



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EMPRESA**

**MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

*TRABAJO FIN DE MÁSTER*

*EDUCACION VIAL*

**“PROPUESTA DE FORMACIÓN PARA PREVENIR SINIESTROS VIALES DE  
MOTOCICLISTAS POR EXPOSICIÓN A PUNTOS CIEGOS”.**

***AUTOR***

**AARÓN ISRAEL CORREA ALDAZ**

***TUTOR***

**DOLORES OJADOS GONZÁLEZ**

**CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE 2018**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento y lograr una meta más en mi formación profesional.

A mi madre Teito, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mi padre, por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, sin importar nuestras diferencias de opiniones ha estado junto a mí en todo momento.

A Ana, Naomi y Valentina, a quienes quiero como hijas y que con sus locuras y ocurrencias han sabido animarme en momentos difíciles dándome fuerzas para continuar.

Y a mi familia, por compartir momentos significativos conmigo y estar siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier instante, sin importar la distancia han sido mi apoyo durante toda mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Infinitas gracias a Dios, por haberme dado fuerza, valor, paciencia y sabiduría para culminar con éxito esta meta propuestas.

A mi Madre, mi ángel guardián, mi protectora incondicional, que toda la vida me apoyó y me dio su amor y cariño, quien desde el cielo junto a Papepe y María continúa alentándome a ser mejor.

A mi Padre, que con su esfuerzo y dedicación me ayudado y enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos y cuñada, por su apoyo incondicional cuando todo parecía complicado e imposible y por demostrarme la gran fe que tienen en mí, que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que puedo lograr.

Asimismo, agradezco infinitamente a toda mi familia y seres queridos por sus palabras de aliento y sus buenos deseos, quienes pese a la distancia siempre han estado pendientes de mis pasos y dispuestos a brindarme su ayuda.

Agradezco a mi directora de TFM Dolores Ojados y al Dr. Isidro Ibarra, por sus consejos, guía y asesoramiento en cada etapa desarrollada. De igual forma, a Álvaro y Gustavo, investigadores del SAIT por permitirme utilizar los equipos necesarios para el desarrollo del TFM y por sus sugerencias y aporte de conocimientos en mi trabajo.

## RESUMEN

Los puntos ciegos (área o zonas del exterior de un automóvil que presentan dificultad de visibilidad durante la conducción) existentes en los vehículos, son una de las causas por la que se producen los accidentes de tráfico en los cuales están involucrados vehículos de dos ruedas (motocicleta y/o bicicletas), en la actualidad existen tecnologías que favorecen la disminución del riesgo de sufrir un accidente por causa de puntos ciegos gracias a indicadores luminosos y/o sonoros que advierten al conductor en caso de detección de un objeto, las desventajas que presentan son:

- No todos los vehículos cuentan con dichos dispositivos.
- No eliminan el punto ciego, tan solo advierten de la presencia de un objeto.

El presente proyecto se centra en la formación y concientización directa del conductor al proporcionarle una herramienta que le dé la posibilidad de enfrentarse a entornos controlados e indique situaciones de riesgo que puedan ocasionar accidentes de tráfico.

El conductor al usar un simulador logra tener una visión del entorno y situaciones a los que puede estar expuesto en el día a día, de tal manera que puede llegar a familiarizarse y lograr adquirir buenos hábitos y destrezas en la conducción. El simulador de conducción de motocicletas sirve de herramienta didáctica para formación y corrección de defectos al momento de la conducción, está diseñado con la finalidad de permitir al conductor darse cuenta de forma segura las veces que se expone o se encuentra en riesgo de sufrir un accidente al colocarse en los puntos ciegos de los distintos tipos de vehículos (autos, furgoneta y/o camiones) al momento de circular en situaciones cruciales con las que puede encontrarse en la vía y desarrollar estrategias seguras para cambiar de carril, adelantar, dar vuelta, etc.

## SUMMARY

The blind spots (area or areas of the exterior of a car that present difficulty of visibility during driving) existing in the vehicles, are one of the causes for which the traffic accidents occur in which two-wheeled vehicles are involved ( motorcycle and / or bicycles), at present there are technologies that favor the reduction of the risk of suffering an accident due to blind spots thanks to light and / or sound indicators that warn the driver in case of detection of an object, the disadvantages that Present are:

- Not all vehicles have such devices.
- They do not eliminate the blind spot, they only warn of the presence of an object.

This project focuses on training and direct awareness of the driver by providing a tool that gives the possibility to face controlled environments and indicate risk situations that can cause traffic accidents.

The driver, using a simulator, manages to have a vision of the environment and situations to which he can be exposed on a day-to-day basis, in such a way that he can become familiar and achieve good habits and driving skills. The motorcycle driving simulator serves as a didactic tool for training and correction of defects at the time of driving, it is designed to allow the driver to safely realize the times he is exposed or is at risk of suffering an accident by placing in the blind spots of the different types of vehicles (cars, van and / or trucks) at the moment of driving in crucial situations that may be found on the road and developing safe strategies to change lanes, overtake, turn, etc.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
1.1 ANTECEDENTE .....	9
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	11
1.3.1 Factores concurrentes de los accidentes de tráfico .....	12
1.4 EDUCACIÓN VIAL .....	22
1.4.1 Seguridad vial.....	22
1.4.2 Importancia de la seguridad vial.....	24
1.4.3 Formación de conductores.....	25
1.4.3a. Marco cognitivo.....	25
1.4.3b. Categoría de conductores .....	26
1.4.4 Ejes de la formación .....	28
1.4.4a. Primer eje, información. ....	28
1.4.4b. Segundo eje, concienciación.....	29
1.4.4c. Tercer eje, destreza. ....	30
1.4.5 Conducción segura .....	30
1.5 PUNTOS CIEGOS .....	34
1.5.1 Tipos .....	34
1.5.2 Peligro que representan .....	35
1.5.3 Como evitarlos.....	36
<b>2 PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS</b> .....	<b>39</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	39
2.2 OBJETIVOS .....	40
2.2.1 Objetivo general .....	40
2.2.2 Objetivos específicos.....	41
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>42</b>
3.1 TIPOS DE SIMULADORES .....	42
3.1.1 Plataforma fija o móvil sin cabina de hasta 3 grados de libertad .....	42
3.1.2 Con cabina y plataforma de 6 grados de libertad. – .....	42
3.1.3 De vehículo pesado (camiones y autobuses). – .....	43
3.2 COMPONENTES.....	43
3.3 VIABILIDAD.....	45
3.3.1 Costes .....	46
3.3.2 Seguridad .....	46
3.3.3 Variedad de entornos .....	46
3.3.4 Sostenibilidad .....	46
3.4 UNITY 3D.....	47
3.4.1 Tipos .....	47
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
4.1 Educación vial con Unity3D .....	48
4.1.1 Entorno .....	48
4.1.2 Obstáculos .....	49

4.1.3 Vehículos .....	49
4.1.4 Maniobras .....	51
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>61</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causas principales de muerte en personas entre 15 y 29 años. ....	9
Figura 2. Accidentes mortales. ....	9
Figura 3. Siniestralidad de motociclistas según sexo (%). ....	10
Figura 4. Accidentes según tipo de desplazamiento.....	11
Figura 5. Accidentes en motocicleta según momento del día. ....	12
Figura 6. Accidentes provocados por terceros (por tipo de vía).....	16
Figura 7. Probabilidad de lesiones graves según velocidad de circulación.....	18
Figura 8. Distancia de detención. ....	19
Figura 9. Factores de siniestralidad de motociclistas según infracción y tipo de vía.....	20
Figura 10. Accidentes según tipo de asfalto y vía. ....	22
Figura 11. Factores influyentes en la siniestralidad en distintas vías.....	23
Figura 12. Siniestralidad conductores noveles (18 a 24 años) en motocicleta.....	27
Figura 13. Procesos e influencias en el acto de conducir. ....	31
Figura 14. Aceptación y consecuencias de formación específica. ....	34
Figura 15. Puntos ciegos en los vehículos.....	35
Figura 16. Ajuste de espejos retrovisores.....	36
Figura 17. Puntos ciegos y ángulos de visión.....	38
Figura 18. Siniestralidad por accidentes de tráfico en casco urbano.....	39
Figura 19. Siniestralidad "in misión". ....	40
Figura 20. Motociclistas accidentados según años de experiencia.....	40
Figura 21. Simulador fijo 3 grados de libertad.....	42
Figura 22. Simulador con cabina y plataforma de 6 grados de libertad. ....	43
Figura 23. Simulador vehículo pesado. ....	43
Figura 24. Diseño de ciudad en Unity3D. ....	48
Figura 25. Simulación de tráfico en Unity 3D.....	49
Figura 26. Simulación de obstáculos con Unity 3D .....	49

Figura 27. Simulación de tipos de vehículos con Unity 3D. ....	50
Figura 28. Perspectiva del tamaño de los vehículos simulados en Unity 3D. ....	50
Figura 29. Simulación Scooter con Unity 3D. ....	50
Figura 30. Simulación de adelantamiento indebido con Unity 3D. ....	51
Figura 31. Simulación adelantamiento correcto con Unity 3D. ....	52
Figura 32. Simulación distancia de seguridad correcta con Unity 3D. ....	52
Figura 33. Simulación distancia de seguridad incorrecta con Unity 3D. ....	53
Figura 34. Simulación de adelantamiento correcto con Unity 3D. ....	53
Figura 35. Simulación de correcta circulación con Unity 3D. ....	54
Figura 36. Simulación adelantamiento peligroso entre vehículos con Unity 3D. ....	54
Figura 37. Simulación de adelantamiento correcto entre vehículos con Unity 3D. ....	55
Figura 38. Simulación de maniobra peligrosa con Unity 3D. ....	55
Figura 39. Simulación de circulación en redonda con Unity 3D. ....	56

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Matriz de Haddon. ....	12
Tabla 2. Infracciones más comunes sancionadas a motociclistas. ....	24
Tabla 3. Tasa de alcoholemia. ....	29
Tabla 4. Límites de velocidad en España. ....	30
Tabla 5. Permisos de conducción para motocicletas. ....	32



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTE

Durante las últimas tres décadas se ha generado un crecimiento del parque automovilístico a nivel mundial, mayoritariamente en los países industrializados y con tendencia a incrementarse en los países en vías de desarrollo, una consecuencia palpable de lo mencionado es el aumento de desplazamientos lo cual causa una disminución en la calidad de vida de las personas y además produce pérdidas millonarias a las administraciones que deben asumir los costes generados por la congestión de vehículos, la contaminación atmosférica y los accidentes de tráfico.

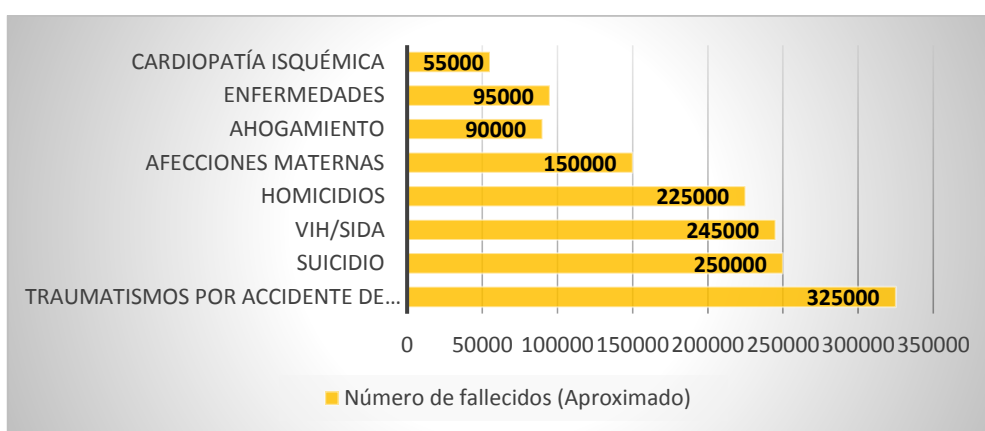


Figura 1. Causas principales de muerte en personas entre 15 y 29 años.  
Fuente: OMS [1].

