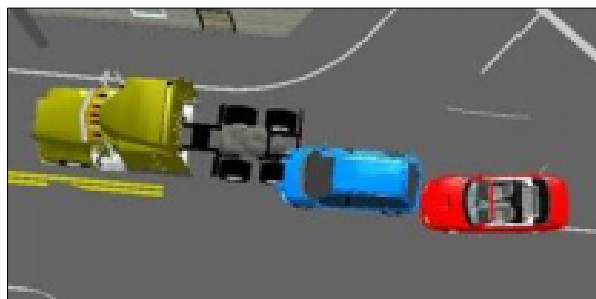
**Figura 15.** Choque lateral perpendicular  
**Fuente:** (Cesvi Colombia, 2014)

- **Choque lateral angular:** en la Figura 16 se muestra que los ejes longitudinales de los automóviles generan un ángulo diferente a 90 grados. (Cesvi Colombia, 2014)



**Figura 16.** Choque lateral angular  
**Fuente:** (Cesvi Colombia, 2014)

- **Choque por alcance:** generalmente se provoca por no conservar la distancia de frenado y el vehículo que se encuentra en la parte posterior, así lo indica la Figura 17 y como consecuencia de esto el vehículo posterior se impacta con el vehículo delantero. (González & Ordóñez, 2014)



**Figura 17.** Choque por alcance  
**Fuente:** (González & Ordóñez, 2014)

b) **Volcamiento:** se puede observar en la Figura 18 que tanto el vehículo como los neumáticos pierden posición y coeficiente de fricción respectivamente sobre la vía. (Ramírez, 2013)

- **Volcamiento lateral:** el vehículo tiene una posición lateral luego de un accidente y en varias ocasiones se produce por la velocidad del vehículo.
- **Volcamiento longitudinal:** llamada también vuelta de campana y se produce cuando un vehículo luego de un accidente queda de forma volteada, es decir cae sobre el techo. (González & Ordóñez, 2014)

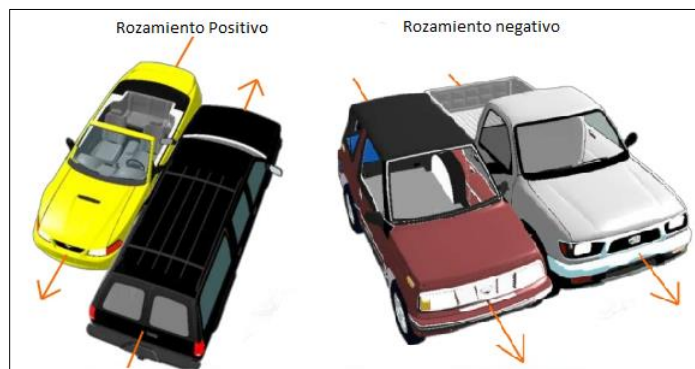


**Figura 18.** Choque por alcance  
**Fuente:** (Marchesse, 2014)

c) **Rozamiento:** es el contacto de unas de las partes laterales de un vehículo con otro, o con objetos de la vía y se divide en:

- **Roce positivo:** rozamiento de dos vehículos que circulan en sentido opuesto.
  - **Roce negativo:** rozamiento de dos vehículos que circulan en el mismo sentido.
- (Constante, 2017)

La Figura 19 muestra en la parte izquierda el roce positivo y en la parte derecha el roce negativo.



**Figura 19.** Rozamiento positivo y negativo  
**Fuente:** (González & Ordóñez, 2014)

## 2.2 Matriz de Haddon

La matriz de Haddon es una herramienta utilizada para cooperar con la seguridad vial, ya que conlleva en su interior las tres fases del accidente (antes, durante y después), que permitirán establecer medidas clave para reducir el índice de fallecidos y lesionadas víctimas de los accidentes de tránsito. (OMS, 2009)

En añadidura a lo escrito anteriormente esta matriz pone en manifiesto en la Tabla 10 a los tres principales factores que actúan en los accidentes de tránsito (humano, vehicular y ambiental), los cuales conjuntamente con las fases del accidente, brindarán una mejor comprensión de la situación accidentalológica del tránsito generan y por ende también permitirán generar soluciones eficaces para la seguridad vial.

**Tabla 10.** Matriz de Haddon

**Fuente:** (OMS, 2009)

Matriz de Haddon		Factores		
Fase	Intervención	Ser Humano	Vehículos y equipo	Entorno
Antes del choque	Prevención de choques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información, educación y comunicación sobre el tránsito adecuado.</li> <li>- Actitudes: valores, proactividad, destrezas para la vida</li> <li>- Presencia de enfermedades que afecten la coordinación y estado conciencia</li> <li>- Movilización establecida frente a los accidentes de tránsito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisiones técnicas periódicas</li> <li>- Toma de decisiones</li> <li>- Revisión de la velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Infraestructura de la vía pública.</li> <li>- Restricción de la velocidad</li> <li>- Vías peatonales</li> <li>- Buena señalización en carreteras</li> </ul>
Choque	Prevención del traumatismo durante el choque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar dispositivos de seguridad</li> <li>- Enfermedad actual o discapacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos de seguridad</li> <li>- Diseño de equipos protectores contra accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos protectores contra choques</li> </ul>
Después del choque	Conservación de la vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rescate y atención prehospitalaria</li> <li>- Seguro Contra accidentes</li> <li>- Acceso a la atención médica</li> <li>- Acceso a rehabilitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidad de acceso</li> <li>- Riesgo de incendio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios de rescate equipados y accesibles</li> <li>- Servicios de emergencia equipados y personal adecuado</li> <li>- Servicios de soporte técnico</li> </ul>

Según (Paz Fuentes, 2014) se puede identificar cuatro estrategias que favorezcan descenso de los accidentes de tráfico, las mismas se mencionan a continuación:

- Disminución en cuanto a la exposición de riesgos viales.
- Precaución de los accidentes automovilísticos.
- Disminuir la severidad de las contusiones a personas involucradas en un accidente vial.
- Mejorar el cuidado prehospitalario de las personas que sufren accidentes de tránsito.

## 2.3 Base de Datos

### 2.3.1 Descripción de la base de datos

Para el presente estudio el organismo coordinador de datos de seguridad vial en el país Agencia Nacional de Control y Regulación de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial “ANT” genera una base de datos con información concerniente a accidentes de

tránsito en Ecuador del periodo enero 2015- agosto 2018, con la cual se puede determinar las causas que generan mayor número de siniestros de tránsito y posteriormente generar medidas de acción para tratar de minimizarlas.

La información que abarca la base de datos requiere de un proceso de clasificación en forma cuantitativa según criterio propio o jerarquía, de tal manera que sea un método factible a la hora de analizar cada una de sus variables y posteriormente ejecutar el método estadístico de clasificación y árboles de regresión CART (Classification and Regression Trees).

La información presentada en las Tablas 11 a la 22 especifican cada una de las variables descritas para el estudio, donde la columna “**Categoría**” está representada por números para que el programa a utilizar realice un análisis rápido en el software estadístico R; La columna denominada “**ID**” representa la identificación abreviada de cada una de las opciones de la columna **descripción** que contiene cada una de las variables: Día, Mes, Año, Fecha, Zona, Feriado, Provincia, Clase De Siniestro, Horario, Nro. Fallecidos, Lesionados y Vehículos.

La Tabla 11 mostrada a continuación muestra la variable Día con su respectiva categorización para el análisis respectivo.

**Tabla 11.**Componentes de la variable Día

<b>Variable: DÍA</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>ID</b>
1	Lunes	Lu
2	Martes	Ma
3	Miércoles	Mi
4	Jueves	Ju
5	Viernes	Vi
6	Sábado	Sa
7	Domingo	Do

En la Tabla 12 se presenta la variable Años con su respectiva categorización para el análisis respectivo.

**Tabla 12.** Componentes de la variable Años

<b>Variable: AÑOS</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	2015
2	2016
3	2017
4	2018

La Tabla 13 muestra la especificación de la variable FECHA, en la columna “Categoría” los datos indican el número de semanas que lleva un mes, por cuanto va del número uno al cuatro, seguidamente se tiene la columna “Descripción” cuyos valores están divididos de tal manera que indiquen que los números uno al siete pertenecen a la semana 1 del mes, en la segunda fila los números ocho al catorce pertenecen a la semana 2, del mismo modo se tiene la distribución para las filas tres y cuatro.

**Tabla 13.** Componentes de la variable Fecha

<b>Variable: FECHA</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	1-7
2	8-14
3	15-21
4	> 22

La categorización de la variable Años se presenta en la Tabla 14, con el fin de posteriormente realizar el análisis respectivo.

**Tabla 14.** Componentes de la variable Mes

<b>Variable: MES</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>ID</b>
1	Enero	EN
2	Febrero	FE
3	Marzo	MR
4	Abril	AB
5	Mayo	MY
6	Junio	JN
7	Julio	JL
8	Agosto	AG
9	Septiembre	SP
10	Octubre	OC
11	Noviembre	NV
12	Diciembre	DC

La Tabla 15 muestra la variable Años y su categorización utilizada para el análisis respectivo.

**Tabla 15.** Componentes de la variable Zona

<b>Variable: ZONA</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>ID</b>
0	No Identificado	N_Id
1	URBANA	UB
2	RURAL	RL

En el caso de la Tabla 16 la columna “ID” contiene la inicial en inglés de cada una de las opciones que se tienen en la columna “Descripción”.

**Tabla 16.** Componentes de la variable Feriado

<b>Variable: FERIADO</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>ID</b>
0	Sin Datos	S_D
1	SI	Y
2	NO	N



Se presenta en la Tabla 17 la categorización respectiva para la variable Años, con la cual posteriormente se realizará el análisis.

**Tabla 17.** Componentes de la variable Clase de siniestro

<b>Variable: CLASE DE SINIESTRO</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría Original</b>	<b>ID</b>
1	Atropellos	11 Arrollamiento	ARR
		12 Atropello	ATR
		21 Choque frontal	CH-FR
		22 Choque lateral	CH-LA
2	Colisiones	23 Choque posterior	CH-PO
		24 Colisión	COL
		25 Estrellamiento	EST
		31 Pérdida de carril	PDC
3	Pérdida c. Y/o p.	32 Pérdida de pista	PDP
4	Caídas	4 Caída de pasajero	CDP
5	Roces	5 Rozamiento	ROZ
6	Vuelco	6 Volcamiento	VOL

La especificación de la variable HORARIO mostrada en la Tabla 18, proporciona la siguiente información; 12 filas numeradas en la columna “Categoría”, así también 12 diferentes agrupaciones en la columna “Descripción”, que hacen referencia a las 24 horas del día y están distribuidas en un intervalo de dos horas con el fin de disminuir la cantidad de datos originales que contiene esta variable y así generar un análisis confiable obteniendo una mejor información.

**Tabla 18.** Componentes de la variable Hora

<b>Variable: HORARIO</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	0,00 - 1,59
2	2,00 - 3,59
3	4,00 - 5,59
4	6,00 - 7,59
5	8,00 - 9,59
6	10,00 - 11,59
7	12,00 - 13,59
8	14,00 - 15,59
9	16,00 - 17,59
10	18,00 - 19,59
11	20,00 - 21,59
12	22,00 - 23,59

La variable PROVINCIA como se indica en la Tabla 19 esta especificada de la siguiente manera, la columna “ID” muestra la letra con la que se representa cada provincia del país, así pues, esta variable toma dos distintas categorías la primera “Categoría Original” en la cual se muestra el número que lleva cada región del país según corresponda al orden

alfabético, es decir A=1, B=2, etc; y la segunda “Categoría” indica el número de regiones existentes en Ecuador.

**Tabla 19.** Componentes de la variable Provincia

<b>Variable: PROVINCIA</b>				
<b>Categoría Original</b>	<b>Descripción</b>	<b>ID</b>	<b>Región</b>	<b>Categoría</b>
7	El Oro	O		
8	Esmeraldas	E		
10	Guayas	G		
13	Los ríos	R	COSTA	1
14	Manabí	M		
20	Santa Elena	Y		
21	Sto. Domingo de los Tsáchilas	J		
1	Azuay	A		
2	Bolívar	B		
3	Cañar	U		
4	Carchi	C		
5	Chimborazo	H	SIERRA	2
6	Cotopaxi	X		
11	Imbabura	I		
12	Loja	L		
19	Pichincha	P		
23	Tungurahua	T		
15	Morona Santiago	V	ORIENTE	3
16	Napo	N		
17	Orellana	Q		
18	Pastaza	S		
22	Sucumbios	K		
24	Zamora Chinchipe	Z		
9	Galápagos	W	INSULAR	4

En la Tabla 20 se muestra la especificación de la variable Nro. LESIONADOS, así se tiene que la columna “Categoría” indica tres filas de clasificación vinculadas a la columna “Descripción”, misma que indica la cantidad de personas lesionadas existentes en un accidente de tránsito en cada una de las filas.

**Tabla 20.** Componentes de la variable Nro. Lesionados

<b>Variable: Nro. LESIONADOS</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	0-5
2	6-15
3	> 15

De igual manera para la variable Nro. VEHICULOS mostrada en la Tabla 21, se toman tres filas en la columna” Categoría” que están vinculadas a la cantidad de vehículos que intervienen en un accidente de tránsito de la columna “Descripción”.

**Tabla 21.** Componentes de la variable Vehículos

<b>Variable: Nro. VEHICULOS</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	0-3
2	4-6
3	> 7

La información que proporciona la Tabla 22, involucra la variable Nro. FALLECIDOS por cuanto se toman dos clasificaciones contenidas en la columna “Categoría”, la primera de 0-12 y la segunda mayor 13 los cuales indican el número de persona fallecidas en un accidente de tránsito y están contenidas en la columna “Descripción”.

**Tabla 22.** Componentes de la variable Fallecidos

<b>Variable: Nro. FALLECIDOS</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
1	0-12
2	> 13

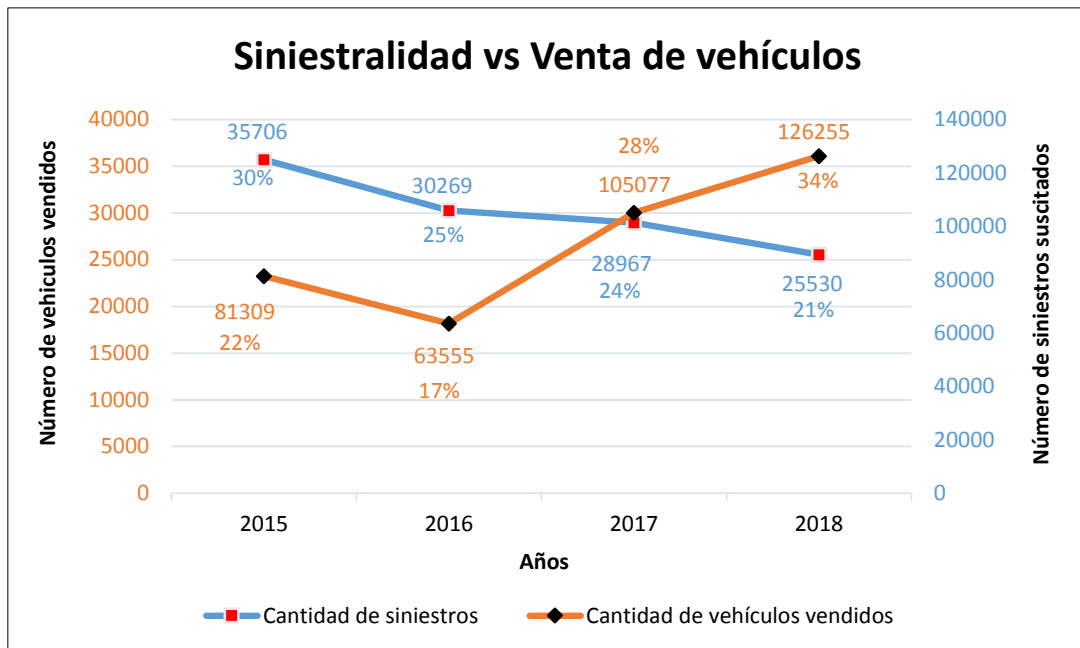
### **2.3.2 Estudio de la siniestralidad en el Ecuador en el periodo del año 2015 al 2018**

La base de datos proporcionada por la ANT contiene 111688 datos de accidentes suscitados en el período Enero 2015- Agosto 2018, en los cuales se puede determinar la existencia de 7691 personas fallecidas, cabe recalcar que para el año 2018 se obtienen datos registrados hasta el mes de agosto, por lo tanto, se procedió a complementar la información para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, con los datos de número de siniestros, número de personas fallecidas y lesionadas, proporcionados por la ANT.

#### **2.3.2.1 Siniestralidad anual de accidentes de tránsito en el periodo 2015 - 2018**

La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2018) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2019) proporcionan datos referente al parque automotor en el país, por cuanto se procedió a realizar un análisis para observar el comportamiento de la siniestralidad en cada uno de los años versus la cantidad de vehículos vendidos en Ecuador.

La siniestralidad de tránsito tiene un comportamiento decreciente según muestra la Figura 20, es decir que del año 2015 al año 2018 su tasa de siniestros disminuye un 9%, mientras que el parque automotor incrementa significativamente un 12% en el periodo Enero 2015 – Diciembre 2018, cabe recalcar que a pesar de que en el año 2016 existe menor cantidad de parque automotor los siniestros de tránsito también disminuyen, concluyendo así que el aumento del parque automotor no está relacionado con la cantidad de siniestros.

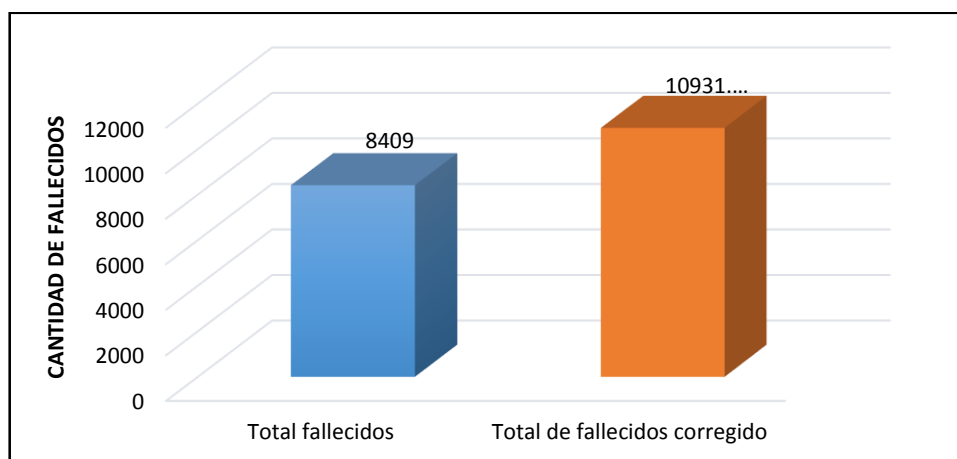


**Figura 20.** Siniestralidad vs parque automotor del Ecuador en el periodo enero 2015 – diciembre 2018.

### 2.3.2.2 Fallecidos durante el período enero 2015- diciembre 2018

Según el informe generado por el (OISEVI, 2015), Ecuador está dentro de los países que registra sus datos en el sitio o hasta 24 horas a un accidente de tránsito, por tal motivo la “OMS”, conjuntamente con la Conferencia Europea de Ministros de Transporte “CEMT”, recomienda utilizar un factor corrector de 1,3 que generará mayor confiabilidad en cuanto al índice de personas fallecidas.