La OMS en su informe del 2015, menciona que los accidentes de tráfico son una de las causas de muerte más significativa e importante en el mundo, y ha determinado que es la principal causa de muerte en personas comprendidas entre las edades de 15 a 29 años [1]. Aproximadamente la mitad del total de muertes que se producen en las carreteras del mundo se da entre los usuarios considerados como menos protegidos de las vías de tránsito **Fuente especificada no válida.**: motociclistas (23%), peatones (22%) y ciclistas (4%).

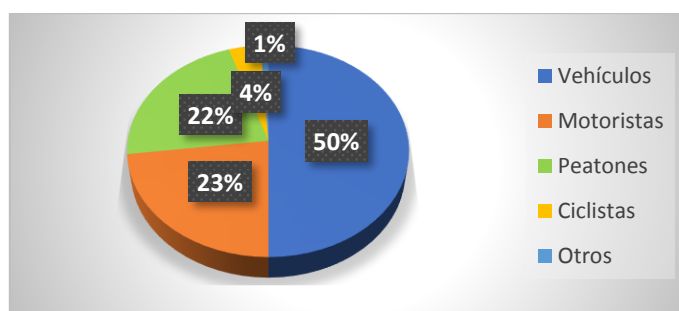


Figura 2. Accidentes mortales.  
Fuente: OMS, informe 2015.

Se proclamó el Decenio de Acción para la Seguridad Vial (2010-2020) con la presencia de 182 gobiernos de todo el mundo en el año 2010, con la finalidad de disminuir las desesperanzadoras estadísticas y la tendencia al incremento de las muertes por accidentes de tráfico. Según el mismo informe de la OMS, se salvarían aproximadamente 5 millones de vidas si para 2020 se cumplieran los objetivos planteados en el llamado Plan de Acción Mundial [1].

Cuando se piensa en las profesiones realizadas con el uso de motocicletas o ciclomotores se asocia a repartidores de pizza o mensajero, pero hoy en día el motociclista es un padre de familia, un profesional, que es responsable de su seguridad, la de su familia y de los demás, por ello es tan importante hacer conciencia de la corresponsabilidad de todos los usuarios de las vías **Fuente especificada no válida..**

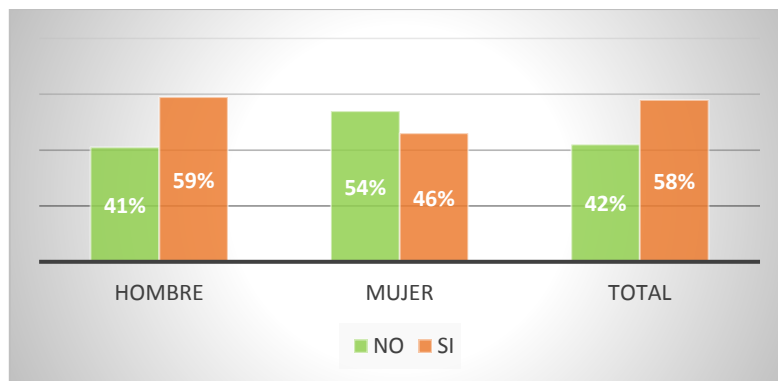


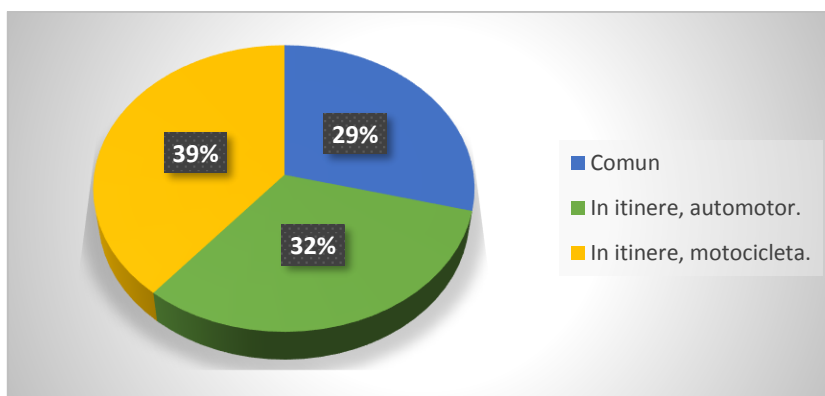
Figura 3. Siniestralidad de motociclistas según sexo (%).  
Fuente: RACC [2].

A pesar de que entidades como la OMS han promulgado recomendaciones internacionales sobre la urgencia de una correcta legislación en el ámbito de seguridad vial, la gran inversión de recursos financieros en mejora de infraestructura, y las distintas campañas de sensibilización a la población; es necesario más esfuerzos centrados en una correcta formación de todos los conductores de motocicletas que día a día son los que aportan el factor humano que es el principal de tres existentes para que se produzca un accidente de tráfico, los otros son: vía y vehículo.

Hasta la actualidad no se ha realizado un seguimiento o estudio sobre las profesiones realizadas con el uso de la motocicleta que permita determinar el riesgo al que se exponen de sufrir un accidente en la vía pública al invadir o colocarse en los puntos ciegos de los vehículos de 4 ruedas, pero gracias a estudios realizados en otras áreas y con distintos enfoques se revela que el reconocimiento de los riesgos de accidentes más comunes podría mejorarse con la utilización estructurada y supervisada de un simulador adecuado.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el año 1995 con la publicación de la LPRL 31 (art. 15 y 16) y en 1997 el RD 39 (art. 3,4,5 y 6) se incluye en la evaluación de riesgos de la empresa los accidentes viales, con el propósito de disminuir las cifras de siniestralidad. Según datos obtenidos del Instituto de Seguridad y Salud Laboral, en el último sondeo realizado sobre los accidentes de tráfico se observa que del total de accidentes un 71% son considerados accidentes “in itinere” de los cuales en un 39% se encuentra involucrado un motociclista [3].



*Figura 4. Accidentes según tipo de desplazamiento.  
Fuente: RCC [2].*

La educación para la Seguridad Vial a través de la posibilidad del desenvolvimiento en un entorno controlado como el que se propone en este proyecto sería el medio por el cual se intentaría conseguir que todos los usuarios de motocicletas ya sea para uso propio o por motivos de las actividades que desempeñen en su trabajo se involucren en la generación de seguridad en todas las vías del país. De ahí la relevancia de familiarizarse con los posibles riesgos que se generan en los distintos entornos por los cuales se circula diariamente y la importancia de interiorizar hábitos y actitudes positivas de convivencia en las vías; concienciando sobre los riesgos a los que se expone y la manera de actuar para evitarlas lo que generará un estilo de conducción responsable que sin duda supondrá una disminución en el índice de accidentes de tráfico.

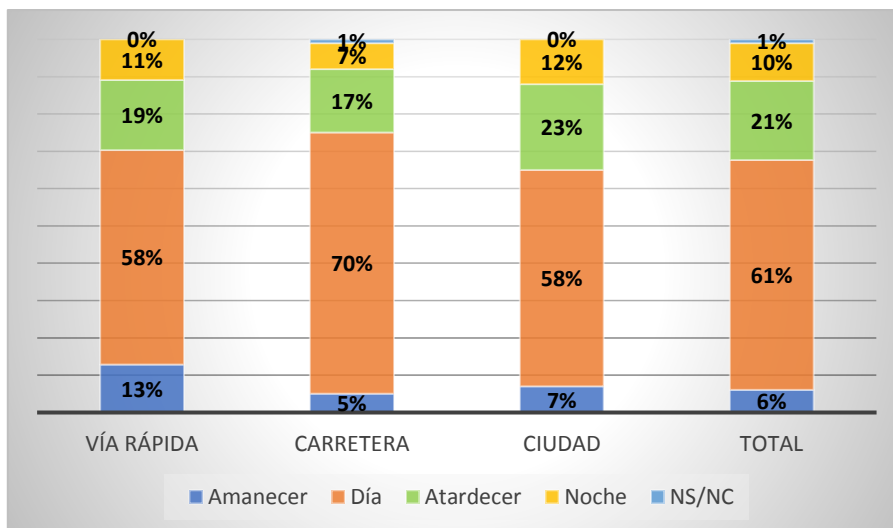


Figura 5. Accidentes en motocicleta según momento del día.  
Fuente: RACC [2].

### 1.3 ACCIDENTES DE TRÁFICO

#### 1.3.1 Factores concurrentes de los accidentes de tráfico

La Organización Mundial de la Salud (OMS), considera a los accidentes de tráfico como una problemática de salud pública; considerando aspectos relacionados directamente con las consecuencias, como el impacto económico debido a los costos sociales y tratamiento de lesiones causados; la necesidad de incrementar y modificar el concepto que se tiene sobre los accidentes de tráfico, además de mentalizar que existe una manera para predecir y evitar hasta cierto punto las consecuencias causadas por estos.

Para un correcto análisis y determinación de distintas medidas posibles para mitigar consecuencias, se debe considerar como herramienta de análisis la matriz de Haddon la cual indica que es necesario dividir el accidente en tres fases: antes, durante y después, para lograr definir medidas correctas de aplicación. **Fuente especificada no válida.**

Tabla 1. Matriz de Haddon.

FASE		FACTORES		
		HUMANO	VEHÍCULO	INFRAESTRUCTURA
Antes	Prevención	Información.	Buen estado técnico.	Diseño y trazado de la vía pública.
		Actitudes.	Luces, frenos.	Estado de la vía,
		Discapacidad.	Maniobrabilidad.	Límites de velocidad.
		Efectos de sustancias prohibidas.	Control de la velocidad.	Condiciones ambientales.
		Experiencia.		Vías peatonales.

<b>Durante</b>	Prevención de lesiones graves y mortales	Uso de dispositivos de seguridad (casco, guantes, traje y calzado especial). Discapacidad (uso de sustancias prohibidas).	Dispositivos de seguridad.	Protecciones contra impacto en los laterales de la vía. Otros objetos en la vía.
<b>Después</b>	Conservación de la vida y reducción de costos	Primeros auxilios. Acceso a atención médica. Agravamiento de enfermedades existentes.	Facilidad de acceso. Riesgo de incendio.	Servicio de socorro. Proximidad q los servicios de emergencia. Congestión vehicular.

Fuente: OMS, Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por tránsito.

Haddon en su matriz, ubica las medidas especialmente preventivas como aspecto inicial, como segundo aspecto muestra todo lo relacionado con protección de la integridad y salvar la vida de la víctima, por último, pero no menos importante lo relacionado con las medidas de actuación y evacuación en el lugar del accidente involucrando las distintas instancias de la sociedad.

El presente proyecto entra como una herramienta alternativa en el aspecto preventivo con el fin de evitar que se produzca el accidente o minorar las consecuencias, la estrategia va proyectada directamente sobre el factor humano como actor principal mediante información y capacitación para lograr adquirir buenos hábitos y estrategias de conducción segura.

#### **a. Factor humano**

Independientemente del motivo y del medio con el cual se circula por una vía pública (vehículo, bicicleta o caminando), todos los usuarios aportan los mismos factores humanos que los introduce en una actividad cíclica y continua, la cual se genera en entornos complejos y exigentes, una mala decisión de actuación por su parte implica la materialización de un accidente; el transitar por una vía involucra el estar sometido a normas y reglas generales establecidas que se dan a conocer por medio de señales como letreros, colores, sonidos, etc., las mismas que se debe identificar, entender y aplicar la información dependiendo de la importancia de cada una para tomar una decisión de actuación a ejecutar en respuesta a la información obtenida.