Una vez completada la información, en la Figura 21 se muestra los respectivos datos de mortalidad aplicando el factor corrector 1,3 recomendado.



**Figura 21.** Total, de personas fallecidas en Ecuador en el período enero 2015- diciembre 2018

Al aplicar el factor 1,3 de corrección se observa en la Figura 21, que existen 10932 personas fallecidas, es decir incrementan un 25, 22% de personas fallecidas del total de siniestros de tránsito suscitados en el periodo 2015-2018.

### 2.3.2.3 Accidentabilidad según la región

La región Sierra contiene once provincias mientras que la región costa contiene seis, debido a la diferencia de cinco provincias existentes, la Figura 22 se indica que el 57,56% de los accidentes de tránsito suscitados se registran en la región Sierra, seguido de un 40,38 % en la región Costa.

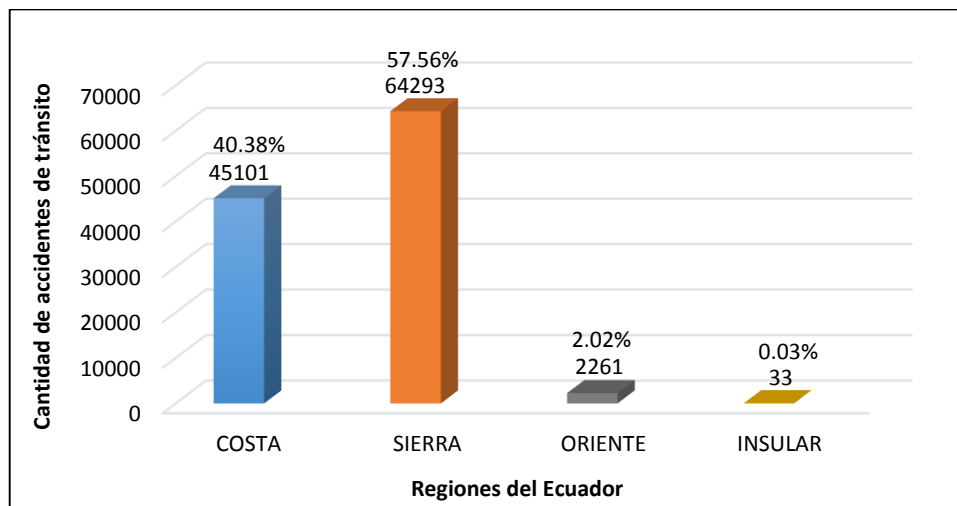


Figura 22. Cantidad de accidentes ocasionados en Ecuador, por región en el periodo enero 2015-agosto 2018

### 2.3.2.1 Accidentabilidad según la zona del accidente

En la zona urbana genera la gran mayoría de accidentes de tránsito, según la Figura 23 en esta zona se producen el 69,41% de accidentes de tránsito.

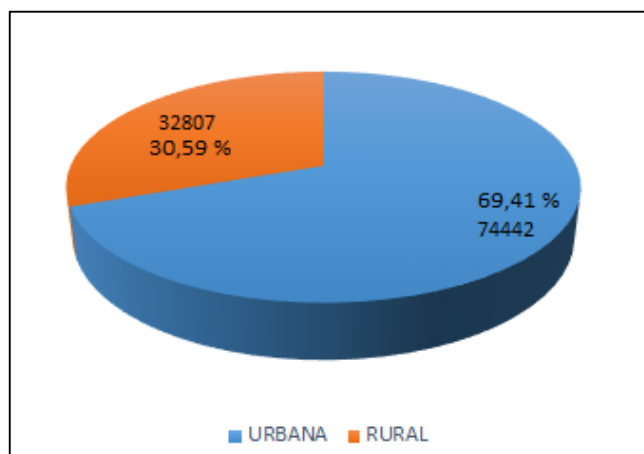


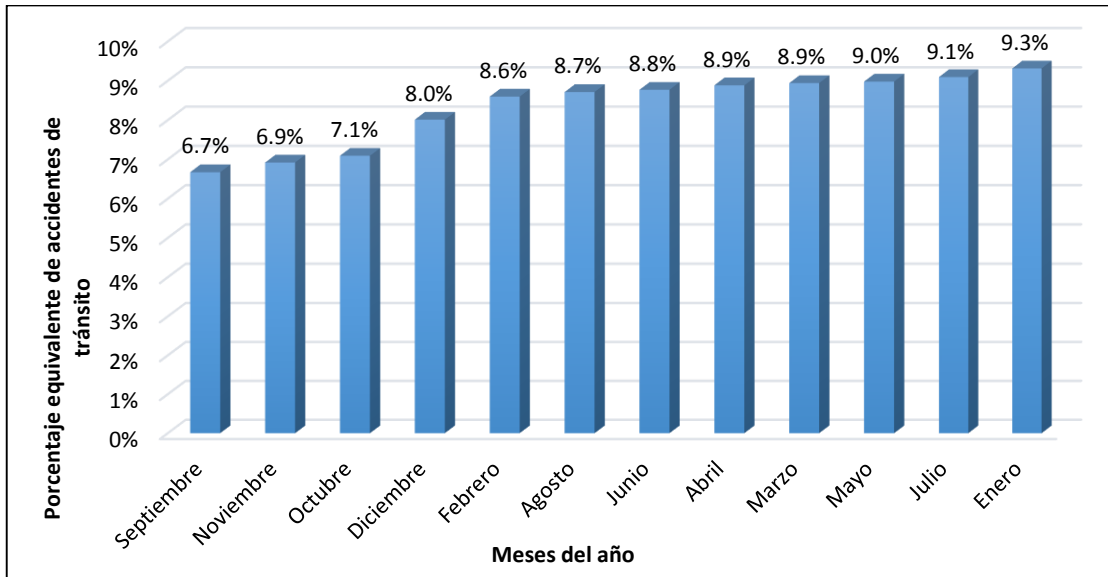
Figura 23. Cantidad de accidentes ocasionados en Ecuador, según la zona en el periodo enero 2015-agosto 2018

### 2.3.2.2 Accidentabilidad según los periodos de tiempo

Es importante destacar que un accidente de tránsito puede ocurrir en diversos periodos de tiempo (meses, días, horas, entre otros) por cuanto a continuación se destacan las variables más importantes.

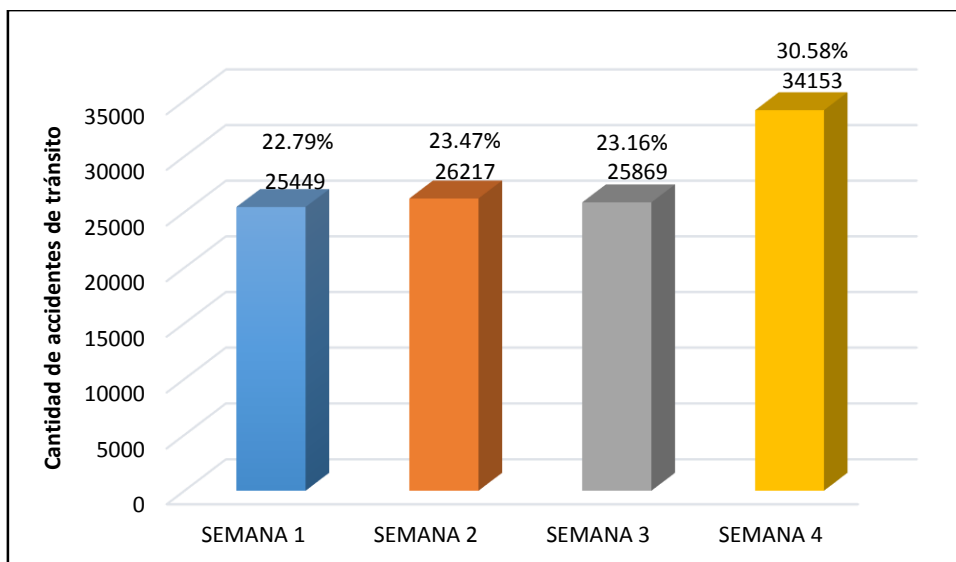
Una de las variables más importantes a destacar es el mes en el cual ocurrieron mayor número de accidentes, por lo que según la Figura 24 el mes de enero tiene la mayor

cantidad de accidentes de tránsito ya que se registra un porcentaje de 9,32%, mientras que los meses de septiembre, octubre y noviembre presentan tasas bajas de accidentabilidad con 6,67 %, 7,09 %, 6,92% respectivamente.



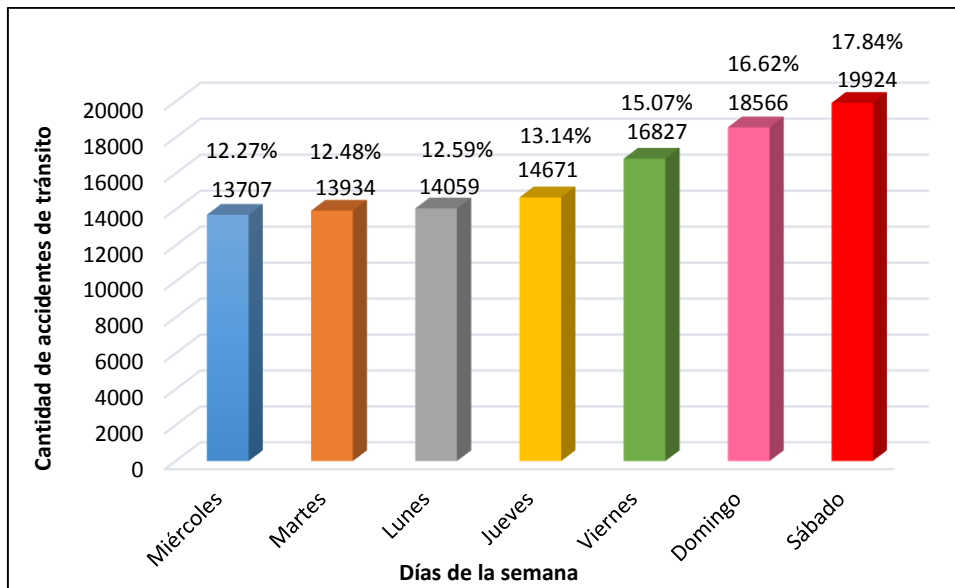
**Figura 24.** Porcentaje de accidentes suscitados por mes en el periodo enero 2015-agosto 2018

Al igual que el mes es importante conocer la semana en la cual se registraron un índice alto de accidentes de tránsito, para lo cual la Figura 25 muestra que las primeras tres semanas la tasa de accidentabilidad es similar y varían de un 22% a 23%, por lo tanto, al finalizar cada mes (cuarta semana) se registran mayor número de accidentes con un porcentaje de 30,58% de su total.



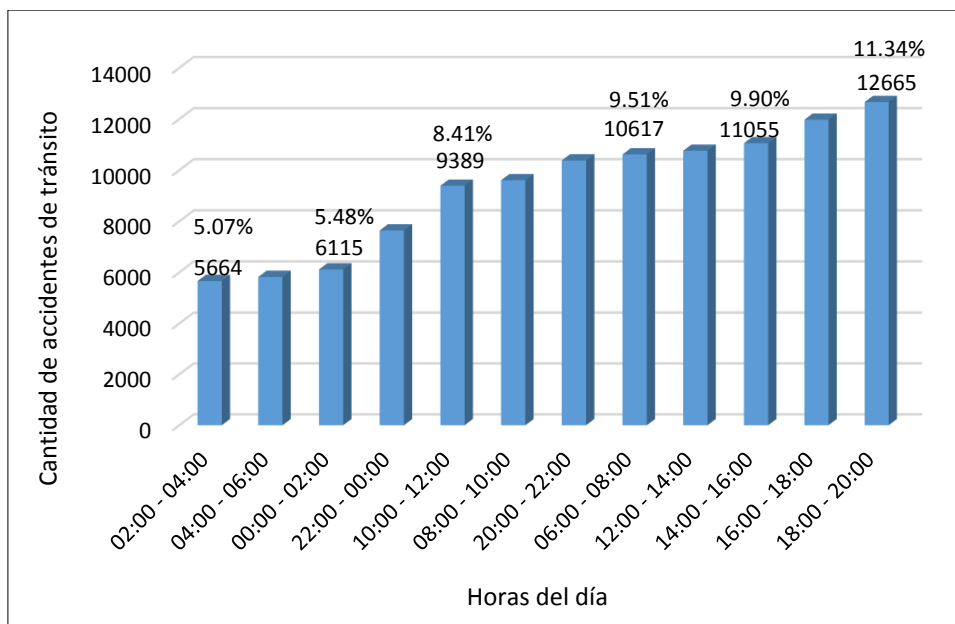
**Figura 25.** Cantidad de accidentes suscitados en las diferentes semanas del mes en el periodo enero 2015-agosto 2018

Según la Figura 26 muestra los datos de accidentabilidad en forma creciente, dando, así como resultado que los fines de semana (viernes, sábados y domingos) contienen una mayor cantidad de accidentes de tránsito con un 15,07%, 17,84% y 16,62% respectivamente.



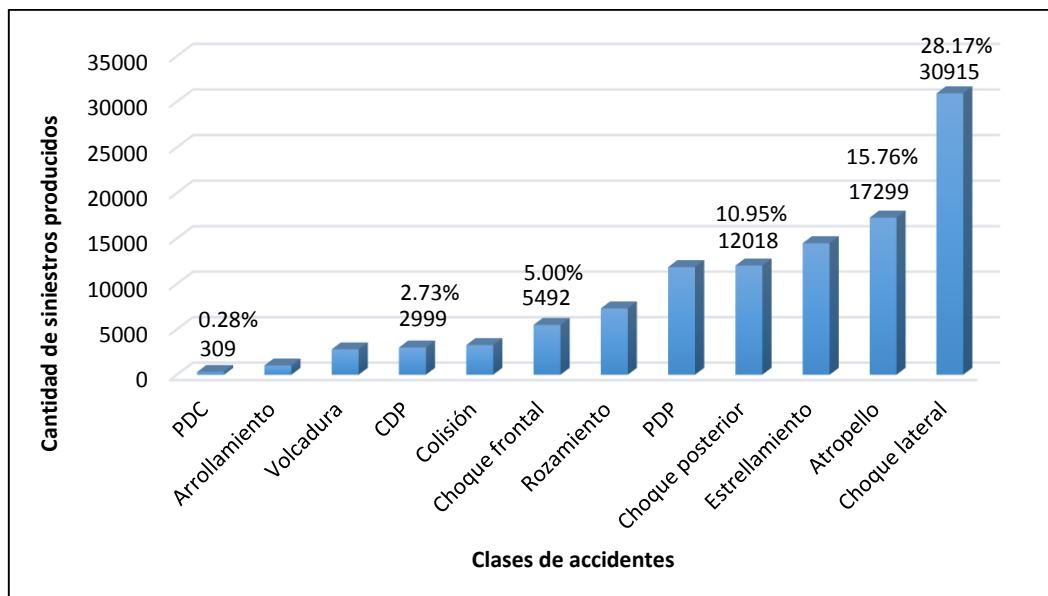
**Figura 26.** Cantidad de accidentes según días de la semana en el periodo enero 2015-agosto 2018

En la Figura 27 puede observarse que la gran parte de accidentes de tránsito se produjeron en un horario de 18:00 horas (6pm de la tarde) a 20:00 horas (8pm de la noche) con un porcentaje de 11,34%, cabe recalcar que en horas pico (horas que existe mayor congestión vehicular) también se generen porcentajes altos de accidentabilidad registrados de la siguiente manera: en la mañana de 6:00 am – 8am con un porcentaje de 9,51% mientras que al medio día de 12:00 am – 14:00 pm con un porcentaje de 9,63%.



**Figura 27.** Cantidad de accidentes según las horas del día en el periodo enero 2015-agosto 2018

En la Figura 28 se observa que la clase de siniestro que ha provocado mayor número de accidentes de tráfico son los ocasionados por choques laterales ya sean perpendicular o angulares, estos abordan un 28,17% de accidentabilidad, mientras que los atropellos, choques posteriores, estrellamientos y pérdida de pista conjuntamente representan el 50,7 % del total de accidentabilidad.



**Figura 28.** Cantidad de accidentes según la clase de siniestro en el periodo enero 2015-agosto 2018

### 2.3.3 Indicadores de seguridad vial

Los indicadores de seguridad permiten describir cómo se encuentra la seguridad vial (accidentes de tránsito, defunciones y traumatismos) ya sea en el país, provincias, ciudades, etc. Además, según (Evgenikos, y otros, 2010) los indicadores nos permiten conocer la extensión del problema, valorar sus riesgos y determinar su impacto, todo ello para proporcionar medidas basadas en los indicadores y así contribuyan con seguridad vial.

#### 2.3.3.1 Fallecidos por cada 100.000 personas

Para calcular la tasa de fallecidos por cada 100.000 personas es necesario la aplicación de la siguiente fórmula. (Córdova Guamán & Paucar Flores , 2014)

$$Ima = \frac{Mat}{Pt} * 100.000 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Dónde:

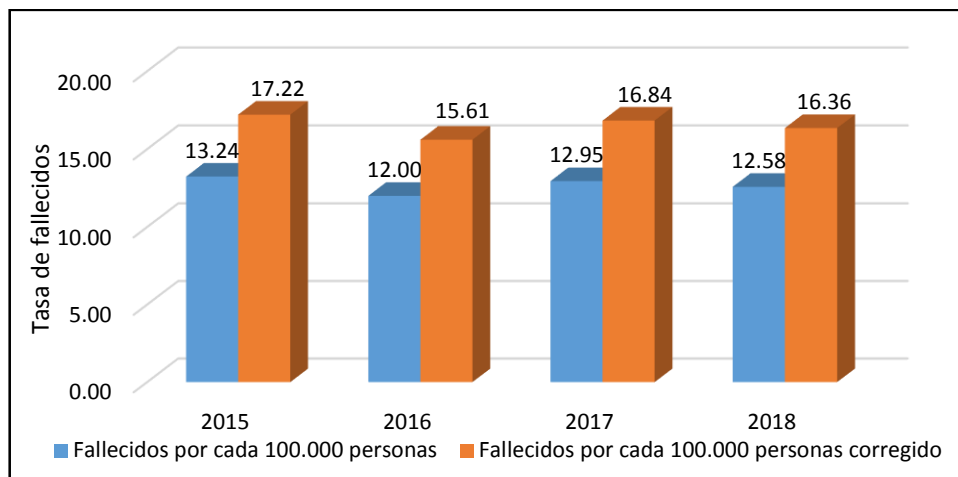
Ima= Indicador de mortalidad por habitantes.

Mat = Número de muertos en accidentes de tránsito.

Pt = Población total.