El conducir correctamente un vehículo es una actividad compleja, la persona debe ser capaz de fijarse en muchos aspectos propios y del entorno como: circular en un solo carril, control de velocidad, presencia de otros vehículos, presencia de peatones, posibles señalizaciones por obras o inconvenientes inesperados, señalética provisional, etc. Sin embargo, la capacidad física humana empleada para la conducción de un vehículo es

mínima y los conocimientos específicos exigidos no son complejos, entre los aspectos más relevantes se pueden resaltar:

- **Visión.** - Es el sentido más importante en el momento de la conducción ya que a través de él se recibe la mayor parte de información del entorno y un fallo implica un alto porcentaje de probabilidad de que ocurra un accidente. Se sabe que el campo de visión humana es muy extenso, sin embargo, el campo de visión al momento de conducir se reduce por los distintos obstáculos existentes en el habitáculo o debido a los medios de protección utilizados dependiendo del tipo de vehículo que se utilice, para la lectura de un mensaje largo o para abarcar todo el entorno que rodea al conductor se debe realizar por zonas y con ayuda de dispositivos auxiliares (retrovisores o cámaras), sin embargo esto no asegura una percepción total del entorno pudiendo ocasionar una percepción errónea de las cosas, por ejemplo:
  - Apreciación de la distancia.
  - Percepción de la profundidad.
  - Juzgar la velocidad real de los demás vehículos en movimiento.
  - Capacidad de reenfocar la visión después de un deslumbramiento por luz natural o artificial.
  - Capacidad de aislar colores.
  - Distracción.
- **Memoria.** – Los seres humanos poseen memoria a corto y largo plazo. La memoria a corto plazo es la encargada de retener un porcentaje de lo que se observa en el entorno y se lo recuerda por un tiempo limitado, mientras que, la memoria a largo plazo es la que almacena las experiencias repetidas, por tal motivo es de esta de la que se debe hacer uso para almacenar medidas de actuación sobre determinadas situaciones que se pueden presentar en la conducción diaria, estimulándola mediante continuas simulaciones de distintos posibles sucesos en ambientes controlados para lograr que al momento de existir un riesgo real el conductor intuitivamente sepa cómo reaccionar para evitar o minimizar las consecuencias del posible accidente.
- **Tratamiento de la información.** – Al existir demasiada información o escasez de la misma, el comportamiento del conductor tiende a entorpecerse. Los conductores procesan de la mejor manera posible la información

recibida de tal forma que si las cosas se dan según experiencias ya vividas y esperadas la reacción es inmediata y correcta, sin embargo, cuando la información percibida es nueva y sorpresiva el conductor debe pensar y analizar la manera de actuar ante tal situación lo cual produce que la reacción sea lenta y errónea en algunas ocasiones. La metodología para dar a conocer la información sobre los distintos riesgos a los que se expone un motociclista en las vías es vital para tener la certeza que estarán capacitados de poner en práctica de manera apropiada la información y destreza necesaria cuando lo necesiten, a la hora de encontrarse en situaciones de riesgos a las cuales ya se han familiarizado previamente.

- **Edad.** – Con el paso del tiempo es inevitable que algunas funciones se deterioren y afecten a la conducción, como: visión, audición, capacidades motoras, etc. Pese a esto es muy notorio que la edad va ligada a la experiencia, lo cual es un punto a favor para los conductores. Con el paso del tiempo un conductor adquiere una capacidad para detectar el riesgo, pero puede necesitar de más tiempo para reaccionar; mientras que un conductor joven posee gran destreza y reacción para imprevistos, pero escasea del juicio preciso para identificar y valorar el grado de peligro al que se expone y expone a terceras personas en ciertas maniobras.
- **Consumo de alcohol y drogas.** – El uso por separado o conjunto de estas sustancias afecta directamente sobre las funciones normales de comportamiento y reacción, debido a que inciden directamente sobre el comportamiento del cerebro provocando efectos como: autoconfianza generando un estado de necesidad de riesgo debido a creerse con capacidad superior a la real, reacción, coordinación, atención. Los conductores necesitan más tiempo para procesar la información percibida del entorno lo cual afecta a la toma de decisiones. A mayor cantidad de sustancia consumida, los efectos sobre el cuerpo son más fuertes y notorios lo cual también genera que la probabilidad de sufrir o provocar un accidente se multiplique considerablemente.

#### **b. Influencia del vehículo**

Es una manera distinta de ver como interviene el factor humano en prevención de los accidentes de tráfico, debido a que es de este que depende el mantenimiento y reparación

adecuada acorde a especificaciones del fabricante o dependiendo del uso o condiciones al que esté expuesto, así como también conocimiento o desconocimiento del correcto funcionamiento del vehículo y de sus sistemas o accesorios de seguridad en caso de motocicletas.

En la actualidad los avances científicos y tecnológicos han logrado equipar a los vehículos con novedosos y muy útiles mecanismos de seguridad activa y pasiva, pero también se debe tener en cuenta que dichos avances han provocado que los conductores experimenten una sensación de seguridad que les induce a una conducción más arriesgada e imprudente, por lo que es necesaria una correcta información y formación para evitar que se produzcan accidentes.

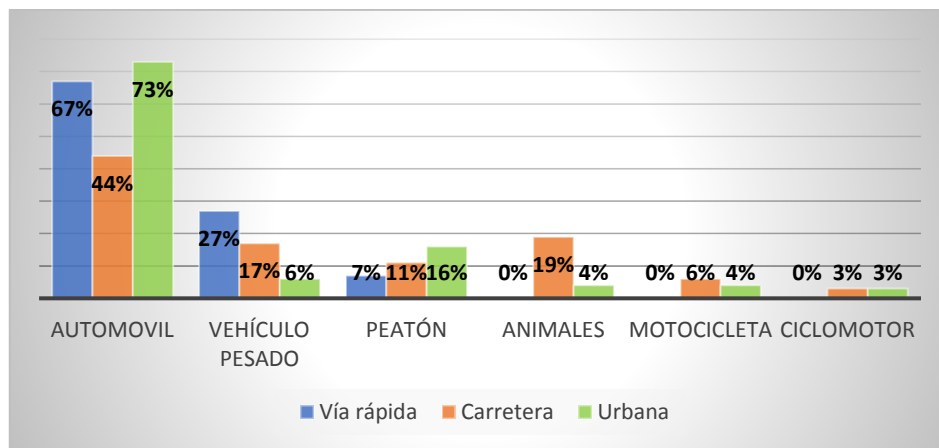


Figura 6. Accidentes provocados por terceros (por tipo de vía).  
Fuente: RACC [2].

La interacción del vehículo con el medio y las distintas situaciones que se pueden generar es algo a tener en cuenta, debido a las condiciones y tipos de vehículos existentes en el mercado y su impacto sobre otros conductores y/o peatones. Referente a condiciones se debe tener en cuenta: experiencia, antigüedad del vehículo, características del conductor, entre otros; La preocupación por la protección medioambiental ha generado el auge de los vehículos eléctricos lo cual, si no existe una correcta información y formación podría llegar a ser una problemática ya que, el peatón, motociclista u otro conductor se valía del sonido del motor del vehículo para saber de la presencia del mismo, cosa que no ocurre con estos nuevos vehículos.

### c. Influencia de las condiciones de circulación

Los parámetros más notables e influyentes se relacionan directamente con la velocidad de circulación y la densidad del tráfico.



- **Velocidad de circulación.** – Este factor es uno de los más significativos cuando se trata de analizar los accidentes de tráfico, es un tema importante y complejo. Se conoce que la pasión por la velocidad es adictiva y provoca emociones contradictorias en los conductores, ya que ésta es percibida como factor de riesgo ligado a la emoción y a la vez es defendida por la sociedad y publicitada por muchos medios de comunicación. [4]

La velocidad inadecuada o excesiva representa un inminente factor de riesgo, debido a que incrementa todos los fallos humanos existentes al momento de la conducción, además, agrava las consecuencias producidas en un accidente. Ir más rápido implica tener menos tiempo para tomar una decisión de actuación ante un imprevisto, a su vez a la mínima distracción puede provocar un accidente. Paralelo a esto está el uso de sustancias contraindicadas para conducir, además, la fatiga y el sueño, son factores que impiden percibir al conductor la velocidad real a la que circula o incluso tiende a aumentarla considerablemente, lo cual provoca e incluso impide rectificar a tiempo una maniobra peligrosa o tomar una decisión para evitar un percance. [5]

En el momento de producirse un accidente a alta velocidad, las consecuencias se pueden agravar de la siguiente manera:

- Incremento de la distancia necesaria para detener el vehículo desde el momento que se reacciona ante una parada de emergencia.
- Reducción de la eficiencia de dispositivos de protección en colisiones a alta velocidad.
- Disminución del tiempo en la toma de decisión, desde el momento que se detecta una emergencia hasta la reacción del conductor.
- Las consecuencias del accidente se incrementan exponencialmente con la velocidad de impacto; ejemplo: en una colisión a 50km/h un pasajero con cinturón de seguridad en la parte delantera del vehículo sufre lesiones tres veces mayor que las sufridas a una velocidad de 30 km/h.

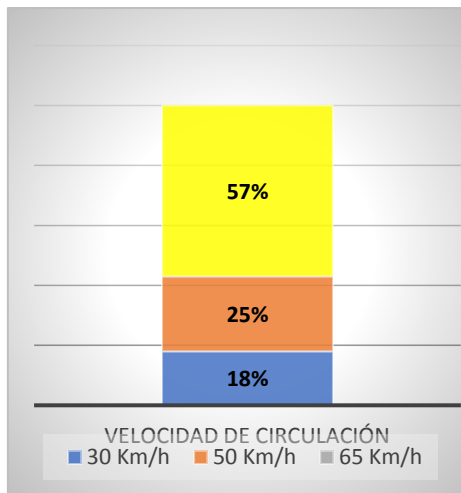


Figura 7. Probabilidad de lesiones graves según velocidad de circulación.  
Fuente: Tráfico y seguridad vial DGT [6]

En la Figura 10 se observa que, a mayor velocidad de circulación la probabilidad de sufrir lesiones graves al ocurrir un accidente aumenta notoriamente independientemente del tipo de vehículos implicados.

Es muy importante saber distinguir bien los dos conceptos relacionados con la velocidad y su diferencia:

- Velocidad excesiva: es aquella que supera los límites establecidos por la autoridad competente para un determinado tramo.
- Velocidad inadecuada: es la que, aun no superando la limitación establecida por la autoridad, es insegura para la situación del tráfico
- **Distancia de seguridad o detención.** – La distancia de seguridad es un factor muy variable debido a que depende principalmente de la velocidad, a mayor velocidad de circulación se necesita una mayor distancia para que el vehículo se detenga, esta distancia se calcula con la suma de distancia de reacción al frenado más la distancia que el vehículo recorre hasta detenerse.

La “Distancia de reacción”, es la recorrida en el denominado “tiempo de reacción” que es el que tarda el conductor desde el instante de percibir el peligro hasta el momento de accionar el pedal del freno, este tiempo puede variar según las habilidades, reflejos, características del conductor, etc., pero se estima 0.75 segundos como tiempo normal de desplazamiento del pedal del acelerador al pedal del freno.

Una velocidad excesiva o inadecuada, afecta de esta forma:

- Aumenta la distancia recorrida por el vehículo desde el instante que el conductor identifica una emergencia hasta el momento de reaccionar, además, entorpeciendo el control y trayectoria del vehículo.
- Influye negativamente en el anticipo de reacción para evitar un accidente, lo cual genera una pérdida de fracciones de segundo que marcarían la diferencia en producir un accidente o esquivar un obstáculo o imprevisto.

La “Distancia de frenado”, es aquella que recorre el vehículo desde el momento del accionamiento del pedal de freno por parte del conductor hasta que se detiene. Ésta puede cambiar según algunos aspectos o características del vehículo y/o entorno en que se suscite el inconveniente, por ejemplo:

Mantenimiento del vehículo, estado de frenos y neumáticos.

- Peso, dimensiones y carga del vehículo.
- Condiciones de la vía de circulación: material firme o rugoso, húmeda, seca, etc.
- Condiciones del medio: neblina, nieve, hielo, etc.