Como se puede observar en la Figura 29, en el año 2015 se obtiene una tasa de 13 fallecidos a causa de los accidentes suscitados, mientras que para el año 2016 se obtiene una tasa inferior de 12 fallecidos por cada 100.000 personas, lo mencionado anteriormente concuerda con lo expuesto por él (El Telégrafo, 2017), tanto en datos estadísticos como en comparativa.





**Figura 29.** Fallecidos por cada 100.000 personas en el periodo desde enero 2015 a diciembre 2018 en Ecuador

Al realizar una comparación entre el año 2015 y el año 2018 es visible una disminución de 1% en cuanto a la cantidad de personas fallecidas por cada 100.000 personas, debido a esto es preciso señalar que las estrategias del gobierno no son efectivas por cuanto no existe una disminución significativa en cuanto a este indicador.

### 2.3.3.2 Fallecidos por cada 1.000 vehículos

Este indicador relaciona a la cantidad de fallecidos en accidentes viales con el total de vehículos registrados en el país y se calcula de la siguiente manera. (Córdova Guamán & Paucar Flores , 2014)

$$Imv = \frac{Mat}{Vr} * 100.000 \quad \text{Ecuación 2.}$$

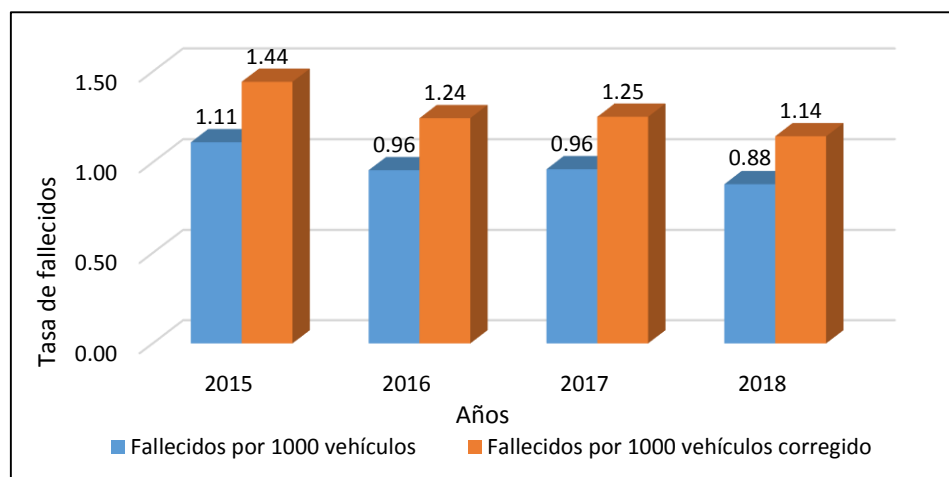
Dónde:

Imv = Indicador de mortalidad por vehículos.

Mat = Número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Vr = Número total de vehículos registrados.

En la Figura 30 se aprecia que en el año 2018 el parque vehicular genera la menor tasa de personas fallecidas, sin embargo, los valores para los años 2015 y 2016 son similares, generando un decrecimiento o que estos valores se mantengan para este indicador a medida que pasa los años.



**Figura 30.** Fallecidos por cada 1.000 personas en el periodo enero 2015 – diciembre 2018

### 2.3.3.3 Letalidad por cada 100 accidentes

Para el cálculo de letalidad se requiere de una ecuación que relacione el número de personas fallecidas por cada 100 de ellas. (Córdova Guamán & Paucar Flores , 2014)

$$L = \frac{Mat}{Tna} * 100 \quad \text{Ecuación 3.}$$

Dónde:

L = Letalidad

Mat = Número de muertos en accidentes de tránsito.

Tna = Total Nacional de accidentes.

La mayor tasa de riesgo a fallecer en el instante en un accidente se muestra en la Figura 31 la misma que indica que en el año 2018 está tasa es de 8, mientras que el año 2015 presenta la menor tasa con 6, indicando así un crecimiento lineal con pendiente positiva según el paso de los años, todos estos datos se lo verifican con los datos presentados según (Pública FM, 2018).

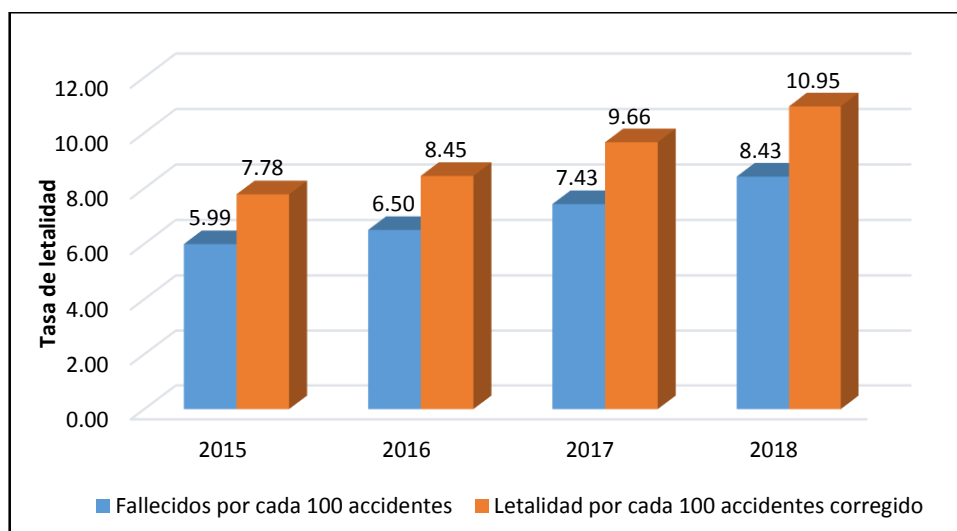


Figura 31. Letalidad por cada 100 accidentes en el periodo enero 2015 – diciembre 2018

### 2.3.3.4 Accidentes por cada 100.000 habitantes

El índice de accidentes por población indica la frecuencia con la que los accidentes de tránsito ocurren y se calcula con la siguiente ecuación. (Córdova Guamán & Paucar Flores , 2014)

$$Tap = \frac{Tna}{Pt} * 100.000 \quad \text{Ecuación 4.}$$

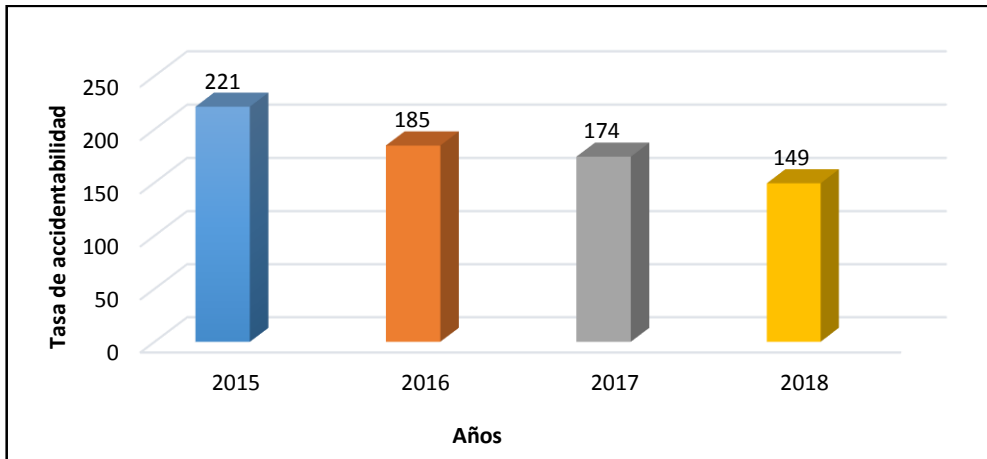
Dónde:

Tap = Tasa de accidentes por población.

Pt = Población total.

Tna = Total Nacional de accidentes.

La Figura 32 muestra la periodicidad con la que los accidentes de tránsito se producen según los años, por lo que en el año 2015 se registró la mayor tasa de accidentes por cada 100.000 habitantes, mientras que en el 2018 se exhibe la menor tasa de accidentes, es decir que existe un decrecimiento del 10%, por cuanto se puede decir que la siniestralidad de tránsito por cada 100.000 habitantes con el pasar de los años disminuye.



**Figura 32.** Accidentes por cada 100.000 habitantes en el periodo enero 2015 – diciembre 2018

### 2.3.3.5 Accidentes por cada 1.000 vehículos

Establece la tasa de accidentes producidos con relación a la cantidad de vehículos registrados, por cuanto se utiliza la siguiente ecuación. (Córdova Guamán & Paucar Flores, 2014)

$$Tav = \frac{Tna}{Vr} * 1.000 \quad \text{Ecuación 5.}$$

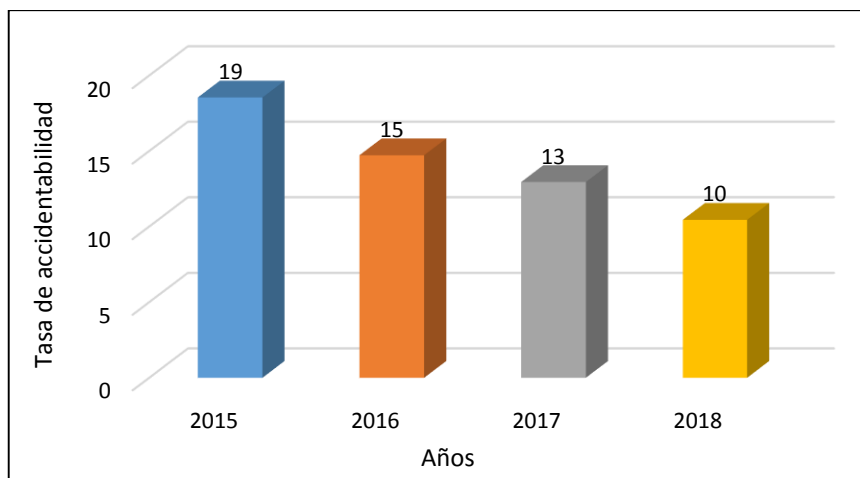
Dónde:

Tav = Tasa de accidentes por vehículos.

Vr = Número total de vehículos registrados.

Tna = Total Nacional de accidentes.

En la Figura 33 se observa la cantidad de accidentes que se generan con respecto al parque vehicular, se registra el año 2015 la tasa más alta de accidentes por cada 1.000 vehículos con él 9%, mientras que el año 2018 presenta la menor tasa de accidentes con 10 que representa el 5% de su total, en otras palabras, se observa que este indicador disminuye conforme pasan los años, dando una visión de mejora en cuanto a los accidentes de tránsito.



**Figura 33.** Accidentes por cada 1.000 vehículos en el periodo enero 2015 – diciembre 2018

## CAPÍTULO III

### 3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES MÁS INFLUYENTES EN LA SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO EN EL ECUADOR APLICANDO LA METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y ÁRBOLES DE REGRESIÓN.

Las variables como tal son todo aquello que podemos medir, información que recolectamos o datos que se buscan con la finalidad de obtener respuestas ante sus resultados, para la identificación de variables se requiere de un proceso de pasos por lo que es necesario la aplicación de un método de clasificación y árboles de regresión, mismo que permite identificar la importancia de cada una de las variables y luego relacionar los factores que intervienen en un siniestro y sus consecuencias antes, durante y después del accidente brindando confiabilidad en el análisis.

#### 3.1 Árboles de clasificación y regresión

Los árboles de clasificación y regresión son también conocidos como CART de sus siglas en inglés “Classification and Regression Trees”, es un método estadístico creado por (Breiman, Friedman, Olshen, & Stone, 1984) para la clasificación de datos.

CART es una técnica no paramétrica que selecciona variables y determina si una variable es externa o dependiente, además si la variable es continua (toma cualquier valor numérico), CART crea árboles de regresión, si variable es categórica (pueden o no tener un orden lógico), este crea árboles de clasificación.

##### 3.1.1 Tipos de variables

Dentro de la técnica no paramétrica CART se visualizarán diferentes tipos de variables, que según (Arias, 2012) se procede a definir algunas de ellas:

- a) **Cuantitativas:** se presentan en valores numéricos. Se clasifican en:
  - **Discretas:** ocupan valores enteros, por ejemplo: número de víctimas mortales presentes en un siniestro de tránsito (pueden ser 2, 3 o 4, pero nunca 3,5 personas).
  - **Continuas:** adoptan números fraccionarios o decimales, por ejemplo: hora del día cuando se suscitó el siniestro de tránsito (23,10 representa las 23h10min).
  
- b) **Cualitativas:** llamadas también categóricas, se presentan de una manera no numérica, es decir mediante palabras. Estas pueden ser:
  - **Dicotómicas:** se expresan en dos clases o categorías. Ejemplo: zona de mayor acontecimiento de siniestros de tránsito: urbana o rural.
  - **Policotómicas:** se muestran en más de dos categorías. Ejemplo: meses del año donde ocurren el mayor número de siniestros de tránsito.

Según su función, las variables se clasifican en:

- **Independientes:** este tipo de variable genera y explica cambios en la variable dependiente. Ejemplo: vehículos involucrados en un siniestro de tránsito.
- **Dependientes:** varían por acción de la variable independiente. Ejemplo: número de siniestros de tránsito.

- **Intervinientes:** interfieren entre la variable independiente y la dependiente, pudiendo intervenir en la alteración de esta última. Ejemplo: toma de datos profunda por parte de la organización.

La característica principal del CART es que trabaja con grandes grupos de datos por lo que no se lo considera como un modelo probabilístico, además genera resultados de fácil interpretación basados en un mismo árbol y en la eficacia con la que predice las respuestas en circunstancias similares. (Yohannes, 1999)

A continuación, se describe cada uno de los árboles que utiliza la metodología CART.

### **3.1.2 Los Árboles de clasificación**

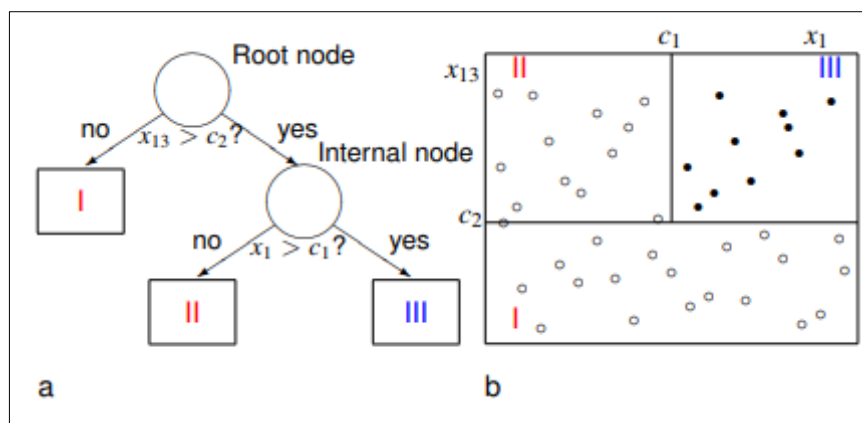
Estos árboles de clasificación o decisión son algoritmos los cuales realizan una procedimiento de diagramas de construcciones lógicas que parten de una gran cantidad de datos (base de datos), este procedimiento parte de una variable dependiente formando grupos homogéneos determinados mediante la unión de variables independientes más relevantes que están presentes en la muestra de datos, con el fin de dar solución a los problemas ya que su interpretación de resultados creados por el modelo es de fácil y sencilla comprensión. (Parra, 2019)

#### **3.1.2.1 Componentes y construcción del árbol de clasificación**

Según (Parra, 2019) los árboles de clasificación están compuestos generalmente por:

- **Nodos:** son las variables de entrada.
- **Ramas o nodos decisión:** son los valores posibles que la variable de entrada adquiere.
- **Hojas o nodos terminales:** son los valores posibles que la variable de salida adquiere.

La Figura 34 presenta un modelo gráfico general de un árbol, en el cual se aprecia tres niveles de nodos, el primero y segundo nivel pertenecen a un nodo raíz (Root node) y a un nodo interno respectivamente (Internal node), representados por círculos, mientras que el tercer nivel está representado por cuadrados y pertenecen a tres nodos terminales (I, II, III), los cuales contienen los resultados de los datos analizados que se muestran a la derecha del gráfico en forma de imagen aumentada. (Díaz & Correa, 2013)



**Figura 34.** Ejemplo de árbol.  
**Fuente.** (Zhang & Singer, 2010)

Para realizar la construcción de estos árboles de clasificación se siguen los siguientes pasos:

- **Construcción del árbol:** está construido aplicando un proceso de partición recursivo o binario desde la raíz de dicho árbol, por lo general este árbol está compuesto por varios niveles y nodos que hacen que su interpretación sea compleja, es decir el árbol está sobre ajustado.
- **Poda del árbol:** consiste en la eliminación de las ramas que brindan o aportan poca información al árbol, con la finalidad de encontrar un árbol de tamaño conveniente con información adecuada y sencilla de comprender. (Serna, 2009)
- **Selección del árbol óptimo:** es importante tener en cuenta el tamaño del árbol y la selección del mismo ya que de ello dependerá la eficacia con la que se obtengan las conclusiones. (Díaz & Correa, 2013)

### 3.1.3 Los Árboles de Regresión

Estos árboles de regresión proporcionan una regla de predicción, la cual cumple dos metas; la primera predice con exactitud la variable dependiente de los valores nuevos de las variables predictoras y la segunda meta explica las relaciones que existe entre estas dos variables. (Yohannes, 1999)

Tanto los árboles de clasificación como los de regresión tienen la misma metodología aplicada para su elaboración, no obstante, la única diferencia radica a la hora de la selección del árbol óptimo.

## 3.2 Construcción de los árboles de regresión y clasificación

Inicialmente se cuenta con una base de datos con 111688 observaciones divididas para 405 variables, donde mediante un proceso de selección de variables que no aportan ni influyen en un siniestro de tránsito, eliminación de datos no disponibles (valores faltantes representados por el símbolo **NA** (not available), datos con error de sintaxis, entre otras), se determina 13 variables en estudio y un total de 94599 observaciones que se consideran para la preparación de datos previas a la manipulación mediante la metodología de clasificación y árboles de regresión (CART).

En la Figura 35 se muestra el proceso de discriminación, para la selección de variables más influyentes que serán utilizadas para el análisis.

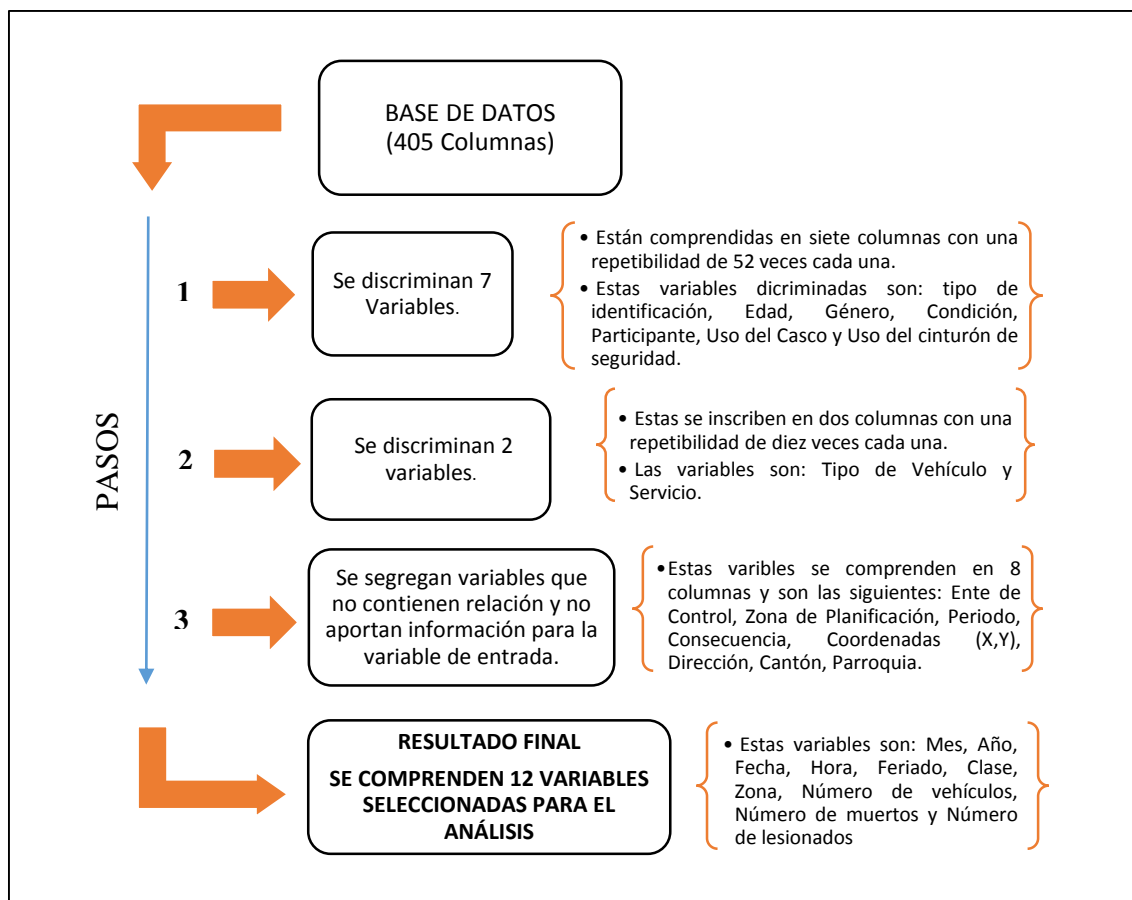


Figura 35. Esquema de discriminación de variables

Finalmente, en la figura anterior, para poder determinar los factores que inciden sobre la siniestralidad en el Ecuador, se selecciona una variable de entrada (CAUSA) que considera el objetivo de este estudio y en base a la selección de la misma se determinan las 12 variables que contienen correlación para el estudio y la aplicación de la metodología propuesta.

Teniendo concluida la selección de variables y una base de datos depurada se procede con su análisis en el software Rstudio versión 1.2.1335, en el cual se establece una importancia de las variables en observancia con la variable de entrada.

### 3.2.1 Importancia de las variables

- **Bootstrap:** según (Deryło, 2018) es un método de inferencia sobre una población utilizando datos de muestra que Bradley Efron lo introdujo por primera vez en 1979 y se basa en el muestreo con el reemplazo de los datos de la muestra, técnica utilizada para estimar el error estándar de cualquier estadística y para obtener un intervalo de confianza (IC).
- **Out Of Bag Samples:** es una fracción del total de los datos de la muestra que se usan para estimar el error de predicción.
- **Out Of Bag estimate error (OOB):** según (Gareth, Witten, Hastie, & Tibshirani, 2013) es una metodología para medir el error de predicción de bosques aleatorios (Random Forest), árboles de decisión y otros modelos de

aprendizaje automático que utilizan la agregación de un porcentaje de datos a la submuestra.

Para la determinación de la importancia de las variables se realiza un proceso de muestreo de datos denominado “Bootstrap”, contenidos en un sub método llamado Random Forest (RF) que significa “Bosque Aleatorio” utilizado por el software estadístico R, donde aproximadamente un tercio de datos no se usan para el entrenamiento, pero se usan para el test o validación de datos, a este conjunto de datos se le conoce como Out Of Bag (OOB) Samples; donde el error estimado de este conjunto de datos tiene el nombre de Out Of Bag estimate error (OOB).

Según (Rodrigo, 2017) el error estimado (OOB) se determina en el proceso del “bootstrapping” mediante (RF) que conlleva a poder predecir la respuesta de la observación “i” haciendo uso de aquellos árboles en los que esa observación ha sido excluida (OOB) y promediándolos (la moda en el caso de los árboles de clasificación).

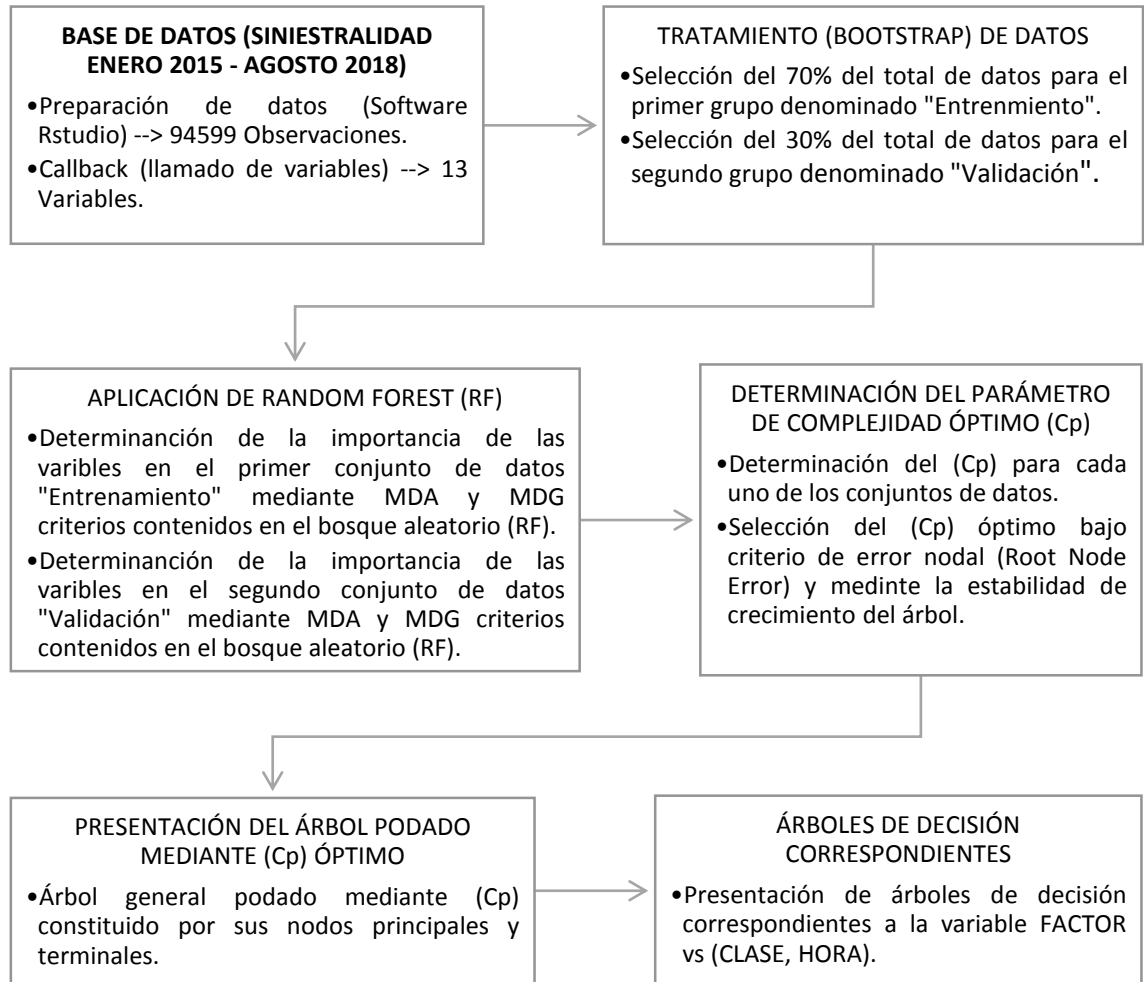
Iniciando con el tratamiento de la nueva base de datos se crean dos grupos llamados “Train” y “Validate” Data, donde cada uno obtiene un porcentaje de 70% y 30% respectivamente, porcentajes tomados según procedimiento experimental realizado por (Pérez-Planells, Delegido, Rivera-Caicedo, & Verrelst, 2015) mediante una metodología de validación cruzada que concluyen en la utilización de los porcentajes mencionados reduciendo el error cuadrático medio para la determinación de parámetros sólidos. Según, (Zamorano Ruiz, 2018) y (Gil Martínez, 2018) concuerdan con el valor de división porcentual antes descrito, mismo que dependerá de la cantidad de datos que contengamos en la base inicial y la seguridad con la que deseemos obtener el valor del OOB.

Cada grupo de tratamiento de datos, presentará la importancia de las variables en forma gráfica y por medio de tablas.

La selección de variables es muy importante para la interpretación y predicción, especialmente para conjuntos de datos de alta dimensión es por esto que existen razones por las que se eligen dos índices llamados: Precisión de Disminución Media (“MDA” Mean Decrease Accuracy) y Disminución Media de Gini (“MDG” Mean Decrease Gini), para evaluar la importancia de una variable que se encuentran en cuatro aspectos:

- 1) El error OOB proporciona una estimación justa en comparación con el error del conjunto de prueba alternativo habitual, incluso si se considera un poco optimista.
- 2) El índice de Gini no solo es adecuado para la clasificación sino también para la regresión.
- 3) Los dos índices MDA y MDG son todos los resultados predeterminados del procedimiento de RF por lo que es muy conveniente usarlo.
- 4) Usar ambos es más robusto que usar uno solo de ellos. (Han, Guo, & Yu, 2017)

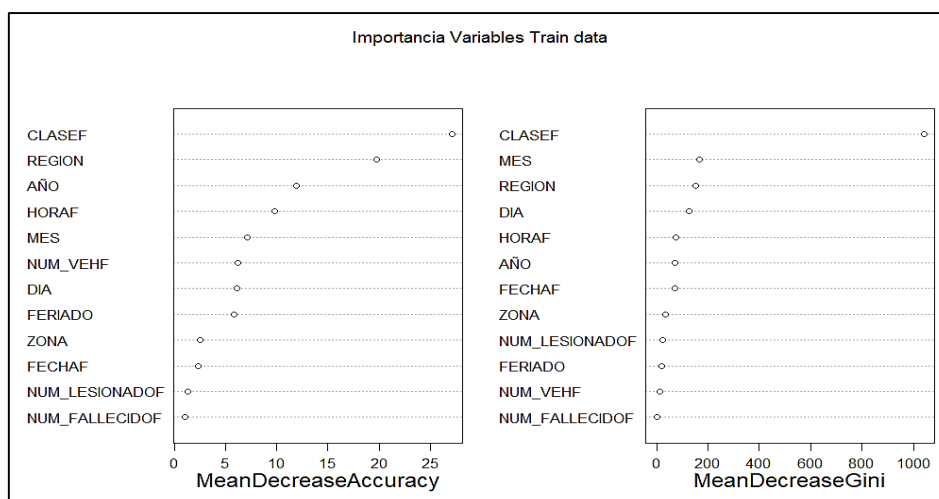




**Figura 36.** Esquema de construcción y validación del “CART”.

### 3.2.1.1 Presentación de la importancia de las variables para el primer grupo de datos llamado Train Data.

El primer conjunto de datos corresponde al “Train Data” (Entrenamiento), donde la Figura 37 presenta dos tipos de gráficos, el de la izquierda determina la importancia de las variables en forma decreciente mediante una Precisión de Disminución Media (MDA), siendo las variables CLASEF la de mayor importancia y NUM\_FALLECIDOF de menor importancia respectivamente. El grafico de la derecha se establece la importancia de variables mediante una Disminución de Media de Gini (MDG) que proporciona una medida de homogeneidad, teniendo al igual que en el gráfico de MDA, las variables CLASEF más homogénea y NUM\_FALLECIDOF más heterogénea.



**Figura 37.** Importancia de las variables para el primer conjunto de datos “Train Data”. Dividido en dos gráficos MDA (Precisión de Disminución Media) y MDG (Disminución de Media de Gini).

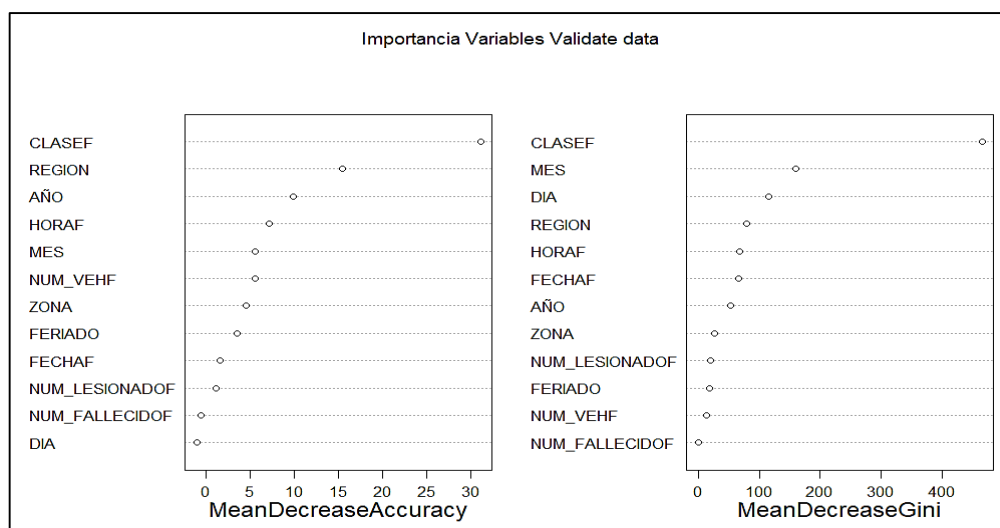
En la tabla 23 se muestran los porcentajes de importancia para cada una de las variables según el índice MDA, además del error estimado (OOB) del primer conjunto de datos (“TRAIN DATA”).

**Tabla 23.** Importancia de las variables para el primer conjunto de datos obtenida mediante (RF).

TRAIN DATA	
OOB estimate of error rate: 8.2%	
VARIABLES	% IMPORTANCIA
CLASEF	27,14%
REGIÓN	19,79%
AÑO	11,93%
HORAF	9,83%
MES	7,11%
NUM_VEHF	6,21%
DÍA	6,08%
FERIADO	5,84%
ZONA	2,55%
FECHAF	2,38%
NUM_LESIONADOF	1,27%
NUM_FALLECIDOF	1,01%

### 3.2.1.2 Presentación de la importancia de las variables para el segundo grupo de datos llamado Validate Data.

El segundo conjunto de datos hace referencia al “Validate Data” (Validación), presentando la Figura 38, la importancia de las variables se muestra en dos gráficos siguientes: MDA que representa la importancia de la variable CLASEF con mayor jerarquía y disminuyendo hasta la variable DÍA situada en menor grado. El gráfico de MDG presenta la homogeneidad de las variables de este grupo de datos donde las variables CLASEF se presentan como más homogénea y NUM\_FALLECIDOF más heterogénea.



**Figura 38.** Importancia de las variables para el segundo conjunto de datos “Validate Data”. Dividido en dos gráficos MDA (Precisión de Disminución Media) y MDG (Disminución de Media de Gini).

Con el fin de validar los conjuntos de datos en estudio se presenta la importancia de las variables del conjunto de datos de “Validate Data”, donde se aprecia una semejanza en cuanto a la importancia de datos de los dos conjuntos (Entrenamiento y Validación) de las tablas 23 y 24, sin embargo, la diferencia en promedio es visible con un porcentaje del 2,12% de observaciones determinadas para cada conjunto.

La Tabla 24 indica los porcentajes de importancia para cada una de las variables según el índice MDA, además del error estimado (OOB) del segundo conjunto de datos (“VALIDATE DATA”).

**Tabla 24.** Importancia de las variables para el segundo conjunto de datos obtenida mediante (RF).

VALIDATE DATA	
OOB estimate of error rate: 7.93%	
VARIABLES	% IMPORTANCIA
CLASEF	31,15%
REGIÓN	15,45%
AÑO	9,83%
HORAF	7,14%
MES	5,54%
NUM_VEHF	5,51%
ZONA	4,50%
FERIADO	3,54%
FECHAF	1,57%
NUM_LESIONADOF	1,13%
NUM_FALLECIDOF	-0,60%
DÍA	-1,09%

### 3.2.2 Cálculo del parámetro de complejidad

El parámetro de complejidad (Cp) en el software Rstudio, es la mejora mínima en el modelo necesario en cada nodo, el valor de (Cp) es un parámetro de espera que ayuda

a acelerar la búsqueda de segmentaciones porque puede identificar divisiones que no cumplen con este criterio y podarlas antes de sobre ajustar el modelo. (Johnson, 2019)

Para determinar una poda correcta del árbol en crecimiento y evitar el sobreajuste es necesario obtener el parámetro de complejidad ( $C_p$ ) mediante la manipulación de ajustes dentro de la librería de “rpart” que se encuentra en la plataforma del Software, donde se tiene:

- **El parámetro minsplit:** fija el número más pequeño de observaciones para que el nodo sea dividido y por defecto es 20, si es inferior al valor defecto en un nodo primario, se etiqueta como un nodo terminal.
- **El parámetro minbucket:** proporciona el menor número de observaciones permitidas en un nodo terminal. Si una decisión dividida fragmenta los datos en un nodo con menos valor del minbucket, este no lo aceptará. Por defecto es un valor redondeado de minsplit/3.
- **El parámetro maxdepth:** indica la condición de profundidad máxima del árbol. Por defecto se establece en 30, cualquier cosa más allá de eso, según los documentos de ayuda, puede causar malos resultados en máquinas de 32 bits, es decir, este umbral de configuración pretende reducir tiempo de CPU. (Johnson, 2019)

El parámetro de complejidad ( $C_p$ ) indica que si el criterio de impureza no es reducido en más de  $cp * 100\%$  entonces se detiene, por defecto  $C_p = 0.01$ , es decir, la  $r$  desvianza (estadística de ajuste para un modelo estadístico) del nodo terminal debe ser menor del 1% de la desvianza inicial, finalmente el  $C_p$  indica que se evitará cualquier partición que no disminuya la impureza por un factor igual a  $C_p$ . (Acuna, 2010)

Entonces el Parámetro de Complejidad ( $C_p$ ) depende del Error Nodal (Root Node Error), que es la tasa de error de sustitución (tasa de error calculada en la muestra de entrenamiento).

A continuación, se presentan los conjuntos de datos y sus respectivos valores de complejidad ( $C_p$ ) determinados.

La Figura 39 muestra como el crecimiento del árbol para el primer conjunto de datos comienza a estabilizarse en la división (nsplit) número 15, con un  $C_p$  de 0,00056180 y un error relativo de 0,98127. Se tiene que según el número de divisiones (nsplit) van aumentando, el árbol va tomando un sobreajuste, es decir el árbol tiende a crecer demasiado dando como resultado valores de impureza de información.