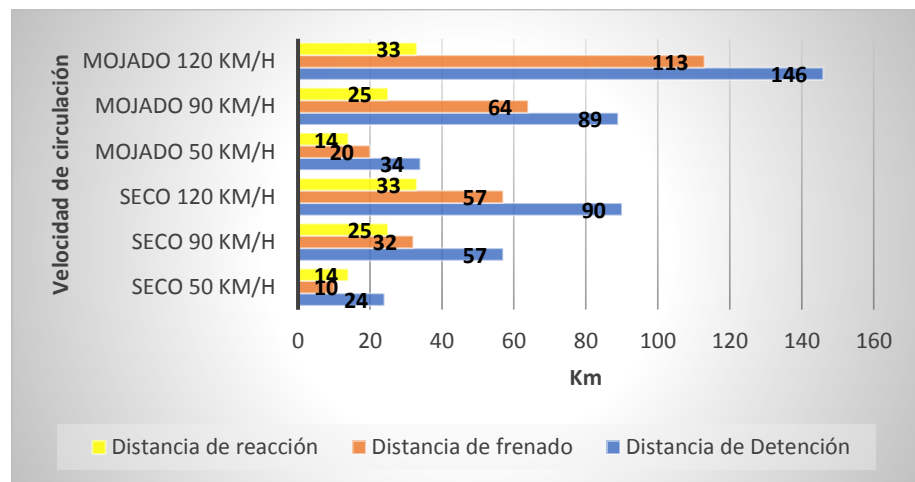


Figura 8. Distancia de detención.  
Fuente: Tráfico y seguridad vial DGT [6]

En la Figura 11 se observa que, entre las velocidades de 50 Km/h y 120 Km/h ya sea en ambiente seco o mojado existe un incremento de más del 300% en la distancia de detención, lo que implica una mayor dificultad en el momento de tomar una decisión o realizar una maniobra para evitar un accidente.

- **Tamaño de los vehículos en circulación.** – Desde el punto de vista de un motociclista, cada vehículo es un obstáculo en la vía, independientemente si está en movimiento o detenido. Según las dimensiones del vehículo aumenta el riesgo para los demás conductores debido a que una mayor dimensión involucra mayor volumen de interacción; en los vehículos pesados existe una mayor cantidad de ángulos muertos que ocasionan el ocultamiento de vehículos pequeños o motocicletas a la vista del conductor, que debido a él desconocimiento de la ubicación y al tamaño de los vehículos pequeños se producen los accidentes.

#### d. Infraestructura

Considerando las diversas necesidades y variedad de usuarios de las vías, se establece que la influencia de la infraestructura no se debe a un solo parámetro para decidir sus características, por tal motivo existen variaciones por tramos para lograr un porcentaje mayor de seguridad, factores predominantes:

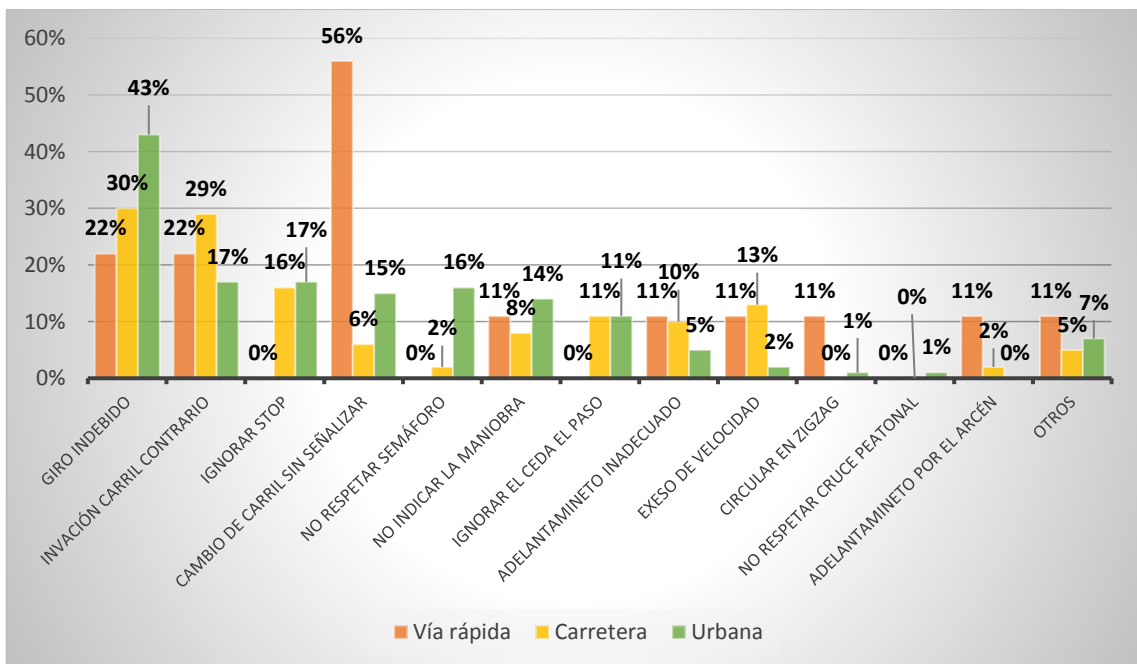


Figura 9. Factores de siniestralidad de motociclistas según infracción y tipo de vía.  
Fuente: RACC [2].

- **Control de accesos**

Con la finalidad de reducir la cantidad de puntos conflictivos generadores de congestión, se reducen y limitan los accesos e intersecciones de incorporación a las vías principales y/o secundarias para minimizar los imprevistos a los

cuales puede exponerse un conductor, ya que la cantidad de accidentes se incrementa según la cantidad de puntos de acceso existentes.

- **Separación de vías según sentido de circulación**

Una separación de vías según el sentido de circulación ayuda a reducir notoriamente los accidentes frontales y en ángulo, estos son considerados los mayores causantes de accidentes mortales debido a que la distancia desde el sitio frontal de impacto de un vehículo hasta el habitáculo del conductor es más corta que desde la parte posterior.

- **Sección transversal (Ancho de la vía)**

Tanto en vías del casco urbano como fuera de él, este es un factor determinante en la seguridad, se ha observado en diversos estudios que cuanto mayor sea la anchura de la vía y el diseño del arcén existe una reducción en los índices de siniestralidad. Como es de conocimiento público y se puede observar en la rutina diaria de las ciudades, por motivos de congestión de vehículos los motociclistas tienden a circular entre los coches o muy pegado a las aceras, lo cual les hace asumir situaciones de riesgo por los reducidos espacios que invaden.

- **Señalización y trazado**

Una correcta señalización y trazado en las vías es muy importante para la seguridad vial, el conductor recibe información a través de estos y adapta su manera de conducción a las características de la vía. La DGT ha implantado tres medidas en carreteras secundarias para tramos identificados como peligrosos: [6]

- Señales inteligentes, advertencia en cruces peligrosos.
- Zonas de velocidad reducida, por elevada presencia de ciclistas.
- Radares de tramo, para control de exceso de velocidad.

- **Estado del asfalto**

Un asfalto en mal estado conlleva un aumento de la dificultad en la conducción y/o la generación de defectos en los vehículos que llegarían a producir accidentes, así mismo, un asfalto en perfectas condiciones induce al conductor a un estado de satisfacción y confianza que le hace exceder los límites de velocidad y poner en riesgo su integridad y la de los demás.

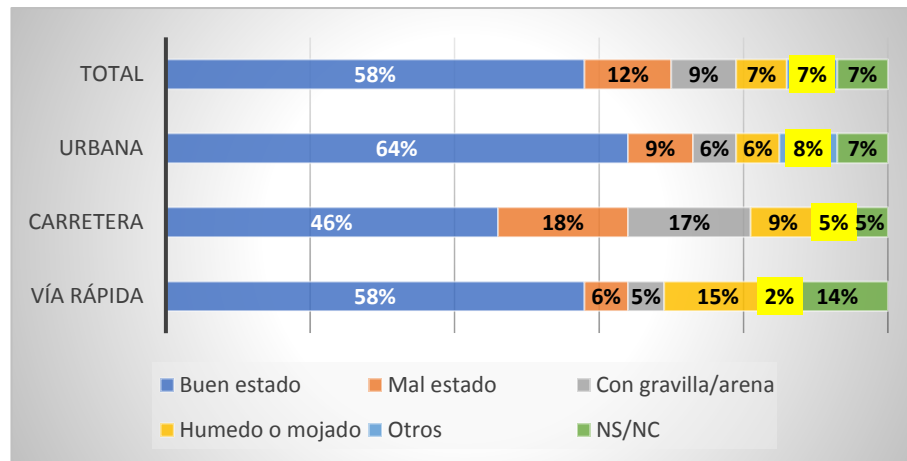


Figura 10. Accidentes según tipo de asfalto y vía.  
Fuente: RACC [2].

- **Nudos**

Son puntos críticos y conflictivos de las redes viales en los cuales convergen varias vías cada una con distinta trayectoria, debido a la concurrencia entre conductores y peatones se suele genera gran congestión, en estos escenarios es donde un motociclista trata de sacar el mayor provecho de su vehículo por su ágil maniobrabilidad y pequeñas dimensiones, pero esto se logra poniendo su integridad en constante riesgo al invadir y estar expuesto continuamente a los puntos ciegos de los vehículos a su alrededor.

## 1.4 EDUCACIÓN VIAL

### 1.4.1 Seguridad vial

El actual incremento en las cifras de accidentes de tránsito va a la par del progreso, comodidad y rapidez llegando a considerarse un problema social en el cual está involucrado como causa fundamental el factor humano, tanto de conductores como peatones, por tanto, para logra una disminución en la siniestralidad es fundamental fomentar en los ciudadanos hábitos y actitudes seguras, así como también responsabilidad al momento de hacer uso de los vehículos y las vías. Para contribuir al control de la problemática considerada de salud pública [1], es de suma importancia enfocarse en una línea que enseñe valores viales juntamente con las debidas normas y señales de circulación, tratando de constituirla como eje principal de la Educación Vial, como un método correcto y eficiente para la formación de una conciencia vial.

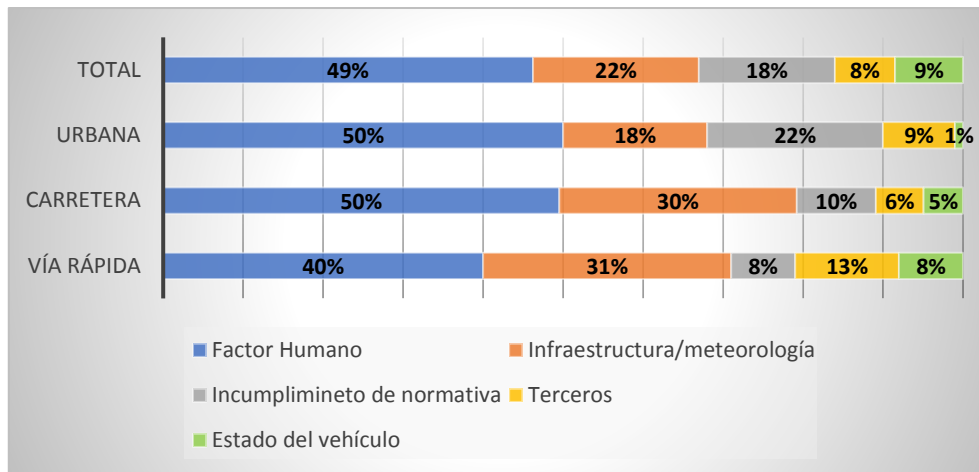


Figura 11. Factores influyentes en la siniestralidad en distintas vías.  
Fuentes: RACC [2].

La Educación Vial se considera “Parte de la educación social, siendo una base eficaz de la educación ciudadana, ya que trata de crear hábitos y actitudes de convivencia positivas, de calidad de vida, medioambiental y la seguridad vial” [7], se puede concluir que la educación vial es, crear actitudes y hábitos de convivencia positiva para lograr mejor calidad de vida. El objetivo primordial de la seguridad vial es lograr una armoniosa y segura convivencia ciudadana.

La DGT divide la seguridad vial en tres fases, en las cuales está involucrado directamente el factor humano y depende de su grado de compromiso y preparación para agravar o mejorar cualquiera de las tres [7]:

**a. Seguridad vial primaria o previa al accidente:**

Esta fase se centra en dar la información y formación necesaria sobre normas y estrategias para prevenir accidentes, además actitudes y comprobación de facultades psicofísicas. Por otra parte, también abarca aspectos técnicos de los vehículos (condiciones mecánicas y mantenimientos periódicos) y el punto de infraestructura (estrategias de diseño y trazado, límites de velocidad, elementos de seguridad, etc.).