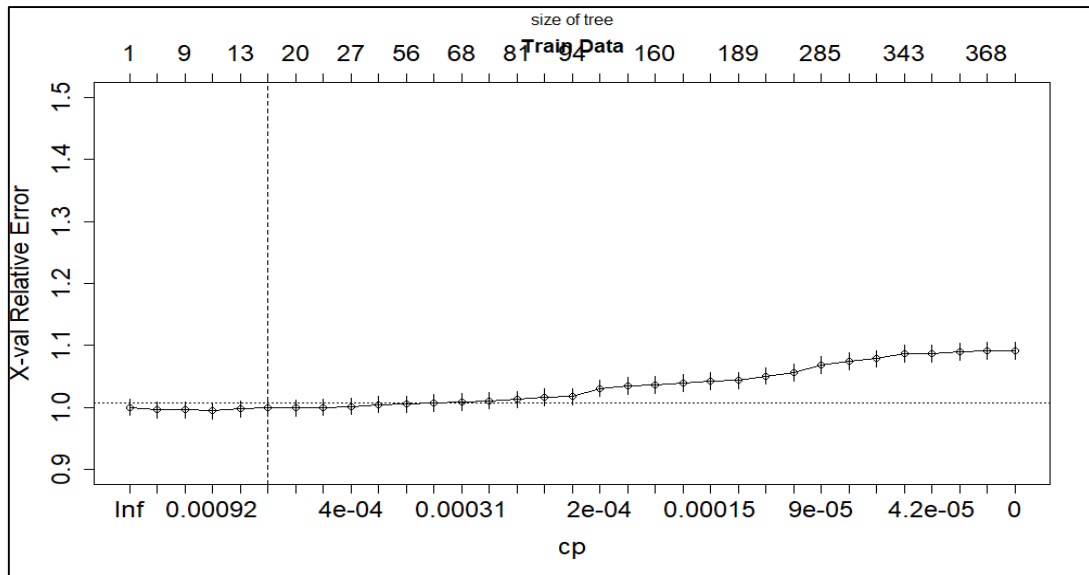


Figura 39. Presentación del Cp para el primer conjunto de datos.

La Tabla 25 contiene cada uno de los valores respectivos a cada ítem encabezado, donde se resalta el valor del Cp óptimo para la estabilidad del árbol en el primer conjunto de datos, además del error nodal considerado en este modelo.

Para mejorar la comprensión del lector referente al contenido de las Tabla 25 y Tabla 26, se describe a continuación el significado el nombre de cada columna.

- **Root node error:** representa el porcentaje de observaciones dispuestas correctamente en los nodos de división (nodos principales).
- **Cp:** Esta columna contiene los valores del parámetro de complejidad para cada división.
- **nsplit:** representa el número de divisiones generadas para la obtención del (Cp) respectivo a cada (nsplit).
- **rel error:** representa el error porcentual relativo.
- **x error:** es el error porcentual de validación cruzada.

Tabla 25. Cp óptimo y error relativo para el primer conjunto de datos.

TRAIN DATA (n=66096)			
Root node error: 5340/66096 = 0.080792			
Cp	nsplit	rel error	xerror
0,0017166	0	1,00000	1,00000
0,0013109	6	0,98970	0,99607
0,0011236	8	0,98708	0,99588
0,00074906	10	0,98483	0,99457
0,00065543	12	0,98333	0,99719
<b>0,0005618</b>	<b>15</b>	<b>0,98127</b>	<b>1,00000</b>
0,00046816	19	0,97903	0,99906
0,00042135	21	0,97809	0,99981
0,00037453	26	0,97547	1,00150
0,00034332	46	0,96610	1,00412

En la Figura 40 muestra como el crecimiento del árbol para el segundo conjunto de datos toma estabilidad en la división (nsplit) número 20, con un Cp de 0,0010734 y un error relativo de 0,95835, datos que no permiten un sobreajuste peor aún una pérdida de información para la construcción del árbol respectivo.

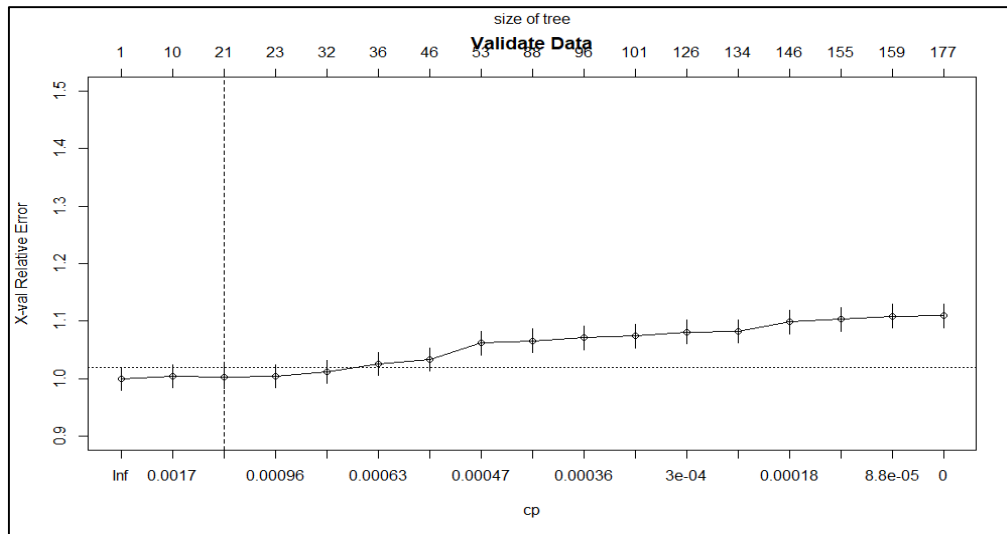


Figura 40 Presentación del Cp para el segundo conjunto de datos.

La Tabla 26 contiene los valores de cada división, donde se resalta el valor del Cp óptimo de estabilidad del árbol para el segundo conjunto de datos, además del error nodal considerado en este modelo.

Tabla 26. Cp óptimo y error relativo para el segundo conjunto de datos.

VALIDATE DATA (n=28503)			
Root node error: 2329/28503 = 0.081711			
Cp	nsplit	rel error	xerror
0,0017788	0	1,00000	1,0000
0,0017175	9	0,98283	1,0034
<b>0,0010734</b>	<b>20</b>	<b>0,95835</b>	<b>1,0030</b>
0,00085874	22	0,95620	1,0043
0,00064405	31	0,94805	1,0112
0,00061338	35	0,94547	1,0253
0,00051524	45	0,93860	1,0331
0,00042937	52	0,93388	1,0618

La determinación del Cp óptimo se realizó bajo el concepto de error nodal (Root Node Error), que es la tasa de error calculada en la muestra de entrenamiento (TRAIN DATA) y bajo el criterio gráfico de estabilidad de crecimiento del árbol de decisión.

Este análisis gráfico aprueba determinar el Cp óptimo, resaltando el valor apropiado; cumpliendo que se encuentra por debajo del 1 % y validando la estabilización del árbol. Este valor admitirá un posterior proceso de poda del árbol de decisión, que permita entregar información confiable y con el mínimo de impurezas de información.

El valor del Cp se considera tomar solo de los dos tercios del total de los datos que comprende el primer conjunto de datos “Entrenamiento”, es decir que un tercio de

datos se usa para estimar el OOB y validar el modelo, razón por la cual el 70 % aproximadamente restante se utiliza para determinar el parámetro óptimo, considerando también que este conjunto comprende la mayoría de datos en estudio, además este valor porcentual aproximado (70 %) está determinado mediante un proceso experimental para reducir el error cuadrático medio.

### 3.2.3 Presentación de la poda del árbol según parámetro de complejidad óptimo.

El parámetro de complejidad ( $C_p$ ) determinado en el proceso anterior nos permite podar un árbol sobre ajustado, es decir demasiado creciente o lo que es lo mismo nos permite hacer crecer al árbol hasta un punto máximo, delimitado por el  $C_p$ .

El árbol podado nos presentara información más confiable para determinar patrones de comportamiento en el análisis de la base de datos en estudio y poder determinar los factores más relevantes que influyen en un siniestro de tránsito.

La Figura 41 presenta el árbol de decisión podado mediante un  $C_p$  óptimo, por lo tanto, se tiene que los nodos iniciales están encabezados por el nombre de cada variable (CLASEF, REGIÓN, HORAF, AÑO, DÍA, MES, ZONA, FECHAF) y los números enteros simbolizan la cantidad de nodos terminales presentes para el modelo.

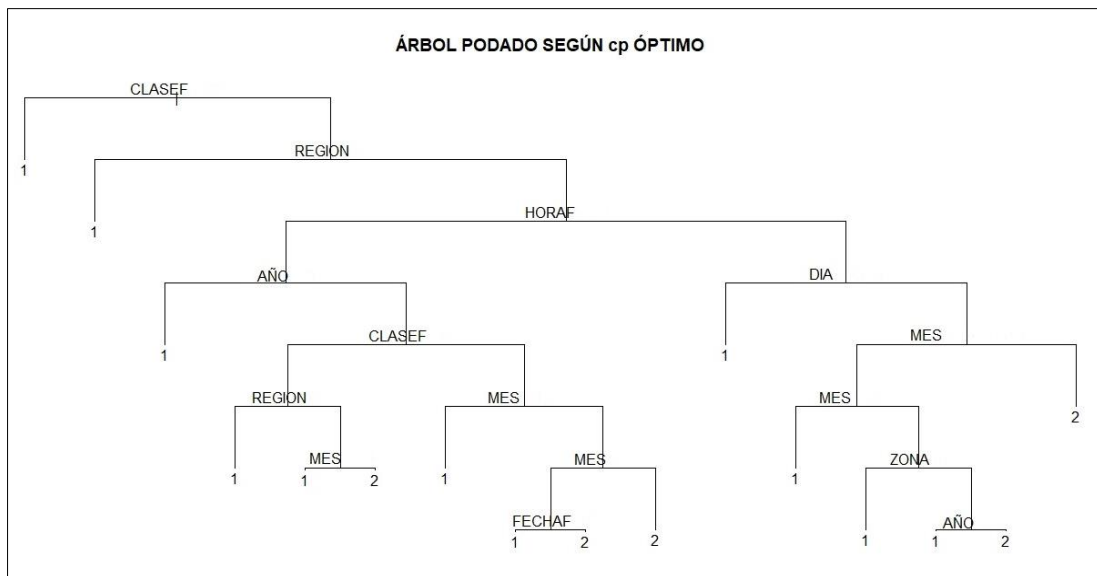


Figura 41. Árbol podado según el  $C_p$  óptimo.

### 3.2.4 Presentación de los árboles de clasificación

Tomando en cuenta que para la presentación de los árboles de clasificación se realizaron categorización y sub categorizaciones de algunas variables según la necesidad del caso, pudiendo así reducir la concentración de opciones en una sola variable. Una de ellas que se encuentra aglomerada es la variable de entrada “CAUSA” que inicialmente contiene inscrito 28 opciones y mediante una subcategorización se reestructuro, denominándole “FACTOR” llegando a contener 6 opciones, que posteriormente en la Tabla 28 se puede observar.

Para entender los árboles CART se necesita conocer la variable de entrada “CAUSA”, que en la Tabla 27 se presenta con sus opciones inscritas inicialmente las mismas que se encuentran con un color característico que posteriormente en la Tabla 28 se utiliza para emplear una subcategorización.

**Tabla 27.** Categorización de la variable CAUSA  
Fuente: (ANT, 2019)

Variable: CAUSA		
Categoría	Descripción	Id
1	Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos (curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.)	AROVVM
2	Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas	BSVEM
3	Caso fortuito o fuerza mayor (derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.)	FM
4	Condiciones ambientales y/o atmosféricas	CA
5	Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos	CBIASEP
6	Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor)	CDCT
7	Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga).	CES
8	Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.	CSCV
9	Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	CVSLV
10	Daños mecánicos previsibles.	DM
11	Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	DRP
12	Dispositivo regulador de tránsito en mal estado de funcionamiento	SMEF
13	El conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que entrañen peligro (zonas de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes)	DEVZP
14	Falla mecánica en los sistemas del vehículo y/o neumáticos	FMS
15	Malas condiciones de la vía y/o configuración.	MCV
16	No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	NCDVV
17	No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.	NCDVP
18	No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos.	NGDLM
19	No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	NMDP
20	No respetar las señales manuales del agente de tránsito.	NRSMAT
21	No respetar las señales reglamentarias de tránsito.	NRSRT
22	No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	NTXA
23	Peatón que cruza la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).	PCCSRS
24	Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	TBIASEP
25	Peso y volumen-no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.	PV
26	Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, etc.).	PAEV
27	Realizar cambio brusco o indebido de carril.	RCBC
28	Uso de celular-conducir desatento a las condiciones de tránsito	UC

En la subcategorización de la Tabla 28 está identificados cada tipo de Causa acontecida en un siniestro de tránsito de la Base de Datos en estudio, con un color característico respectivo para cada Factor Definido.



La subcategorización comprende una unión de tipos de causas que comprenden destinación a cada grupo Factor Definido, ver Tabla 28.

**Tabla 28.** Subcategorización de la variable CAUSA

<b>Variable: CAUSA-SUBCATEGORIZADA</b>			
Sub-Cat.	Factores	Cat. Original	ID
1	Factor Humano (Conductor)	1	AROVN
		5	CBIASEP
		6	CDCT
		7	CES
		8	CSCV
		9	CVSLV
		11	DRP
		16	NCDVV
		17	NCDVP
		18	NGDLM
		19	NMDP
		20	NRSMAT
		21	NRSRT
		27	RCBC
28	UC		
2	Factor Humano (Peatón)	2	BSVEM
		22	NTXA
		23	PCCSRS
		24	TBIASEP
3	Factor Vía	3	FM
		12	SMEF
		15	MCV
		26	PAEV
4	Factor Vehículo	10	DM
		14	FMS
5	Factor Marco Normativo	13	DEVZP
		25	PV
6	Factor Climático	4	CA

En el análisis y construcción de clasificación y árboles de regresión propuesto, se realizarán los árboles correspondientes para cada subconjunto de datos de entrenamiento y validación descritos anteriormente.

### 3.2.4.1 Árboles vinculados con la variable factor

Entonces se presentan a continuación los árboles correspondientes, con la variable “Factor” que toma los siguientes valores representados en la tabla 29 descrita a continuación.

**Tabla 29.** Valores considerados para las opciones inscritas en la variable de entrada “FACTOR”

<b>FACTOR</b>	<b>VALOR</b>
Humano (Conductor)	1
Humano (Peatón)	2
Vía	3
Vehículo	4
Marco Normativo	5
Climático	6

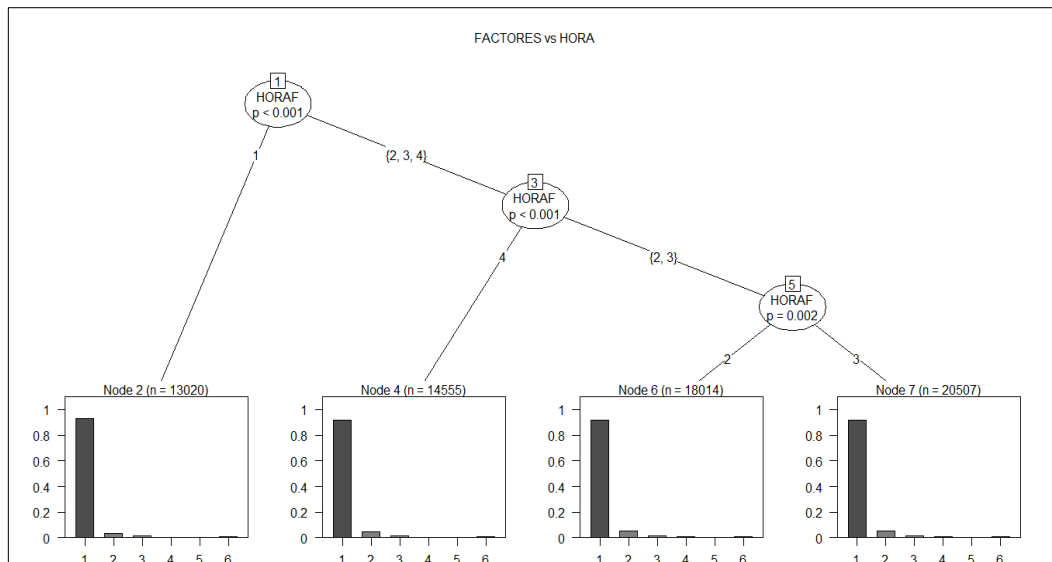
Para determinar la matriz de confusión y aplicar el comando (Summary) comprendido en el software, se necesita aplicar el método de predicción a los datos de validación (Validate data) que corresponden a 1/3 del total de los datos.

La matriz de confusión valida los datos de entrenamiento tomando en cuenta la variable de entrada y como variables predictoras las seleccionadas en cada modelo de árbol respectivo.

Los arboles presentados a continuación carecen de matriz de confusión debido a que el modelo de predicción está basado en cuatro aspectos de los cuales el más sobresaliente es “usar MDA y MDG es más robusto que usar uno solo de ellos”, además la predicción esta validada por tener un error de estimación (OOB) inferior al 10%.

Una vez realizada esa descripción se procede a obtener y describir cada uno de los árboles de clasificación.

El árbol de clasificación de la Figura 42 presentan en sus nodos principales (1, 3 y 5), que pertenecen a la variable denominada HORA, observando que en el nodo principal uno, hacia la izquierda que presenta la opción {1-Madrugada}, llegando al primer nodo terminal dos, donde se grafican los porcentajes de histogramas de los factores {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 91% - F. Humano(Peatón) 5 % - F. Vía 3% - F. Vehículo 0% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 1% }, en el ramal derecho se presentan las opciones {2,3,4-Mañana-Tarde-Noche}, llegando al nodo principal tres; en este nodo se encuentra la opción {4-noche}, llegando al segundo nodo terminal cuatro que presentan los histogramas de los factores {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 90% - F. Humano(Peatón) 6 % - F. Vía 3% - F. Vehículo 0% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 1% }, para la división {2,3-Mañana-Tarde}, llegando al nodo principal cinco, donde hacia la izquierda se encuentra el ramal {2-Mañana} que finaliza en el nodo terminal seis con los porcentajes {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 87% - F. Humano (Peatón) 6 % - F. Vía 5% - F. Vehículo 1% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 1% }, mientras que para el ramal derecho {3-Tarde} se termina en el nodo final siete con porcentajes idénticos en los histogramas respectivos del nodo terminal seis.



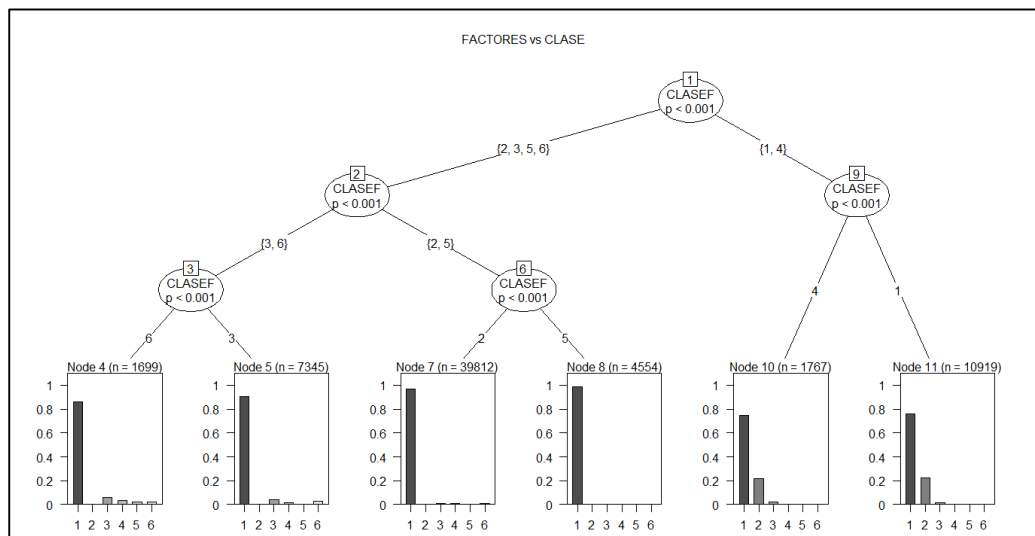
**Figura 42.** Árbol Factores vs Hora.

Como resumen de la figura se tiene que en análisis grafico del árbol de decisión el factor más influyente en todos los nodos representados es el {1-F. Humano (conductor)} que representa más del 80 % de los valores categorizados.

En el árbol que se presenta en la Figura 43 se observan cinco nodos principales de la variable denominada CLASE y seis nodos terminales, en donde el nodo principal (1), en el ramal izquierdo presenta las opciones de {2,3,5,6-Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Roces-Vuelco}, llegando al segundo nodo principal (2), que se divide en dos ramificaciones, hacia la izquierda se presentan {3,6- Pérdida C. y/o P.-Vuelco} que mediante esta ramificación se encuentra el tercer nodo principal que se subdivide en dos ramificaciones finales, hacia la izquierda llegando al primer nodo final cuatro que presenta los porcentajes de histogramas de los factores analizados en la variable {6-Vuelco} de este modelo {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 83% - F. Humano(Peatón) 0% - F. Vía 8% - F. Vehículo 4% - F. Marco Normativo 2% - F. Climático 3%}; en el sub ramificación derecha {3- Pérdida C. y/o P.} llegando al segundo nodo terminal cinco presentando los siguientes porcentajes de los factores analizados para el modelo de variable analizada {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 89% - F. Humano(Peatón) 0% - F. Vía 6% - F. Vehículo 2% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 3%}.

Para el nodo principal dos el árbol presenta una ramificación hacia la derecha con las alternativas {2,5-Colisiones-Roces} que permiten llegar al cuarto nodo principal seis que se sub ramifica hacia la izquierda con la alternativa {2-Colisiones}, presentando el nodo final siete con los porcentajes siguientes para la alternativa analizada en el modelo {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 97% - F. Humano(Peatón) 0% - F. Vía 1% - F. Vehículo 1% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 1%}, mientras a la derecha la alternativa {5-Roces} permite llegar al nodo final ocho presentando los porcentajes siguientes {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 99% - F. Humano(Peatón) 0% - F. Vía 0.5% - F. Vehículo 0% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 0.5%}.

Siguiendo en el análisis del árbol, el nodo principal uno en su ramal derecho presenta las opciones {1,4-Atropellos-Caídas}, llegando al quinto nodo principal nueve en el cual se subdividen los ramales hacia el lado izquierdo con la variable {4-Caídas} la misma que permite llegar al nodo terminal diez donde se presentan los siguientes porcentajes {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 75% - F. Humano(Peatón) 20 % - F. Vía 5% - F. Vehículo 0% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 0% }, y hacia el ramal derecho con la variable {1-Atropellos} que conecta al nodo terminal once en el cual se presentan los porcentajes respectivos para la variable en análisis {1,2,3,4,5,6-F. Humano (Conductor) 77% - F. Humano(Peatón) 20 % - F. Vía 3% - F. Vehículo 0% - F. Marco Normativo 0% - F. Climático 0% }.



**Figura 43.** Árbol Factor vs Clase

A manera de resumen en el presente árbol se establece que el {1-F. Humano (conductor)} es el factor más influyente correspondiendo a un porcentaje mayor al 70 % de los valores analizados en cada nodo para este modelo de árbol.

### 3.2.4.2 Desglose de la variable factor.

El desglose de la variable “factor” presenta cada tipo de causa presente en el conjunto factor definido en la subcategorización, donde cada árbol correspondiente presenta el porcentaje de la de causa implicada en el accidente.

Para explicación de los árboles característicos a cada desglose de la variable factor, se tomará en cuenta el porcentaje de histogramas de cada nodo final, para las principales causas más relevantes que se obtendrán al final, teniendo así una breve explicación del árbol de decisión presente a cada modelo.

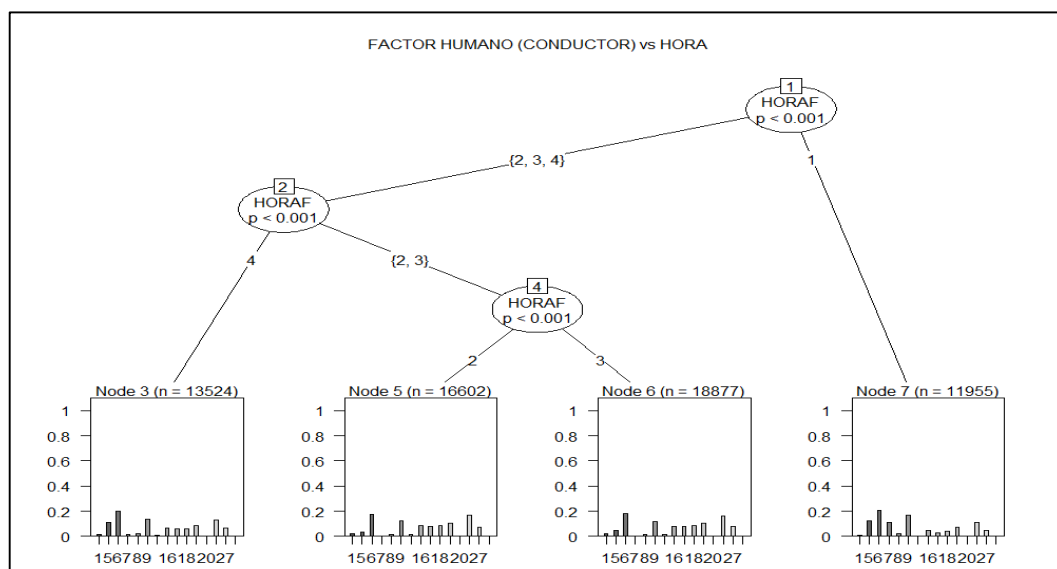
### 3.2.4.3 Árboles vinculados con la variable factor humano - conductor.

La Figura 44 muestra como uno de los factores de más alta influencia en el análisis general, provocan otros resultados relevantes en el desglose desde la variable factor que agrupa a las causas respectivas provocadas en un siniestro de tránsito.

El árbol presenta tres nodos principales de la variable llamada HORA, en el cual para el nodo principal uno se tienen dos ramificaciones hacia la izquierda con las opciones {2,3,4-Maññana-Tarde-Noche} que conectan a un segundo nodo principal dos, el cual se sub ramifica hacia la izquierda con la variante {4-Noche} que permite concluir con el nodo final tres que presenta los porcentajes de las causas más relevantes {5,6,9-CBIASEP 16% - CDCT 21% - CVSLV 18% }.

Para el nodo principal dos la sub ramificación hacia la derecha contiene las variantes {2,3-Maññana-Tarde} que conectan a un nodo principal cuatro que se sub ramifica hacia la izquierda con la variante {2-Maññana} que concluye con el nodo terminal cinco que presentan los siguientes porcentajes {6,9,21-CDCT 19% - CVSLV 16% - NRSRT 18% }; para la ramificación derecha la variante que conecta al nodo terminal seis, es {3-Tarde} que presentan los porcentajes siguientes {6,9,21-CDCT 20% - CVSLV 15% - NRSRT 19% }.

La ramificación del nodo principal uno, hacia la derecha contiene la opción {1-Madrugada} que conecta directamente al nodo terminal siete, dónde se encuentran los siguientes porcentajes de las causas más relevantes {5,6,9-CBIASEP 15% - CDCT 21% - CVSLV 19% }.



**Figura 44.** Árbol Factor humano (conductor) vs Hora.

En resumen, la figura anterior se establece que la causa más relevante en cualquier periodo del día donde se ha acontecido un siniestro de tránsito es {6-CDCT}.

El árbol de la Figura 45 contiene cuatro nodos principales de la variable denominada CLASE, en el cual el nodo principal uno se ramifica hacia la izquierda con las opciones {2,3,4,5,6-Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Caídas-Roces-Vuelco}, que conectan hacia un nodo principal dos, el cual también contiene su ramal hacia la izquierda con las opciones {2,3,5,6-Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Roces-Vuelco} que permiten unir al siguiente nodo principal tres el cual se sub ramifica hacia la izquierda con la variante {5-Roces} la cual concluye con un nodo terminal cuatro que presentan los porcentajes respectivos de las causas más relevantes {1,6,18-AROV M 10% - CDCT 8% -NGDLM 59% }, mientras que en la sub ramificación derecha se conecta a otro nodo principal cinco mediante las opciones {2,3,6-

Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Vuelco}, que a su vez el nodo principal se sub ramifica hacia el lado izquierdo con la variante {3- Pérdida C. y/o P.} que conecta al nodo terminal seis que presenta los porcentajes siguientes {6,9,27-CDCT 40% - CVSLV 28% - RCBC 9%}; y hacia el lado izquierdo conecta al nodo terminal siete mediante las opciones {2,6-Colisiones-Vuelco} que presentan los porcentajes siguientes {6,19,21-CDCT 17%-NMDP 16%-NRSRT 21%}.

En el nodo principal dos la ramificación derecha conecta directamente al nodo terminal ocho mediante la opción {4-Caídas} donde se observan los porcentajes siguientes de las variables más influyentes {6,9,11-CDCT 38% - CVSLV 9% - DRP 40%}.

Terminando con el análisis gráfico, el nodo principal uno en su ramificación derecha también conecta directamente al nodo terminal nueve mediante la opción {1-Atropellos} que a su vez presenta los siguientes porcentajes de influencia en el análisis de la variable respectiva {6,9,17- CDCT 18% - CVSLV 18% - NCDVP 44%}.

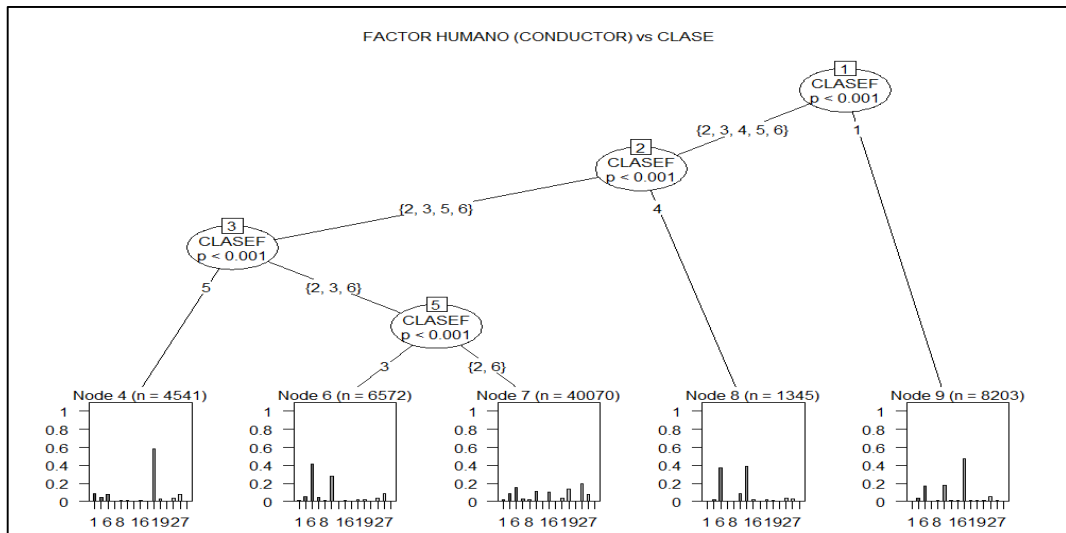
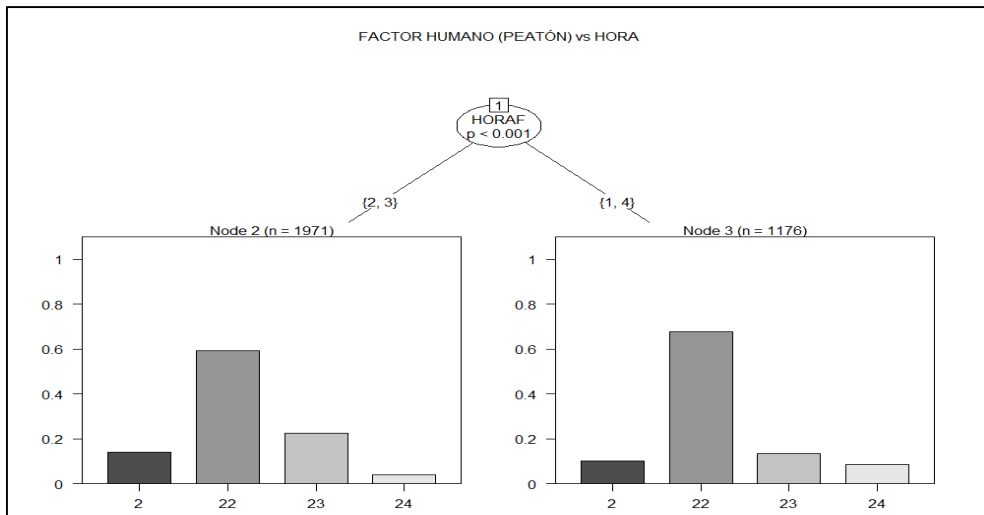


Figura 45. Árbol Factor humano (conductor) vs Clase.

Finalizando con el análisis gráfico de la figura mostrada anteriormente, en este árbol de decisión se encuentra que la causa {6-CDCT} es la mayor influyente no con el mayor porcentaje, pero es la que presenta de manera porcentual en todas las clases de siniestros analizados en el presente árbol.

### 3.2.4.4 Árboles vinculados con la variable factor humano – peatón.

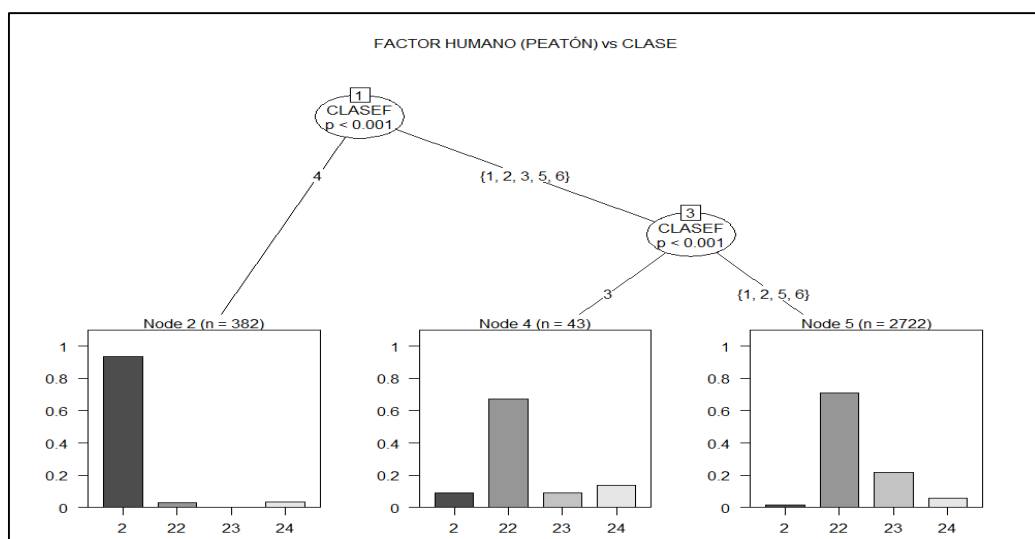
El siguiente árbol que se presenta en la Figura 46 presenta un nodo principal uno perteneciente a la variable HORA, la cual presenta dos ramificaciones, hacia la izquierda con las opciones {2,3-Mañana-Tarde} que conectan al primer nodo terminal dos el cual presenta los porcentajes respectivos de las causas más relevantes {2,22,23-BSVEM 16%- NTXA 60%- PCCSRS 22%}, y hacia la derecha con las opciones {1,4-Madrugada-Noche} que concluyen con el segundo nodo terminal tres que presenta los porcentajes respectivos de las causas relevantes {2,22,23-BSVEM 10%- NTXA 68%- PCCSRS 12%}.



**Figura 46.** Árbol Factor humano (peatón) vs Hora.

Finalmente se resume que en la Figura 46 la causa más relevante está reflejada en {22-NTXA} con un porcentaje mayor al 60% de los datos analizados en este modelo.

La Figura 47 muestra un árbol cuyo nodo inicial uno pertenece a la variable CLASE la cual contiene dos ramificaciones hacia la izquierda que conecta con el primer nodo terminal dos mediante la variante {4-Caídas}, donde se presenta el porcentaje de la variable más representativa para este modelo {2-BSVEM 94%}. Siguiendo con el análisis hacia el ramal derecho se conecta con un segundo nodo principal tres mediante las opciones {1,2,3,5,6 -Atropellos-Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Roces-Vuelco}, el mismo que a su vez se subdivide en dos ramales izquierdo y derecho hasta concluir en los nodos finales cuatro mediante la opción {3- Pérdida C. y/o P.} que presenta el porcentaje siguiente para la causa más relevante {22-NTXA 68%}; y hacia el siguiente nodo final cinco mediante las variantes {1,2,5,6-Atropellos-Colisiones-Roces-Vuelco} donde al igual que el nodo final anterior se presenta el porcentaje de la causa más relevante {22-NTXA 72%}.



**Figura 47.** Árbol Factor humano (peatón) vs Clase.

En resumen, la figura anterior destaca dos causas más relevantes para su clase respectiva, es decir, que para una clase de accidente de tipo {4-Caídas} se tiene la causa {2-BSVEM} que representa aproximadamente más del 90% de los datos analizados en el modelo y con la causa {22-NTXA} mayor al 65% de los valores analizados que involucran las demás clases descritas y analizadas en el árbol de decisión.

### 3.2.4.5 Árboles vinculados con la variable factor vía.

La Figura 48 presente se dispone de un solo nodo general, donde se observan los porcentajes de los histogramas (3,12,15,26 -FM 56% - SMEF 2% - MCV 22% - PAEV 20%), respectivamente para cada variable categorizada en los capítulos anteriores. Dando lugar a que la variable (3-FM) es la más influyente para este caso.