**b. Seguridad vial secundaria o en el momento del accidente:**

Esta fase se centra en el momento de accidente buscando prevenir y/o disminuir las lesiones y mortalidad, para tratar de reducir las consecuencias. Promueve la utilización de dispositivos de seguridad y desarrollo de facultades humanas de reacción con el fin de reducir al máximo las consecuencias. Por otra parte, en relación con el vehículo se centra en la existencia, mantenimiento y uso de

los dispositivos de seguridad. Además, se procuraría que exista presencia de dispositivos de seguridad en la vía (ejem. protectores laterales).

**c. Seguridad vial terciaria o posterior al accidente:**

Esta fase se centra en la atención y tratamiento a los afectados, es recomendable poner en práctica el denominado PAS (Proteger, Avisar, Socorrer). Referente al vehículo, asegurar un fácil acceso al accidentado y baja probabilidad de incendio, mientras que en lo referente a infraestructura abarcaría control de congestión para permitir una pronta intervención sanitaria y equipamiento de socorro.

**1.4.2 Importancia de la seguridad vial**

La circulación vehicular es un conjunto social formado por personas, vehículos y entorno. Se considera un concepto extenso y de gran complejidad, en el cual la participación de distintos factores hace necesario establecer procesos interactivos en los que cada uno de los participantes sea capaz de contribuir de alguna manera a la solución de la problemática cuya manifestación se puede observar a través de las múltiples estadísticas de siniestralidad, las que dan a conocer las consecuencias provocadas mediante cifras de: fallecidos, heridos y daños materiales, resultantes de su ocurrencia; dejando de lado el impacto emocional ocasionado a familiares tras sufrir un accidente que dan como resultado lesiones, incapacidades o generan la pérdida de vidas invaluable.

*Tabla 2. Infracciones más comunes sancionadas a motociclistas.*

Orden de reiteración	Infracción	Sanción económica (euros)
1	Olvidar o no portar el permiso de conducir.	10
2	Llevar permiso de conducir sin renovar.	200
3	No llevar la ITV al día.	200
4	No actualizar datos del permiso de conducir.	80
5	No portar casco homologado.	200
6	Llevar seguro obligatorio vencido.	601 -3005
7	Mal estacionamiento (sujetar a mobiliario urbano)	30
8	Aparcar en lugares prohibidos.	30 – 200
9	Llevar la matricula en mal estado o con adornos.	80 – 200
10	Lavar la motocicleta en vía pública	30 – 3000

Fuente: Escuela de conductores [8].



La Seguridad Vial, que en principio fue una obligación a cumplir por parte de las instituciones de tráfico y de entidades de formación de conductores (autoescuelas), en la actualidad se ha convertido en una especialidad que se encarga de la planificación y diseño de carreteras, señalización, medidas de emergencia y socorro, información, educación y capacitación dirigida no solo a conductores, sino que también busca involucrar a los peatones. El objetivo de un correcto plan de Seguridad Vial es alcanzar lo denominado como “Cultura de Seguridad Vial” donde la misión es prevenir y evitar la siniestralidad, cumpliendo las normas establecidas cuyo incumplimiento acarrea una sanción económica por cometer la infracción.

### **1.4.3 Formación de conductores**

#### **a. Marco cognitivo**

Una correcta formación dirigida a conductores debe estar compuesta de dos partes: teórica y práctica, para asegurar e incrementar la posibilidad de que el estudiante logre tener las habilidades necesarias para realizar de manera intuitiva las funciones que implica una conducción segura. En la actualidad las formaciones a conductores se sostienen sobre una hipótesis sobre el proceso cognitivo. Keskinen afirma, que dicho proceso está constituido por tres niveles jerárquicos [9]:

- Estratégico.
- Táctico
- Operativo.

Utilizando como base lo antes mencionado se ha incorporado una segunda fase o dimensión, con la finalidad de definir un marco teórico para asegurar una orientación correcta e idónea para la formación y capacitación de los conductores, llegando a constituir los denominados “Objetivos para la Educación de los Conductores” (OEC); la fase agregada se designa como “objetivos de vida y habilidades para vivir” que da a conocer la manera en la cual influye el entorno social y emocional, comportamientos y actitudes, género y edad, etc., repercutiendo en el estado emocional, anímico y comportamiento de la persona al momento de conducir [10].

La OEC en su segunda fase establece tres objetivos:

- 1) Conocimientos y habilidades: se centra en las destrezas que debe adquirir y poner en práctica un conductor dependiendo del escenario al que se exponga.
- 2) Factores de riesgo: un solo conjunto de sucesos como circulación a velocidad adecuada dependiendo del entorno que permita una correcta percepción de los distintos obstáculos existentes fijos o móviles que se consideran aspectos fundamentales al momento de valorar y asumir la probabilidad de riesgo de producir un accidente.
- 3) Capacidad de autoevaluación: realizada constantemente por el conductor para valorar su actuación y manera de poner en práctica lo adquirido en los niveles de comportamiento que establece la OEC; teniendo en cuenta los distintos aspectos influyentes al momento de la conducción sea capaz de realizar una evaluación crítica de sus capacidades y conocimientos.

Lamentablemente las formaciones habituales de conductores actualmente se centran tan solo en los niveles de conocimiento y habilidad (maniobra del vehículo y circulación), y tratan muy superficialmente lo referente a factores de riesgo.

#### **b. Categoría de conductores**

- **Novel o principiante.**

Según los índices de siniestralidad recogidos por la DGT, son el grupo con mayor riesgo de accidentabilidad. Se le puede dividir en dos subgrupos, el primero está formado por conductores con edades comprendidas entre 18 y 24 años teniendo un índice que duplica a los del segundo subgrupo formado por conductores con edades comprendidas entre 25 y 54 Años. Los análisis realizados de los accidentes reflejan que los motivos principales para que se produjeran es la falta de capacidad de percepción y la comprensión de riesgo, autoevaluación y motivación de conducción segura.

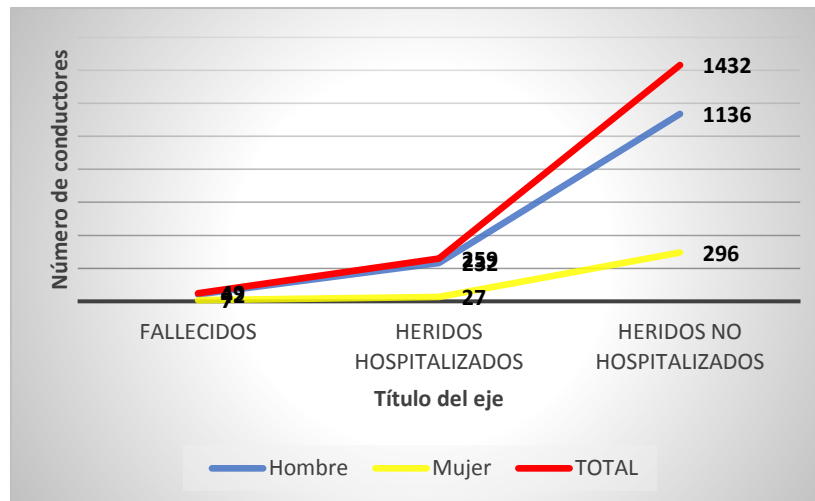


Figura 12. Siniestralidad conductores noveles (18 a 24 años) en motocicleta.  
Fuente: DGT [7].

Los conductores jóvenes suelen mal interpretar señalizaciones y situaciones de circulación debido a su falta de apreciación e inexperiencia en búsqueda de información, además, tienen dificultad para calcular la distancia y adaptar la velocidad dependiendo de las condiciones del tráfico; por tal motivo la formación impartida debe hacer que adquieran conocimientos y habilidades teóricas y prácticas en todos los aspectos mencionados en el marco OEC [11].

Vlakveld W. en el año 2006 en una conferencia en la ciudad de Madrid sobre directrices europeas para la aplicación de nuevas tecnologías para el conductor en su etapa de educación y entrenamiento menciona, “Existen indicios de que la utilización de simuladores de conducción permite acelerar el proceso de aprendizaje. Sin embargo, en la actualidad no existen suficientes conocimientos sobre la retención de las habilidades adquiridas en un simulador y a su transferencia a la práctica real de conducción una vez superado el proceso de formación” [12]. En la actualidad el uso de simuladores ha denotado resultados favorables para la formación y adquisición de habilidades comportamentales en la conducción para los distintos tipos de conductores.

- **Profesional.**

Actualmente en distintos países de Europa la formación de conductores profesionales para vehículos especiales se realiza mediante simuladores que permiten recrear situaciones y escenarios de peligro, para la familiarización con maniobras complicadas o difíciles ya sea por el tipo de vehículo o las

condiciones del medio. Los simuladores más comunes son para entrenamiento de conducción en autobuses y camiones de dimensiones especiales.

- **Discapacitados y/o edad avanzada.**

Para la formación de esta categoría de conductores el uso de simuladores es muy útil y seguro, debido a que permite realizar una evaluación de habilidades y limitaciones frente a riesgos inherentes existentes en el tráfico real evitando exponer a conductores y a terceros. Además, para conductores con discapacidad el simulador permite familiarizarse y aprender a controlar de manera precisa y efectiva los distintos dispositivos de adaptación que requieren sus vehículos para poder ser controlados de manera segura.

#### **1.4.4 Ejes de la formación**

Una correcta formación no está basada tan solo en dar a conocer información completa y adecuada, también debe implicar aspectos que se deben desarrollar una vez que se haya asimilado toda la teoría, por lo cual se plantean tres ejes para la adecuada formación: Información, conciencia y destreza. El orden de implicación de estos aspectos es fundamental debido a que forman una secuencia que permite lograr resultados satisfactorios y completos en lo que se refiere a formación vial.

##### **a. Primer eje, información.**

En él se abarcan todos los aspectos teóricos que un conductor debe conocer previo a ponerse detrás de los mandos de un vehículo. El conductor debe aprender y asimilar información referente a normas y leyes, cuestiones de seguridad, aspectos funcionales y comportamentales de los distintos vehículos, condiciones del entorno y posibles riesgos que se puedan presentar, etc. Actualmente un conductor tiene la posibilidad de obtener y estudiar toda la información necesaria mediante libros o formatos multimedia, desde cualquier lugar que se encuentre, su aprendizaje puede ser presencial o a distancia. La problemática que ha generado esta facilidad de obtención de información es que los conductores se limitan a memorizar tan solo lo necesario para aprobar la evaluación y obtener su permiso de conducir y no sienten la necesidad de comprender la importancia de los conocimientos que han adquirido y eso se ha debido a las escasas habilidades cognitivas puestas en juego en la formación.

## b. Segundo eje, concienciación.

Este eje se encauza en las actitudes que se toma en la conducción lo que significa una implicación directa con el factor humano, las destrezas para evitar accidentes de tráfico aumentan proporcionalmente con el grado de concienciación adquirida por el conductor, debido a que el ser humano consciente o inconscientemente dependiendo de su personalidad ejecuta acciones de riesgo aun conociendo las posibles consecuencias. Es conocido por diversos estudios que la mayor tasa de accidentes referente a la conducción se producen al no saber actuar frente a escenarios inesperados de peligro, la identificación del riesgo se da una vez evaluados los datos e información percibidos (velocidad de circulación, estado del entorno y del vehículo, etc.) de la situación para tener una idea primaria del peligro al cual se expone el conductor y demás implicados presentes en el entorno, además, permite determinar aspectos propios (estado anímico y físico del conductor) que puedan evitar que ocurra el accidente.

El uso de simuladores de conducción para la formación en este eje ayuda para identificar las consecuencias y gravedad de una mala actuación que llegue a materializar un accidente; La DGT ha marcado tres aspectos ligados con el factor humano como más influyentes debido a su presencia en una cifra significativa en la siniestralidad ocurrida en el territorio español, son [7]:

- Conducción bajo el efecto de drogas y alcohol. – En este aspecto se utiliza mucho el de simuladores o gafas adaptadas para recrear los síntomas causados por estas sustancias en el comportamiento humano, siendo los efectos del alcohol los más controlados e inculcados como peligrosos en la formación de conductores.

Tabla 3. Tasa de alcoholemia.

TIPO DE CONDUCTOR	EN SANGRE	EN AIRE ESPIRADO
<b>Conductores en general</b>	0.5 g/l	0.25 g/l
<b>Noveles y profesionales</b>	0.3 g/l	0.15 g/l

Fuente: DGT, Dirección General de Tráfico España.

- Exceso de velocidad. – El motivo de existir tramos viales con distintas medias de seguridad y limitaciones de velocidad es debido al riesgo que poseen (curvas, pendientes, tráfico, cruces peatonales, etc.), la DGT debido a campañas realizadas da a conocer que en el año 2013 más de un

millón de conductores fueron sancionados por conducir con excediendo los límites de velocidad permitidos.

Tabla 4. Límites de velocidad en España.

	TURISMOS Y MOTOCICLETAS	AUTOBUSES	CAMIONES Y FURGONETAS
Autopista y autovías	120 km/h	100 km/h	90 km/h
Carreteras convencionales (+1.5m arcén)	100 km/h	90 km/h	80 km/h
Carreteras convencionales	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Vías urbanas	50 km/h	50 km/h	50 km/h

Fuente: DGT, Dirección General de Tráfico España.

- Distracción al volante. – Actualmente el avance tecnológico trata de mitigar este factor, pero aún se observa a personas que además de conducir utilizan teléfonos móviles, GPS, fuman, comen, beben o atienden a ocupantes del asiento trasero. Este tipo de actuaciones aumenta considerablemente el riesgo de accidente. Una manera segura de concientizar al conductor de las consecuencias que desencadenan estas acciones es dar a conocer la fatalidad del riesgo en un entorno controlado mediante un simulador, para evitar que repita dichos actos.

### c. Tercer eje, destreza.

El tercer paso para completar una formación adecuada es el familiarizarse con maniobras de conducción que permitan poner en práctica la distinta información adquirida en distintos escenarios, cabe tener en cuenta que no siempre mucha práctica significa más aprendizaje debido.

Por tal motivo a la hora de adquirir destrezas un conductor debe estar expuesto a la mayor cantidad de escenarios y riesgos posibles, lo cual es posible y de manera segura gracias a simuladores, teniendo muy presente no caer en la monotonía ya que eso representaría un aprendizaje pobre e ineficaz debido a la limitación de actuaciones involucradas; el uso de simuladores debe ser una práctica reflexiva, y basada en una diversidad de ejercicios y entornos para asegurar una rápida reacción correcta frente a un riesgo imprevisto.

## 1.4.5 Conducción segura

El ponerse en los mandos de un vehículo cualquiera que este sea es una actividad compleja que exige mucho más de lo que parece. Envuelve al conductor tanto psicológica

como físicamente. Por lo cual, el realizar un desempeño correcto depende, no sólo de las habilidades alcanzadas en la formación práctica por el conductor para controlar el vehículo en todo momento y frente a cualquier circunstancia, además, exige un adecuado estado físico que permita distinguir correctamente las situaciones que representen riesgo, también depende de la experiencia, una clara conciencia de percepción de peligros al circular por las vías públicas, así como de, la madurez y el estado emocionales que harán posible una actuación y comportamiento seguros para prevenir accidentes, siendo responsables y solidarios con terceras personas (usuarios de la vía pública).



Figura 13. Procesos e influencias en el acto de conducir.  
Fuente: Manual para la conducción segura. [13].

- **Conductor seguro.** - Es aquel que ejecuta estrictamente su función de conducir, y sabe maniobrar y dominar correctamente su vehículo; Un conductor seguro es todo aquel que conduce su vehículo de tal manera que no provoca, incita o es víctima de accidentes. Debe saber controlar y tratar los tres factores fundamentales implicados en la conducción (humano, vehículo y entorno), respeta las normas impuestas por las autoridades competentes con buen juicio y responsabilidad.
- **Reglas.** – ISOBA M. en su manual para la conducción segura da a conocer dos reglas como ayuda [13]:
  - Conocer y respetar las normas y señales de tránsito. – Es importante su conocimiento y familiarización debido a que gracias a ellas se logra mantener un sistema ordenado y permite la interacción con terceros de forma segura en las vías, evitando que se produzca algún incidente o mucho peor accidente.
  - Permanecer atento y alerta sobre el comportamiento de los demás usuarios de la vía. – La utilización de las vías son para desplazamientos los cuales muchas veces son programados y cronometrados, sin tener en cuenta que

muchas veces el programa o tiempo puede variar debido a la interacción con los demás usuarios, por tal motivo el prestar atención tanto a peatones como a conductores es importante, ya que esto permite una conducción defensiva, que no es más que anticiparse a situaciones de riesgo con maniobras correctas y que no impliquen ningún riesgo inherente.

- **Motocicletas y ciclomotores.** – De igual manera que para los vehículos de cuatro ruedas o más es indispensable el conocimiento y cumplimiento de todas las normas y leyes establecidas, además es de suma importancia tener en cuenta la interacción con los demás vehículos que circulan, están aparcados o estacionados respetando las distancias establecidas. Se debe evitar comportamientos de riesgo como: maniobras en zigzag, evitar exponerse a los puntos ciegos de los distintos tipos de vehículos, adelantar por el lado derecho, etc. Estos comportamientos son causantes de caídas y colisiones de motoristas especialmente en vías urbanas; el hacer notar la presencia a los vehículos de mayor tamaño también es fundamental y se puede conseguir circulando durante todo momento con las luces encendidas. En cuanto a la vestimenta y equipos de protección de los motoristas son diseñados de tal manera que protegen ante la climatología (térmicos) y ante grandes factores de rozadura.
- **Formación específica.** – La DGT actualmente está planteando una modificación en lo referente a la obtención de los distintos tipos de carnet para conducción de motocicletas y ciclomotores, debido a que estos se delimitan por su cilindrada y no por la potencia medida en CV, los tipos de carnet existentes son [7]:

Tabla 5. Permisos de conducción para motocicletas.

TIPO	ASPECTOS	VALORES
<b>A1</b>	Cilindrada	Hasta 125 cm <sup>3</sup>
	Potencia	Hasta 11 kW (aprox. 15 CV)
	Potencia/Peso	Hasta 0.1 kW/kg
	Nota	También triciclos de hasta 15 kW
	Edad mínima	16 años
<b>A2</b>	Cilindrada	Cualquiera
	Potencia	Hasta 35 kW (aprox. 48 CV)
	Potencia/Peso	Hasta 0.2 kW/kg
	Nota	Motos limitadas, de máximo 70 kW



	Edad mínima	18 años
A	Cilindrada	Cualquiera
	Potencia	Cualquiera
	Potencia/Peso	Cualquiera
	Edad mínima	Edad mínima 20 años (21 para triciclos de más de 15kW).

Fuente: DGT [7].

Una formación específica para mejorar la conducción de motocicletas se realizaría en 9 horas basándose en tres aspectos: teórico, destreza y circulación [8]:

- Formación. – 3 horas en las cuales se abordan temas clave: los distintos equipamientos existentes para protección, mantenimiento y condiciones de la motocicleta, técnicas de conducción, conducción con acompañante, accidentes y actuación, conducción en situaciones desfavorables y existencia de factores de riesgo.
- Destreza. – 4 horas puramente prácticas las cuales se centran en: utilización y ajuste de los dispositivos de seguridad, slalom, conducción de la motocicleta, manera segura de aparcar, maniobras para evitar obstáculos, manera correcta de realizar frenadas de emergencia. La práctica de conducción se debe realizar en entornos aislados en los cuales existan tramos rectos y curvos, intersecciones y cruces, cambios de dirección y de carril. Actualmente gracias a los avances tecnológicos se puede completar o ayudar la formación con simuladores que permiten entornos seguros, confiables y con gran diversidad de posibilidades dependiendo del conductor y tipo de motocicleta que conduce.

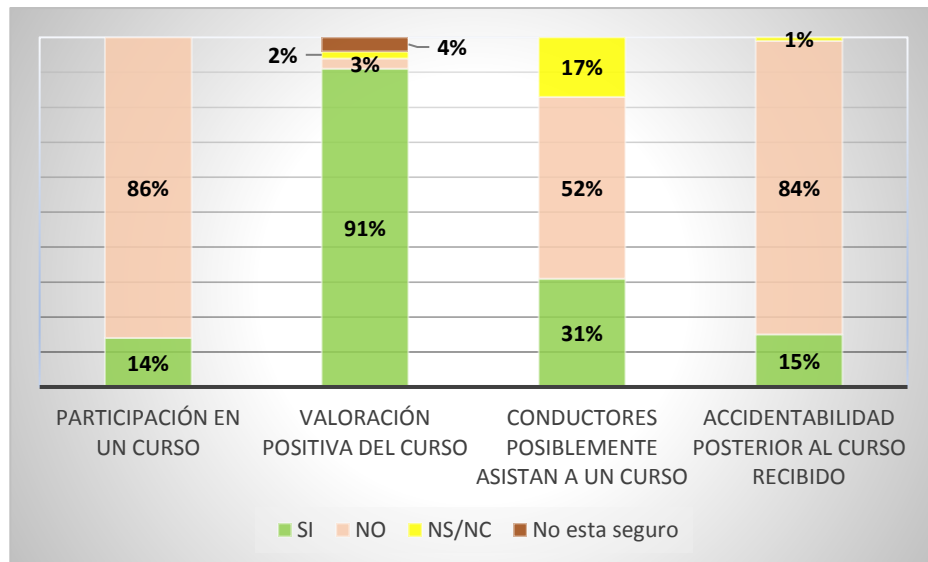


Figura 14. Aceptación y consecuencias de formación específica.  
Fuente: RACC [2].

## 1.5 PUNTOS CIEGOS

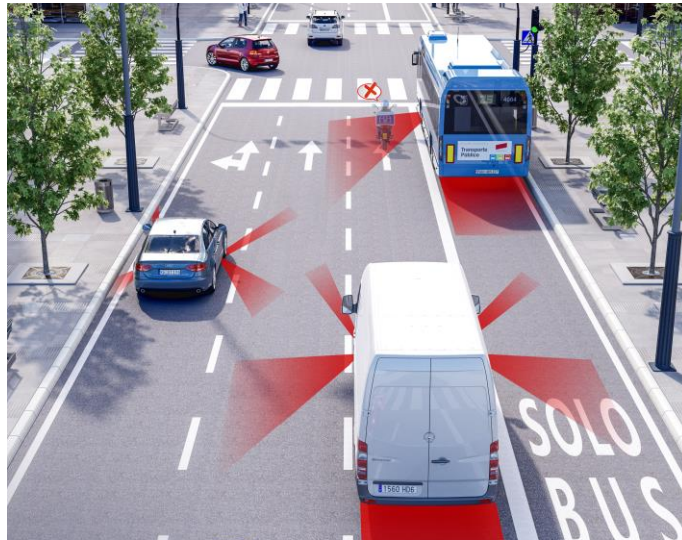
### 1.5.1 Tipos

Los puntos ciegos existen en todos los vehículos. Son distintas áreas alrededor del mismo que no pueden ser controladas ni observadas directamente por el conductor, para lograr reducir el tamaño de estas áreas se hace uso de espejos retrovisores y actualmente la tecnología está haciendo posible un mayor control de estos con la instalación de dispositivos inteligentes que permiten abarcar mayor área del entorno del vehículo.

La estructura de la carrocería, en si genera varios obstáculos inevitables al momento de conducir y se los denomina puntos ciegos ya que obstruyen la clara visualización del entorno al que el conductor se enfrenta; son tres partes fundamentales de la carrocería las que generan los puntos ciegos:

- Parantes del marco del parabrisas.
- Postes centrales en vehículos con parabrisas doble.
- Costados superiores de la ventanilla trasera.

Según la OMS el campo de visión en grados por eje de una persona es: eje vertical 100° y eje horizontal 180° [1], lo que indica que el conductor sin ayuda de ningún dispositivo auxiliar tiene un campo de visión frontal y lateral del entorno del vehículo (parte delantera y laterales hasta su posición), a esto se debe restar lo obstaculizado por los parantes del parabrisas como el parante izquierdo que al estar más próximo al conductor disminuye en 15° el campo de visión.