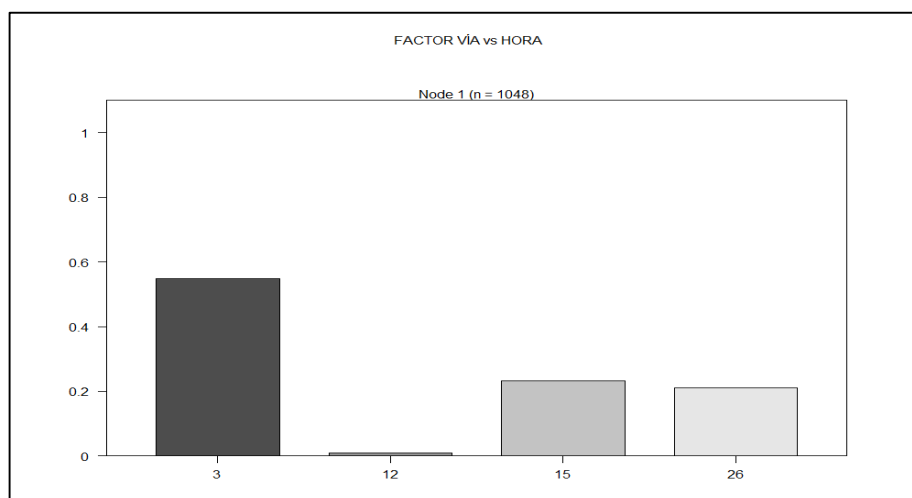
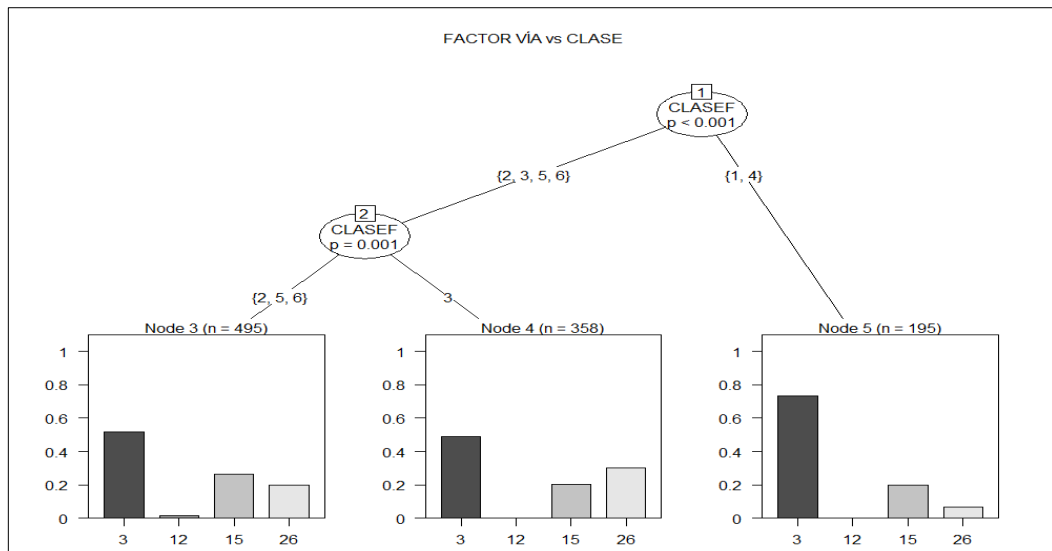


Figura 48. Árbol Factor Vía vs Hora.

En el siguiente árbol que muestra la Figura 49 se observa un nodo principal uno, que pertenece a la variable CLASE, la misma que se divide en dos ramales, hacia la izquierda con las opciones {2,3,5,6 -Colisiones-Pérdida C. y/o P.-Roces-Vuelco}, que conectan con un segundo nodo principal dos que se subdivide hacia la izquierda mediante las variantes {2,5,6 -Colisiones-Roces-Vuelco} que conectan al primer nodo terminal tres que presenta los porcentajes respectivos de las variables más influyentes {3,15,26 -FM 52%-MCV 26%-PAEV 20%} y hacia la derecha de la subdivisión se conecta con el segundo nodo terminal cuatro mediante la opción {3 - Pérdida C. y/o P.} presentando los porcentajes siguientes {3,15,26 - FM 50%-MCV 20%-PAEV 30%}.

Siguiendo con el análisis del nodo principal uno, hacia la derecha se presentan las opciones {1,4-Atropellos-Caídas} que concluyen con el nodo final cinco presentando los porcentajes respectivos {3,15,26 - FM 75%-MCV 20%-PAEV 5%}.





**Figura 49.** Árbol Factor vía vs Clase.

Finalmente, como resumen del análisis para el árbol de decisión presente se tiene que la causa {3-FM} representa aproximadamente más del 50 % de los valores analizados para cada clase de accidente representado en el modelo.

## CAPÍTULO IV

### 4 ANALISIS DE RESULTADOS Y PLANTEAMIENTO DE PROPUESTAS DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN EN PRO DE LA SEGURIDAD VIAL.

#### 4.1 Análisis de resultados

El presente proyecto de investigación permitió cumplir favorablemente cada uno de los objetivos planteados, dando una información más concreta de la seguridad vial en el Ecuador, además se realizó el análisis de los factores de mayor repercusión en los accidentes de tránsito en Ecuador del periodo 2015 al 2018.

El plan de seguridad vial del Ecuador cumple con 9 de los 13 aspectos considerados para la creación de una guía metodológica, recalando que no se realizan revisiones y modificaciones periódicas, motivo por el cual se obtiene como resultado una tasa de 12,58 muertos por cada 100.000 personas para nuestro país.

Ecuador en busca de mejorar continuamente la seguridad vial y los accidentes de tránsito cuenta con varios proyectos y fundaciones contribuyentes, sin embargo, en base a los resultados obtenidos es necesario llevar un control adecuado de las mismas para crear mayor impacto y sensibilizar tanto a conductores como a los usuarios de las vías (peatón).

Con la estadística descriptiva de la base de datos se permitió conocer las variables más influyentes de los accidentes de tránsito, así tenemos las siguientes:

- a) El horario con mayor influencia son horas pico (en la mañana de 6:00 am a 8:00 am y en la tarde 18:00 pm a 20:00 pm).
- b) Los días más relevantes son los fines de semana (viernes, sábados y domingos).
- c) La clase de siniestro con mayor probabilidad de suceso es el choque lateral.
- d) La zona que abarca una mayor siniestralidad es la urbana.
- e) Enero es el mes con mayor accidentabilidad.

Todo esto con el propósito de plantear estrategias para la mejora de la accidentabilidad vial.

Los indicadores de seguridad vial analizados (fallecidos por cada 100.000 personas y por cada 1.000 vehículos, letalidad por cada 100 accidentes; accidentes por cada 100.000 habitantes y por cada 1000 vehículos) dan una amplia perspectiva de la mortalidad y accidentabilidad existente en el país, por lo cual se destaca que las instituciones que contribuyen con la seguridad vial no cumplen a cabalidad con el levantamiento y control de información ya que según estos indicadores Ecuador presenta una mortalidad de tendencia lineal creciente (con pendiente positiva) y una accidentabilidad de tendencia decreciente en relación a los años.

La metodología de clasificación y árboles de regresión “CART” se basan en la predicción de datos mediante estadística, determinan los factores y causas más relevantes por las que se producen los accidentes de tránsito en nuestro país en un periodo de tiempo de tres años, es decir 2015-2018, obteniendo como resultado principal que el factor humano

(conductor) es el mayor accionante de la mayoría de los accidentes de tránsito ya que obtiene aproximadamente más del 70% de culpabilidad.

Sin duda alguna un accidente de tránsito tiene lugar por diversos motivos o causas y debido a que el factor humano (conductor) es el partícipe primordial; para el análisis se tomó en cuenta a los árboles de clasificación referidos para el mismo, obteniendo como resultado 3 causas principales:

- a) **Causa con categoría número 6 (CDCT):** tiene la descripción de Conducir Desatento a las Condiciones de Tránsito, es decir hacer uso del celular, pantallas de video, comida, maquillaje, etc.
- b) **Causa con categoría número 9 (CVSLV):** su descripción es Conducir Vehículos Superando los Límites de Velocidad.
- c) **Causa con categoría número 21 (NRSRT):** su descripción es la siguiente No Respetar las Señales Reglamentarias de Tránsito, pudiendo ser estas señales de pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.

#### 4.2 Planteamiento de líneas estratégicas de actuación en el pro de la seguridad vial

Para el planteamiento de las estrategias se toma en cuenta el pilar estratégico número tres del Plan de Seguridad Vial del Ecuador, el cual hace mención a “Usuarios de las vías más seguros” ya que toma al usuario de las vías de tránsito como su eje fundamental.

Las causas principales obtenidas anteriormente son tomadas como objetivos estratégicos ya que para cada una de ellas se planteará estrategias para disminuir en lo posible la cantidad de fallecidos y lesionados que son víctimas de los accidentes de tránsito ocasionadas por estas causas.

Por lo dicho anteriormente, según las actividades y estrategias que serán planteadas se originan diversos efectos e impactos los cuales serán medibles gracias a los diferentes indicadores que hace mención la Oficina Internacional del Trabajo (OIT, 2019).

- **Indicadores de gestión:** sirven para ejecutar monitoreo de procesos, insumos y actividades para lograr productos específicos de una política o programa, por lo general miden costos, relación entre dos variables, etc.
- **Indicadores de resultado o producto:** relacionan bienes y servicios por lo que miden la variación entre estos dos, generando un incremento en el producto.
- **Indicadores de efecto:** relaciona las consecuencias de las acciones, la formación y desarrollo de las personas o la población en general con la demanda total de los participantes, es decir como resultado de estas acciones se obtendrá una consecuencia, además miden las tasas de crecimiento o decrecimiento de población, vehículos, etc.
- **Indicadores de impacto:** miden en periodos de mediano y largo plazo el cambio que tiene la población una vez que se realiza una acción sobre ellos. (OIT, 2019)

Las Tablas 30, 31 y 32 indican las estrategias propuestas para cada una de las causas principales obtenidas anteriormente.

**Tabla 30. Estrategias para la causa CDCT**

<b>Indicadores pilar estratégico de “Usuarios de vías de tránsito más seguros”</b>	
<b>Información general</b>	
Objetivo estratégico	Disminuir del número de mortalidad y personas lesionadas ocasionados por una conducción desatenta a las condiciones de tránsito.
Nombre del indicador	Estrategias de cultura y actitudes que toman los usuarios de las vías.
Descripción del indicador y actividades	<p>Este indicador permitirá generar una sociedad más consciente y respetable para una condición adecuada y más segura.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Mejorar la calidad de auditorías a los organismos de control para una conducción segura.</li><li>- Concienciación sobre la utilización de manos libres en la conducción.</li><li>- Mejorar la calidad de educación y seguridad vial a los usuarios de las vías (conductores, peatones, ciclistas motociclistas, etc.)</li><li>- Realizar estudios que permitan la adecuación o readecuación de áreas para descanso y parkings.</li><li>- Campañas de concientización sobre las distracciones, modos de conducción y sus consecuencias.</li></ul>
Tipo de indicador	Indicador de efecto
Pilar asociado	Usuarios más seguros
Ente encargado de la acción	La Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y sus órganos desconcentrados
Ente participante de la acción	Agencia Nacional de Tránsito ANT
Colaboradores externos	Gobiernos Autónomos Descentralizados
Escala de actuación	Nivel nacional

**Tabla 31.** Estrategias para la causa CVSLV

<b>Indicadores pilar estratégico de “Usuarios de vías de tránsito más seguros”</b>	
<b>Información general</b>	
Objetivo estratégico	Reducir la cantidad de muertes y lesionados producidos por conducir vehículos sobrepasando los límites de velocidad establecidos.
Nombre del indicador	Reglamentación y seguimiento de los límites de velocidad en carreteras.
Descripción del indicador y actividades	<p>La reglamentación obligará a conductores a circular respetando los límites de velocidad y conjuntamente con el seguimiento se implementarán nuevas medidas para el cumplimiento del mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar estudios que permitan la adecuación o readecuación de fotoradares en la infraestructura vial.</li><li>- Control y seguimiento de velocidad en puntos negros.</li><li>- Campañas de concienciación de velocidad a los conductores.</li><li>- Realizar una propuesta de recuperación de puntos para la licencia, a personas que cumplan los límites de velocidad.</li><li>- Incrementar controles para la verificación de tipos de licencias para la conducción.</li></ul>
Tipo de indicador	Indicador de efecto
Pilar asociado	Usuarios más seguros
Ente encargado de la acción	Agencia Nacional de Tránsito ANT
Ente participante de la acción	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
Colaboradores externos	Gobiernos Autónomos Descentralizados
Escala de actuación	Nivel nacional

**Tabla 32.** Estrategias para la causa NRSRT

<b>Indicadores pilar estratégico de “Usuarios de vías de tránsito más seguros”</b>	
<b>Información general</b>	
Objetivo estratégico	Aminorar la cantidad de personas que son víctimas de los accidentes de tránsito producidos por no respetar las señales de tránsito establecidas.
Nombre del indicador	Fortalecimiento de la formación educacional vial de las personas que hacen uso de las redes viales.
Descripción del indicador y actividades	<p>En el marco del sistema educacional e infraestructura vial se formulan las siguientes acciones.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar estudios previos de vías como autopistas, avenidas, para la correcta instalación de señalización de tráfico.</li><li>- Mejorar la seguridad en intersecciones</li><li>- Inspecciones regulares del estado físico y ubicación geográfica de los dispositivos reguladores de tráfico (semáforos,)</li><li>- Implementar políticas e iniciativas de seguridad vial en instituciones educativas.</li><li>- Proponer campañas de conocimiento y respeto a las señales de tránsito (físicas y manuales) para la población en general.</li></ul>
Tipo de indicador	Indicador de efecto
Pilar asociado	Usuarios más seguros
Ente encargado de la acción	Agencia Nacional de Tránsito ANT
Ente participante de la acción	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
Colaboradores externos	Gobiernos Autónomos Descentralizados
Escala de actuación	Nivel nacional

## CAPÍTULO V

### 5 Conclusiones

- La región sierra y la zona urbana son las variables que contienen la mayor cantidad de accidentabilidad en Ecuador ya que cada una aborda el 37,56 % y el 69,41% respectivamente del total de los accidentes de tránsito ocasionados en el periodo enero 2015 - agosto 2018.
- Mediante el análisis de histogramas la mayor cantidad de accidentabilidad del Ecuador ocurre los fines de semana, es decir, viernes, sábados y domingos, mismos que suman un total de 49,53 % y en el horario comprendido entre 18:00 a 20:00 con el 11,34%, todo esto debido a la gran cantidad de vehículos automotor en circulación ya sea por días laborables o días feriados, además el horario antes mencionado abarca horas pico, es decir horas en las cuales las personas salen de sus trabajos y planteles educativos provocando mayor tráfico vehicular y mayor riesgo de accidentes.
- El análisis gráfico de la siniestralidad en Ecuador versus la venta de vehículos demuestra que el incremento del parque automotor no afecta y de ninguna manera está relacionado con la cantidad de accidentes de tránsito ocasionados en el periodo enero 2015 – agosto 2018, dando la certeza que el primordial causante de los accidentes es el factor humano por cuanto se debe tomar medidas basadas en este factor.
- El año 2018 contiene datos de accidentabilidad hasta el mes de agosto, sin embargo, se registra que este año contiene la mayor letalidad con un total de 8 víctimas fallecidas por cada 100 vehículos, todo esto sin aplicar el factor corrector recomendado por la OISEVI, su incremento en la tasa de letalidad en comparación con el año 2015 es de 2 fallecidos por cada 100 accidentes de tránsito.
- Mediante el análisis del método CART el factor humano (conductor), es el mayor responsable involucrado en la cantidad de accidentes de tránsito con culpabilidad superior al 85 % obtenidas del promedio entre hora y clase de siniestro, puesto que sus acciones tomadas en la conducción representan falta atención a la vía y a las condiciones de tránsito.
- La variable conducción desatenta es la causa que abarca la mayor cantidad de choques con el 24 % según el análisis del método CART, debido a que dicho choque puede ser de manera lateral, frontal o posterior, no respetar las señales de tránsito y superar los límites de velocidad, también son causas fundamentales para que la accidentabilidad y el número de fallecidos aumente en Ecuador.
- Mediante el análisis del método CART el choque lateral aborda el 28 % de accidentabilidad, por cuanto es la clase de siniestro con mayor frecuencia, relacionándose directa o indirectamente con la siniestralidad en fines de semana y a horarios comprendidos entre 18:00 y 20:00 horas, aumentando conjuntamente la probabilidad de producir accidentes de tránsito.

## **6 Recomendaciones**

- Se debe implementar una mejor evaluación del Plan de Seguridad Vial y sus estrategias por parte de la Agencia Nacional de Tránsito y sus órganos colaboradores, con el fin de disminuir la tasa de fallecidos y lesionados producidos por los accidentes de tránsito.
- Tanto las escuelas de conducción profesionales y no profesionales deben contribuir a la concientización del cumplimiento de las leyes, normas y señales de tránsito, puesto que el conductor obtiene la mayor parte de culpabilidad en lo accidentes de tránsito y de él dependerá si un accidente llega a suscitarse.
- Las unidades educativas del país deben implementar a la educación vial como una asignatura, debido a que se tendrá mayor influencia de cumplimiento por parte de los niños, jóvenes y adolescentes al momento de formar parte de las redes viales ya sea como usuarios o conductores.
- Se recomienda que la recopilación integre mayores variables e integren definiciones internacionales cuanto se refiere a descripción de causas y clases de siniestros provocados, seguido de un formato de recolección de datos consolidado de manera generalizada.