*Figura 15. Puntos ciegos en los vehículos.  
Fuente: ISSL [3]*

En la ilustración se observa señalado con color rojo los “puntos ciegos” o también llamados “ángulos muertos” en los tres tipos de vehículos más comunes en vías urbanas, son zonas en las que es imposible de controlar, ni con ayuda de espejos retrovisores, lo que está ocurriendo o si existe algún obstáculo en ellos.

### **1.5.2 Peligro que representan**

El 90% de información que se recibe al momento de conducir es a través del sentido de la vista. El tener claro lo que ocurre en el entorno es fundamental para poder evitar accidentes, por tal motivo los espejos retrovisores cumplen una gran función al momento de la conducción ya que permiten ver lo que ocurre detrás y en los laterales del vehículo convirtiéndose en parte del mecanismo de visión del conductor.

Los peligros más frecuentes ocasionados son:

- Cambio de carril peligroso, incomodando o colisionando con otro vehículo.
- Derribar o atropellar a un motociclista o ciclista.
- Choque al girar, por motorista o vehículo invadiendo área de un vehículo de grandes dimensiones.
- Golpear o derribar un motorista, al abrir una puerta por el lado indebido y sin ver alrededor.
- Provocar un accidente a terceros, debido a una maniobra peligrosa.
- Obligar a un segundo a reaccionar indebidamente y colisionando con un tercero.

### 1.5.3 Como evitarlos

Todo conductor sin importar el tipo de vehículo que posea (camión, furgoneta, turismo o motocicleta), antes de ponerlo en marcha debe fijarse si la ubicación de los retrovisores le permite tener una buena perspectiva de su entorno, de no ser así debe ajustarlos para cubrir la mayor área posible alrededor del vehículo.

Todo vehículo sale de fabrica equipado con espejos retrovisores laterales y dependiendo del tipo de vehículo posee un tercero en la parte central interna, la manera correcta de ajustar los espejos retrovisores para disminuir lo máximo posible los puntos ciegos se debe realizar cuando el conductor se haya sentado correcta y cómodamente con la espalda erguida, además esta posición facilita el movimiento del cuello y el torso para un mejor control de los espejos retrovisores.

La correcta posición de los retrovisores laterales es cuando el conductor al momento de conducir observe solo el final de su vehículo (esto para que le sirva como referencia del espacio y distancia de los objetos en su entorno); En los vehículos equipados con espejo retrovisor en el interior de la cabina, este se debe ajustar teniendo en cuenta la luna trasera de tal manera que permita observar el transito existente detrás.

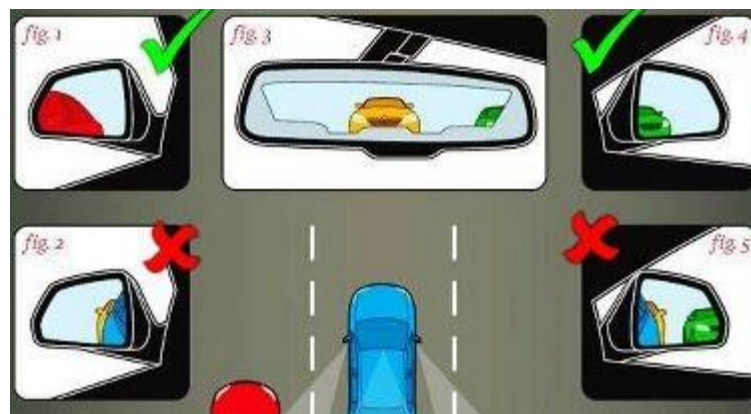


Figura 16. Ajuste de espejos retrovisores.  
Fuente: Geduival [14].

- **Consejos para evitar puntos ciegos:**
  - Correcta posición del asiento y ajuste de los espejos retrovisores
  - Observar los espejos retrovisores antes de realizar alguna maniobra que implique cambio de carril o de dirección.
  - Inclinar ligeramente el torso hacia adelante en el momento de observar los retrovisores aumenta el área observada.
  - Girar la cabeza ligeramente para observar los laterales.

- Motociclistas o vehículos pequeños, evitar invadir puntos ciegos de los vehículos de mayor tamaño (camiones) o que fácilmente demuestren mayor dificultad de controlar todo el perímetro del vehículo.
- Observa constantemente los espejos retrovisores como medida preventiva de conducción defensiva.
- Al realizar un adelanto evitar ubicarse en el punto ciego del otro vehículo.
- Mantener los espejos siempre limpios y en buen estado.
- Evitar colocar objetos en los espejos retrovisores que obstruyan la visibilidad o puedan causar confusión de la visión.
- En las motocicletas evitar el cambio de retrovisores por otros pequeños o su posición por estética, los retrovisores y posición de fábrica es la adecuada para el modelo y tipo de motocicleta.
- Circular cumpliendo las normas, leyes y señalización establecidas es la mejor manera de evitar cualquier tipo de accidente.

- **Herramientas existentes para disminuir los puntos ciegos:**

Los avances tecnológicos y la constante evolución debido a la cada vez más exigente demanda por parte del consumidor, ha provocado una rápida reacción de los fabricantes y diseñadores para lograr disminuir e incluso tratar de eliminar los puntos ciegos, normalmente para controlar estos puntos se utilizan los espejos retrovisores y ligeros movimientos del conductor, pero hoy en día existen otros métodos:

- El método más conocido y económico es la colocación de mini espejos panorámicos en los retrovisores laterales, que si bien no son muy útiles para percibir la distancia si ayudan advirtiendo de la presencia de un vehículo. Para el interior existe el denominado espejo de “Hicks”, espejo curvo que permite una visión de aproximadamente 45° en comparación con los 15° o 17° que proporcionan los planos [15].
- Para evitar que se generen puntos ciegos, algunas marcas de vehículos han optado por diseñar los parantes tanto delanteros como traseros en forma de panales de abeja para dar visibilidad en esas áreas.
- Lo más reciente es el sistema BLIS (Blind Spot Information System), es un sistema activo el cual se pone en funcionamiento cuando la velocidad es superior a 10km/h y cuenta con una luz en la parte interna del

retrovisor que al encenderse indica la presencia de otro vehículo, este sistema está instalado en los vehículos de alta gama.

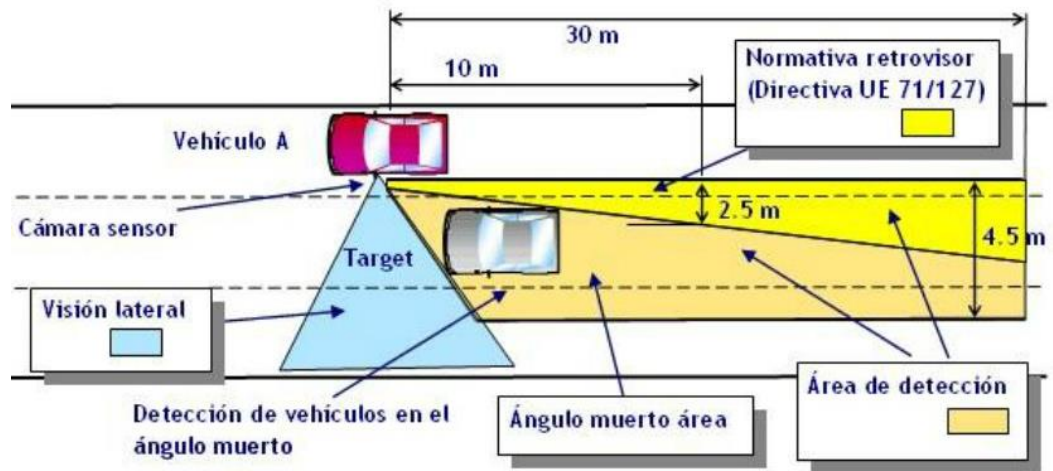


Figura 17. Puntos ciegos y ángulos de visión.  
Fuente: Volvo [15].

## 2 PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde que se inventaron los vehículos automotores y debido a su imparable crecimiento a nivel mundial, los accidentes viales se han convertido en la undécima causa de mortalidad en el mundo por tal motivo la OMS ha planteado el objetivo de reducir las muertes y traumatismos por accidentes de tráfico en un 50% para 2020 [1]. En España la Dirección General de Tráfico menciona en un estudio (2010) de siniestralidad por accidentes de tráfico, que en el casco urbano se producen más del 54% de accidentes con víctimas y 22% con fallecidos, de los cuales están involucrados motocicletas en un 13.3% con heridos y 8.4% accidentados fallecidos [16].

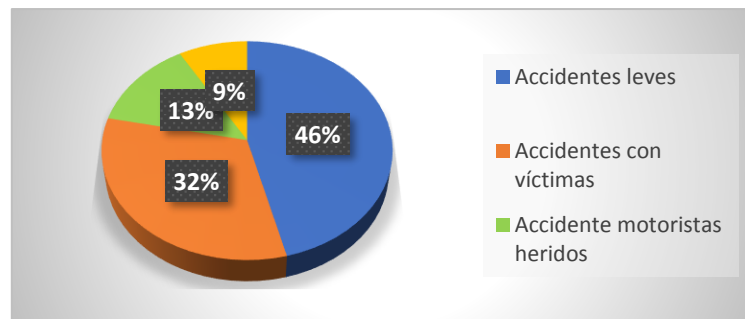


Figura 18. Siniestralidad por accidentes de tráfico en casco urbano.  
Fuente: DGT (2010).

En la actualidad, la existencia de una economía estable y el crecimiento demográfico, se ha generado un aumento del parque automovilístico y por ende mayor tráfico, lo que ha propiciado que parte de la población utilice motocicletas como medio de transporte y/o trabajo alternativo debido a su mejor maniobrabilidad, menor consumo de combustible y posibilidad de disminuir los tiempos de desplazamiento. El RD 1/1994, de 20 de junio, en su artículo 15, define los conceptos de accidente de trabajo donde claramente están incluidos los accidentes viales bien cuando se producen en el desplazamiento del trabajador a la empresa o viceversa, accidentes “in itinere”, como los accidentes producidos como consecuencia de su trabajo, accidentes “in misión” [17].

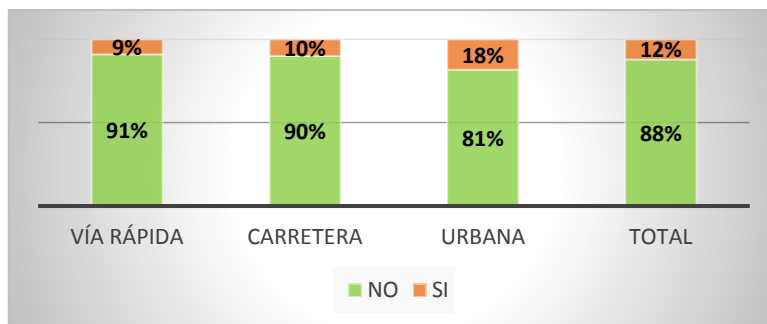


Figura 19. Siniestralidad "in misión".  
Fuente: RACC [2].

Con lo expuesto, es evidente que los conductores de motocicletas tienen enormes posibilidades de ser víctimas de accidentes de tráfico, situación de la que se puede tener constancia por medio de procesos educativos en los que la educación relacionada a Seguridad Vial se convertiría en el elemento determinante que contribuirá a la reducción de la accidentabilidad y la consecuente pérdida de vidas humanas y recursos materiales. Sabiendo de antemano que el factor humano es el más relevante en siniestralidad se ve la necesidad de desarrollar un proyecto que ofrezca la posibilidad de reducir las víctimas de accidentes viales en los que se encuentre involucrada una motocicleta mediante la formación y el cambio de conducta del motorista.