## 7 Bibliografía

- ANT. (25 de 06 de 2012). *www.obraspublicas.gob.ec*. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de [www.obraspublicas.gob.ec: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf)
- Acuna, D. E. (2010). *Course Hero*. Recuperado el 12 de 06 de 2019, de Course Hero: [math.uprm.edu/~edgar](http://math.uprm.edu/~edgar)
- AEADE. (2018). *www.aeade.net*. Recuperado el 08 de 08 de 2019, de [www.aeade.net: http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2018/12/boletin%2027%20espanol%20resumido.pdf](http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2018/12/boletin%2027%20espanol%20resumido.pdf)
- Agencia Nacional de Tránsito . (2013). *www.obraspublicas.gob.ec*. Recuperado el 11 de 04 de 2019, de [www.obraspublicas.gob.ec: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/DIA1\\_02\\_ANT\\_Plan\\_Nacional\\_Seguridad\\_Vial.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/DIA1_02_ANT_Plan_Nacional_Seguridad_Vial.pdf)
- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *www.ant.gob.ec*. Recuperado el 18 de 03 de 2019, de [www.ant.gob.ec: https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro](https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro)
- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *www.ant.gob.ec*. Recuperado el 18 de 03 de 2019, de [www.ant.gob.ec: https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro/estadisticas-2#.XJAblaBKJIU](https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro/estadisticas-2#.XJAblaBKJIU)
- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *www.ant.gob.ec*. Recuperado el 18 de 03 de 2019, de [www.ant.gob.ec: https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro/estadisticas-3#.XJAKSaBKJIU](https://www.ant.gob.ec/index.php/transporte-seguro/estadisticas-3#.XJAKSaBKJIU)
- Agencia Nacional de Tránsito. (2019). *www.ant.gob.ec*. Recuperado el 18 de 03 de 2019, de [www.ant.gob.ec: https://www.ant.gob.ec/phocadownload/pasajero\\_seguro/pasajero\\_seguro\\_diptico\\_web.pdf](https://www.ant.gob.ec/phocadownload/pasajero_seguro/pasajero_seguro_diptico_web.pdf)
- ANT. (2019). *www.ant.gob.ec*. Recuperado el 22 de 08 de 2019, de [www.ant.gob.ec: https://www.ant.gob.ec/index.php/estadisticas](https://www.ant.gob.ec/index.php/estadisticas)
- Aparicio Izquierdo, F. (2011). *Desarrollo y aplicación de una metodología integrada para el estudio de los accidentes de tráfico con implicación de furgonetas*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid Publicaciones. Obtenido de [http://revista.dgt.es/images/MONOGRAFIA\\_FURGOSEG.pdf](http://revista.dgt.es/images/MONOGRAFIA_FURGOSEG.pdf)
- Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas: Editorial Episteme.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2018). *www.aeade.net*. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [www.aeade.net: https://www.aeade.net/distraido-destruido-una-iniciativa-de-la-sociedad-civil-y-las-empresas-automotrices-a-favor-de-la-seguridad-vial/](https://www.aeade.net/distraido-destruido-una-iniciativa-de-la-sociedad-civil-y-las-empresas-automotrices-a-favor-de-la-seguridad-vial/)
- Austrian Ministry for Transport Innovation and Technology. (2011). *www.bmvit.gv.at*. Recuperado el 26 de 02 de 2019, de [www.bmvit.gv.at: https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/transport/downloads/rsp2020.pdf](https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/transport/downloads/rsp2020.pdf)

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *es.scribd.com*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/doc/232021607/Guia-de-Seguridad-Vial>
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., & Stone, C. (1984). *Classification and Regression Trees*. Washington, D.C: Chapman & Hall.
- Castro, C., Jurado, R., Tómalala, F., Caguana, J., & Rosales, J. (2014). *prezi.com*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de prezi.com: <https://prezi.com/3m95jic3lifu/accidentes-de-transito-causas-y-tipos/>
- Cesvi Colombia. (2014). *es.slideshare.net*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de es.slideshare.net: <https://es.slideshare.net/windarhin/teoria-basica-de-investigacin-de-accidentes>
- Comisión Europea. (2010). *ec.europa.eu*. Recuperado el 09 de 04 de 2019, de ec.europa.eu: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects\\_sources/supreme-c\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects_sources/supreme-c_es.pdf)
- Comisión Europea. (13 de 10 de 2014). *ec.europa.eu*. Recuperado el 10 de 04 de 2019, de ec.europa.eu: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/national-road-safety-strategies\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/national-road-safety-strategies_en.pdf)
- Consejo Nacional de Seguridad Vial . (2017). *www.congreso.gob.pe*. Recuperado el 11 de 04 de 2019, de www.congreso.gob.pe: <http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2018/Transportes/files/seguridadvial/cnsv-mtc2019.pdf>
- Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes. (2014). *conapra.salud.gob.mx*. Recuperado el 28 de 02 de 2019, de conapra.salud.gob.mx: [http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/PAE\\_SV.pdf](http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/PAE_SV.pdf)
- Constante, N. (07 de 2017). *www.dspace.uce.edu.ec*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de www.dspace.uce.edu.ec: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13253/1/T-UCE-0013-Ab-167.pdf>
- Córdova Guamán, L., & Paucar Flores, C. (2014). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 08 de 08 de 2019, de dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8927?fbclid=IwAR3BwJBKTVdHx7ejXmo-hMC7YfR2Mjz4RZlZkFDxG9YpBEikrvc2JUB4pJ0>
- Deryło, Ł. (09 de 10 de 2018). *DataCamp*. Recuperado el 07 de 08 de 2019, de DataCamp: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/bootstrap-r>
- Díaz, J., & Correa, J. (12 de 2013). *revistas.usantotomas.edu.co*. Recuperado el 10 de 06 de 2019, de revistas.usantotomas.edu.co: <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/estadistica/article/viewFile/1101/1336>
- Dirección General del Tráfico. (23 de 11 de 2010). *www.dgt.es*. Recuperado el 27 de 02 de 2019, de www.dgt.es: [http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/estrategicos-2011-2020/doc/estrategico\\_2020\\_004.pdf](http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/estrategicos-2011-2020/doc/estrategico_2020_004.pdf)

- Dirección General del Tráfico. (2011). *www.dgt.es*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de [www.dgt.es: http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/sectoriales/doc/seguridad\\_vial\\_empresa.pdf](http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/sectoriales/doc/seguridad_vial_empresa.pdf)
- Educavial. (31 de 07 de 2015). *es.slideshare.net*. Recuperado el 04 de 04 de 2019, de [es.slideshare.net: https://es.slideshare.net/educavial/evolucion-de-los-accidentes-de-trnsito](https://es.slideshare.net/educavial/evolucion-de-los-accidentes-de-trnsito)
- El Telégrafo. (2017). *www.eltelegrafo.com.ec*. Recuperado el 27 de 05 de 2019, de [www.eltelegrafo.com.ec: https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/los-accidentes-de-transito-dejan-177-muertos-por-mes-en-ecuador-y-choferes-condenados](https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/los-accidentes-de-transito-dejan-177-muertos-por-mes-en-ecuador-y-choferes-condenados)
- El Universo. (2014). *www.eluniverso.com*. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [www.eluniverso.com: https://www.eluniverso.com/noticias/2014/12/03/nota/4302126/justicia-vial-covial-tiene-reparos-reformas-ley-organica-transporte](https://www.eluniverso.com/noticias/2014/12/03/nota/4302126/justicia-vial-covial-tiene-reparos-reformas-ley-organica-transporte)
- Equipo Comunicación. (04 de 2015). *www.eadic.com*. Recuperado el 09 de 05 de 2019, de [www.eadic.com: https://www.eadic.com/seguridad-vial-sostenible-holandesa-y-carreteras-un-nuevo-reto/](https://www.eadic.com/seguridad-vial-sostenible-holandesa-y-carreteras-un-nuevo-reto/)
- Evgenikos, P., Holder, Y., Ivers, R., Jacobs, G., Jan, S., Khayesi, M., . . . Yannis, G. (2010). *Manual de Seguridad Vial ara Decisores y Profesionales*. Switzerland: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas contra la Violencia Vial. (2016). *Guía iberoamericana de atención integral a víctimas de siniestros de tránsito*. Bogotá.
- Federacion Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas Contra la Violencia Vial. (2019). *contralaviolenciavial.org*. Recuperado el 15 de 04 de 2019, de [contralaviolenciavial.org: http://contralaviolenciavial.org/socios/ecuador-cavat-nicole-paredes-centro-de-apoyo-a-victimas-de-accidentes-de-transito/gmx-niv41-con73.htm](http://contralaviolenciavial.org/socios/ecuador-cavat-nicole-paredes-centro-de-apoyo-a-victimas-de-accidentes-de-transito/gmx-niv41-con73.htm)
- Federal Ministry of Transport, Building and Urban development . (2015). *ec.europa.eu*. Recuperado el 27 de 02 de 2019, de [ec.europa.eu: https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/20151210\\_2\\_germany\\_road-safety-programme-2011.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/20151210_2_germany_road-safety-programme-2011.pdf)
- Fundación CAVAT - Nicole Paredes. (2019). *cavat-nicoleparedes.org*. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [cavat-nicoleparedes.org: http://cavat-nicoleparedes.org/](http://cavat-nicoleparedes.org/)
- Fundación Corazones Azules. (2019). *fundacioncorazonessazules.org*. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [fundacioncorazonessazules.org: https://fundacioncorazonessazules.org/](https://fundacioncorazonessazules.org/)
- Fundación MAPFRE. (2017). *www.fundacionmapfre.org*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de [www.fundacionmapfre.org: https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es\\_es/images/programa-planess-seguridad-vial\\_tcm1069-235798.pdf](https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/images/programa-planess-seguridad-vial_tcm1069-235798.pdf)
- Gareth, J., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. New York: Springer. Recuperado el 07 de 08 de 2019

- Gil Martínez, C. (01 de 2018). *RPubs.com*. Recuperado el 07 de 08 de 2019, de RPubS.com:  
[https://github.com/CristinaGil/Estadistica\\_machine\\_learning\\_R](https://github.com/CristinaGil/Estadistica_machine_learning_R)
- González , J., & Ordóñez, J. (2014). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de  
dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6633/1/UPS-CT003269.pdf>
- Han, H., Guo, X., & Yu, H. (23 de 03 de 2017). *IEEE Xplore Digital Library*. Recuperado el 02 de  
08 de 2019, de IEEE Xplore Digital Library:  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7883053>
- Ibermutuamur. (2015). *ibermutua.es*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de ibermutua.es:  
[https://ibermutua.es/wp-content/uploads/2015/05/Guia\\_PlanMovilidad\\_2015.pdf](https://ibermutua.es/wp-content/uploads/2015/05/Guia_PlanMovilidad_2015.pdf)
- INEC. (2019). *www.ecuadorencifras.gob.ec*. Recuperado el 08 de 08 de 2019, de  
www.ecuadorencifras.gob.ec: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>
- Instituto de Seguridad Vial de la Fundación MAPFRE. (2009). *Prevención de los Riesgos  
Laborales Viales*. Madrid.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INERGI]. (2016). *internet.contenidos.inegi.org.mx*.  
Recuperado el 28 de 03 de 2019, de internet.contenidos.inegi.org.mx:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/  
espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825087999.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825087999.pdf)
- Jiménez García, A. (2019). *www.academia.edu*. Recuperado el 04 de 04 de 2019, de  
www.academia.edu:  
[https://www.academia.edu/7916794/CAUSAS\\_FUNDAMENTALES\\_DE\\_UN\\_ACCIDENTE  
\\_DE\\_TRANSITO](https://www.academia.edu/7916794/CAUSAS_FUNDAMENTALES_DE_UN_ACCIDENTE_DE_TRANSITO)
- Johnson, W. (2019). *Learn By Marketing*. Recuperado el 02 de 08 de 2019, de Learn By  
Marketing: <http://www.learnbymarketing.com/tutorials/rpart-decision-trees-in-r/>
- Lucio Frigerio, E. (2011). *es.scribd.com*. Recuperado el 14 de 05 de 2019, de es.scribd.com:  
<https://es.scribd.com/doc/59298317/Trilogia-Vial-y-Accidentologia-y-Seguridad-Vial>
- Machado, A. (2012). *Código de Seguridad Vial*. La Habana: ONBC.
- Marchesse, M. (2014). *slideplayer.es*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de slideplayer.es:  
<https://slideplayer.es/slide/145765/>
- Ministerio de Transporte. (6 de 07 de 2002). *www.secretariasenado.gov.co*. Recuperado el 28  
de 03 de 2019, de www.secretariasenado.gov.co:  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0769\\_2002.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html)
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2013). *culturavial.files.wordpress.com*. Recuperado el  
10 de 04 de 2019, de culturavial.files.wordpress.com:  
[https://culturavial.files.wordpress.com/2014/01/consulta\\_plan\\_nacional\\_de\\_segurida  
d\\_vial\\_colombia\\_2013-2021.pdf](https://culturavial.files.wordpress.com/2014/01/consulta_plan_nacional_de_seguridad_vial_colombia_2013-2021.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas . (2019). *obraspublicas.gob.ec*. Recuperado el 15 de  
04 de 2019, de obraspublicas.gob.ec: [https://www.obraspublicas.gob.ec/fundaciones-  
recibieron-reconocimiento-por-su-labor-en-pro-de-la-seguridad-vial/](https://www.obraspublicas.gob.ec/fundaciones-recibieron-reconocimiento-por-su-labor-en-pro-de-la-seguridad-vial/)

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (16 de 09 de 2017). *www.obraspublicas.gob.ec*.  
Obtenido de *www.obraspublicas.gob.ec*: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/Plan-Operativo-de-Seguridad-Vial.pdf>
- Ministerio del Transporte. (2015). *redempresarial.movilidadbogota.gov.co*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de *redempresarial.movilidadbogota.gov.co*:  
<https://redempresarial.movilidadbogota.gov.co/sites/default/files/GM%20Planes%20Locales%20Segunda%20Edic.pdf>
- Monclús, J. (2008). *docplayer.es*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de *docplayer.es*:  
<https://docplayer.es/44118092-Nota-marcos-metodologicos-para-politicas-y-trabajos-de-seguridad-vial.html>
- Monclús, J. (2014). *www.dgt.es*. Recuperado el 09 de 04 de 2019, de *www.dgt.es*:  
<http://www.dgt.es/Galerias/la-dgt/empleo-publico/oposiciones/doc/2014/TEMA-1.10.docx>
- Naciones Unidas. (2019). *www.cepal.org*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de *www.cepal.org*:  
<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Naciones Unidas. (2019). *www.un.org*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de *www.un.org*:  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Naciones Unidas. (2019). *www.un.org*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de *www.un.org*:  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Observatorio Iberoamericano de Seguridad vial [OISEVI]. (2019). *www.oisevi.org*. Recuperado el 02 de 08 de 2019, de *www.oisevi.org*:  
<https://www.oisevi.org/a/index.php/estadisticas/glosario>
- OISEVI. (2015). *www.oisevi.org*. Recuperado el 20 de 05 de 2019, de *www.oisevi.org*:  
<https://www.oisevi.org/a/images/files/informes/info-7.pdf>
- OIT. (2019). *guia.oitcinterfor.org*. Recuperado el 02 de 08 de 2019, de *guia.oitcinterfor.org*:  
<http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>
- OMS. (2009). *Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito*. Lima: SINCO editores S.A.C. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de *www.minsa.gob.pe*:  
[https://www.minsa.gob.pe/Especial/2016/salud\\_vial/matcom/plan\\_nacional\\_2009.pdf](https://www.minsa.gob.pe/Especial/2016/salud_vial/matcom/plan_nacional_2009.pdf)
- OMS. (03 de 2010). *www.who.int*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de *www.who.int*:  
[https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/publications/road\\_traffic/booklet\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/booklet_es.pdf?ua=1)
- OMS. (2018). *Global Status Report On Road Safety*. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). *Global Status Report On Road Safety*. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *www.who.int*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de *www.who.int*: [https://www.who.int/about/brochure\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/about/brochure_es.pdf?ua=1)

- Parra, F. (01 de 2019). *bookdown.org*. Recuperado el 10 de 06 de 2019, de [bookdown.org: https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html#introduccion](https://bookdown.org/content/2274/metodos-de-clasificacion.html#introduccion).
- Paz Fuentes, F. (2014). *Ejemplo de aplicación de la norma ISO 39001*. Cancún. Obtenido de 87.98.229.209: [http://87.98.229.209/~ivcisev/ponencias/SESION%20C%20-%20FRANCISCO%20PAZ%20-%20EJEMPLO%20DE%20APLICACION%20DE%20LA%20NORMA%20ISO%2039001%20\(TEXTO\).pdf](http://87.98.229.209/~ivcisev/ponencias/SESION%20C%20-%20FRANCISCO%20PAZ%20-%20EJEMPLO%20DE%20APLICACION%20DE%20LA%20NORMA%20ISO%2039001%20(TEXTO).pdf)
- Pérez-Planells, L., Delegido, J., Rivera-Caicedo, J. P., & Verrelst, J. (2015). Análisis de métodos de validación cruzada para la obtención robusta de parámetros biofísicos. *Asociación Española de Teledetección*, 55-65. Recuperado el 07 de 08 de 2019
- Pública FM. (2018). *www.publicafm.ec*. Recuperado el 27 de 05 de 2019, de [www.publicafm.ec: https://www.publicafm.ec/noticias/actualidad/1/reportaje-para-lunes](https://www.publicafm.ec/noticias/actualidad/1/reportaje-para-lunes)
- Ramírez, J. (09 de 2013). *www.scielo.sa.cr*. Recuperado el 15 de 05 de 2019, de [www.scielo.sa.cr: https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v30n2/art09v30n2.pdf](https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v30n2/art09v30n2.pdf)
- Rodrigo, J. A. (02 de 2017). *Cienciadedatos.net*. Recuperado el 09 de 07 de 2019, de [Cienciadedatos.net: https://www.cienciadedatos.net/documentos/33\\_arboles\\_de\\_prediccion\\_bagging\\_random\\_forest\\_boosting](https://www.cienciadedatos.net/documentos/33_arboles_de_prediccion_bagging_random_forest_boosting)
- Secretaría de Educación del Meta. (2019). *www.sedmeta.gov.co*. Recuperado el 08 de 05 de 2019, de [www.sedmeta.gov.co: http://www.sedmeta.gov.co/sites/default/files/CARTILLA%20DOCENTES%20SEGURIDAD%20VIAL.pdf](http://www.sedmeta.gov.co/sites/default/files/CARTILLA%20DOCENTES%20SEGURIDAD%20VIAL.pdf)
- Serna, S. (2009). *www.bdigital.unal.edu.co*. Recuperado el 12 de 06 de 2019, de [www.bdigital.unal.edu.co: http://www.bdigital.unal.edu.co/671/1/42694070\\_2009.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/671/1/42694070_2009.pdf)
- Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala. (s.f.). *onu.org.gt*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de [onu.org.gt: https://onu.org.gt/onu-en-el-mundo/propositos-y-objetivos-de-la-onu-en-el-mundo/](https://onu.org.gt/onu-en-el-mundo/propositos-y-objetivos-de-la-onu-en-el-mundo/)
- Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid [SWOV]. (2018). *www.swov.nl*. Recuperado el 09 de 04 de 2019, de [www.swov.nl: https://www.swov.nl/en/publication/sustainable-safety-3rd-edition-advanced-vision-2018-2030](https://www.swov.nl/en/publication/sustainable-safety-3rd-edition-advanced-vision-2018-2030)
- Tormo, C. &. (2011). *es.scribd.com*. Recuperado el 04 de 04 de 2019, de [es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/369453211/TEMA-62-Parte-General-doc](https://es.scribd.com/document/369453211/TEMA-62-Parte-General-doc)
- Via Segura S.A.S. (23 de 03 de 2018). *viasegura.co*. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de [viasegura.co: https://viasegura.co/plan-estrategico-seguridad-vial/](https://viasegura.co/plan-estrategico-seguridad-vial/)
- Yohannes, Y. (1999). *Classification and Regression trees, CART: A User Manual for Identifying Indicators of Vulnerability to Famine and Chronic food Insecurity*. Washington, D.C: Uday Mohan.

Zamorano Ruiz, J. (01 de 2018). *E-Prints Complutense*. Recuperado el 07 de 08 de 2019, de E-Prints Complutense: <https://eprints.ucm.es/48800/>

Zhang, H., & Singer, B. (2010). *Recursive Partitioning and Applications*. New York: Springer.