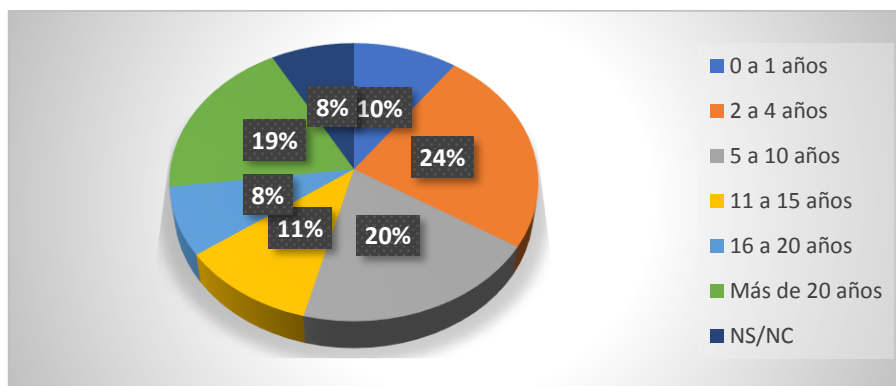


Figura 20. Motociclistas accidentados según años de experiencia.  
Fuente: RACC [2].

## 2.2 OBJETIVOS

### 2.2.1 Objetivo general

Proponer una herramienta útil para la formación y concienciación de conductores de motocicletas que permita familiarizarse con las zonas de riesgos a las que se exponen en el período de conducción, disminuyendo así el riesgo de accidentes generado por los puntos ciegos de los vehículos.



### **2.2.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información referente a puntos ciegos que se dan en los distintos tipos de vehículos con el propósito de informar a los motociclistas para conseguir que la conducción sea más segura.
- Concienciar a los motociclistas de los riesgos a los cuales se exponen por una conducción inadecuada y lograr combatir prácticas de riesgo.
- Minimizar los escenarios de siniestralidad familiarizándolos con un método de conducción segura e incrementando sus habilidades para evitar puntos de riesgo.
- Mejorar la seguridad y reducir riesgos viales en personas que utilizan una motocicleta como herramienta de trabajo.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 TIPOS DE SIMULADORES

Un inventario realizado sobre simuladores existentes en Europa utilizados para formación de conductores bajo el Marco de la Red de Excelencia HUMANIST, los clasificó en las siguientes categorías [18]:

##### 3.1.1 Plataforma fija o móvil sin cabina de hasta 3 grados de libertad

Usado frecuentemente en autoescuelas es capaz de almacenar los resultados una vez terminado el ensayo para una posterior evaluación y análisis de las distintas experiencias de los alumnos. Se controlan mediante un portátil integrado en la consola principal, permiten la visualización de 180° de las distintas alternativas de entornos gracias a grandes pantallas (hasta 2m de ancho). Los que cuentan con plataforma móvil (hidráulica), son capaces de simular y hacer notar los esfuerzos laterales, longitudinales y movimientos generados por el avance del vehículo.



*Figura 21. Simulador fijo 3 grados de libertad.  
Fuente: <http://simulador-kaelh.blogspot.com>*

##### 3.1.2 Con cabina y plataforma de 6 grados de libertad. –

Utilizados con más frecuencia en investigaciones o experimentos de seguridad vial, deterioro y comportamiento del conductor y para pruebas de sistemas de transporte inteligente. Este tipo permite recrear escenarios con efectos y características muy cercanos a la realidad para observar el comportamiento de los conductores o alumnos en condiciones controladas y seguras, esto gracias a que cuenta con una cabina idéntica al interior de un vehículo con sistemas de proyección de 300° y sistema de movimiento y sonido para recrear el movimiento real, sonido del viento, ruido de otros vehículos, etc.



Figura 22. Simulador con cabina y plataforma de 6 grados de libertad.  
Fuente: <http://simfor.es/wp/?portfolio=automovil>

### 3.1.3 De vehículo pesado (camiones y autobuses). –

Utilizado para formación de conductores profesionales, están diseñados para hacer notoria la magnitud del vehículo en todas sus dimensiones y también su peso y sonidos que genera al desplazarse o cambiar de velocidad. Además, cuentan con sistema de visión para simular los retrovisores para maniobras de marcha atrás o aparcamiento, sistemas de movimiento para lograr tener una perspectiva del movimiento lateral, longitudinal y las fuerzas de aceleración. El espacio interior de la cabina debe ser capaz de dar la sensación de una marcha lenta debido al tipo de vehículo y sus dimensiones.



Figura 23. Simulador vehículo pesado.  
Fuente: <https://www.laopiniondemurcia.es>

## 3.2 COMPONENTES

Un simulador de conducción debe ser capaz de poder envolver al conductor en el ambiente simulado en el cual se encuentre inmerso, para lo cual está conformado por componentes físicos y programas informáticos los cuales al unirse permiten la

conducción de un vehículo en un ambiente vial simulado con distintos factores y obstáculos haciendo este lo más real posible. Los componentes principales son:

- a. **Cabina.** – Puede ser una recreación muy real de la parte frontal del vehículo o incluso la propia parte de uno, la cual debe tener la consola principal con los mandos y el asiento del conductor. Existen modelos que poseen distintas cabinas para un mismo chasis.
- b. **Mandos de control.** – Cuentan con los mandos principales de un vehículo estándar (cambio manual), que son: volante, pedal de acelerador, pedal de freno, pedal de embrague y palanca de cambios. Las reacciones o efectos que indique el simulador al momento de girar, frenar o cambiar de marcha deben ser de una magnitud similar a las que se producirían en la vida real, también pueden contar con los distintos accesorios como retrovisores, luces direccionales, etc.
- c. **Dispositivo para simulación de movimiento.** – esto depende de los grados de libertad con los que cuente el simulador, mientras más grados de libertad más real será las sensaciones percibidas al momento de la conducción, por ejemplo: 0° de libertad tan solo da una percepción visual de la velocidad mediante las proyecciones, 1° de libertad da la percepción de vibración al momento de realizar un movimiento brusco en la simulación, mientras que de 3° de libertad en adelante la sensación de conducción será mucho más realista.
- d. **Dispositivo de visualización.** – Es el encargado de mostrar todo el entorno de la simulación a través de una o varias pantallas dependiendo del modelo del simulador, el ángulo de visión especialmente el horizontal que logre tener el conductor es lo que marcará una diferencia y marca la eficiencia el simulador. Al momento de conducir se estima que un ángulo de visión horizontal de 180° y un vertical de 40° son adecuados para poder realizar una conducción de manera segura. Dependiendo del sistema que posea el simulador será capaz de mostrar desde un ambiente estático hasta uno en donde se experimente la inclusión de otros vehículos en movimiento en la simulación.
- e. **Dispositivo de sonido.** – Es indispensable contar con un sistema de sonido capaz de ser preciso al momento de generar los distintos sonidos debido a que esto es información necesaria para el conductor durante la conducción y una simulación eficaz mejora cualitativamente la destreza del conductor independientemente del

entorno. Los sonidos más frecuentes son: motor, aceleración, otro vehículo, lluvia, neumáticos, etc.

- f. Sistema de control del sistema y proceso de datos.** – dependiendo del tipo y complejidad del simulador puede estar formado por uno o varios ordenadores. Es el encargado del funcionamiento de la simulación y componentes físicos en armonía según los entornos elegidos, además, es capaz de guardar datos y evoluciones sobre el comportamiento del conductor en cada simulación. Este debe ser capaz de controlar los distintos tipos de modelos de: escenarios de simulación, imágenes, sonido, movimiento, accionamiento de mandos, cálculos de posición y trayectoria.
- g. Registro y proceso de datos.** – Esencial para la evaluación posterior, es capaz de almacenar los parámetros de actuación del conductor según el movimiento del vehículo y las exigencias del entorno de la simulación a las cuales se haya enfrentado. Generalmente este tipo de evolución es cualitativa debido al desarrollo de destrezas que experimenta el conductor en los distintos entornos a los cuales es sometido

### **3.3 VIABILIDAD**

El principal aspecto para tomar en cuenta debe ser el de la siniestralidad, es cierto que en el tema de seguridad vial la correcta formación teórica y práctica son fundamentales. Al tratar el tema de las prácticas se debe analizar que por más claros que estén los objetivos y las medidas de prevención un conductor inexperto al mando de un vehículo en interacción con otros y también peatones es un gran riesgo. Para disminuir este riesgo se ha optado por realizar prácticas en entornos controlados y seguros con la ayuda de simuladores.

La utilización de simuladores como herramienta para la formación de conductores ya es aceptada y está teniendo mucha acogida, por ejemplo: en Francia está permitido la homologación de horas prácticas en simuladores para obtención de los permisos de conducción, a nivel de Sudamérica esta iniciativa está realizándose en Brasil. Hay altas expectativas que sea también acogida por Chile, Perú y Ecuador. Esto debido a que es muy notorio la mejora en el tema de seguridad vial al reducir los siniestros, además, ayuda a disminuir la congestión vehicular.

Para una mejor perspectiva se presentan las ventajas que se tiene con el uso de simuladores en 4 bloques:

### **3.3.1 Costes**

En relación con costes se debe tener en cuenta el factor humano además de los bienes materiales de la empresa:

- Inversión inicial menor, un simulador es menos costoso que un vehículo adaptado para la formación de conductores.
- Mantenimiento, es inferior al de un vehículo.
- Durabilidad, con uso y mantenimiento correcto tiene más tiempo de vida útil.
- Combustible, con una programación adecuada el costo de consumo eléctrico es inferior al que representaría el costo de combustible.
- Menor riesgo de retirada del permiso de conducir de empleados.
- Disponibilidad continua de la herramienta de formación, un vehículo averiado significa tiempo sin contar con la herramienta principal de práctica.
- Disminución de días de baja, al ser un entorno controlado se evita la lesión de trabajadores que pueda implicar baja laboral.

### **3.3.2 Seguridad**

Es una ventaja general, implica a alumno, instructores, otros conductores y transeúntes. El alumno al experimentar la conducción las primeras veces en un simulador, adquiere cierto grado de confianza y gana cierta destreza que en el momento de enfrentarse al tráfico real le va a ser de mucha ayuda para evitar cometer errores que puedan provocar un accidente. El instructor puede enseñar de mejor manera y sin exponerse, otros conductores y transeúntes se benefician debido a que no están expuestos al riesgo que significa una persona nueva detrás de un volante ya que no se sabe cuál será su reacción ante situaciones difíciles o confusas.

### **3.3.3 Variedad de entornos**

Adquisición de destreza por parte del alumno, con ayuda de prácticas programadas en las cuales se aumente la dificultad de los entornos y condiciones adversas (meteorológicas o mecánicas), así como también la familiarización de las distintas señalizaciones de tráfico.

### **3.3.4 Sostenibilidad**

Desde un enfoque social, una correcta formación y habilidades de conducción reflejan sus resultados en la disminución del tráfico existente, lo que a su vez provoca una ciudad más saludable con menos estrés y reducción en su siniestralidad.

Desde un enfoque ambiental, un mayor uso de simuladores para la formación de conductores conlleva menor uso de vehículos a combustión lo cual disminuye la emisión de contaminantes al medio ambiente.

### 3.4 UNITY 3D

Unity 2D o 3D es un motor de videojuego multiplataforma desarrollado por Unity Technologies, se puede utilizar con distintos procesadores: Microsoft Windows, OS X, Linux. La compañía tiene como lema “Accesibilidad de los contenidos interactivos en 2D y 3D a la mayor cantidad posible de personas en el mundo”, la aplicación ha tenido mucha acogida debido a la falta de necesidad de adquirir una licencia si se cumplen ciertos requisitos que garanticen un uso académico y/o recreativo sin ánimo de lucro.

Su lanzamiento inicial fue el 30 de mayo de 2005 [19], es un motor de videojuego con programación en C, C++ y C#, disponible únicamente en inglés. Para lograr un correcto y completo funcionamiento el sistema con el cual se vaya a utilizar el motor debe cumplir con los siguientes requisitos: OS: Windows 7 SP1+, 8, 10, solo versiones de 64 bits; Mac OS X 10.9+. GPU: Capacidades de tarjeta de vídeo con DX9 (modelo de shader 2.0). Todo lo que se haya lanzado desde 2004 debería funcionar.

#### 3.4.1 Tipos

Unity se puede encontrar en tres versiones según la utilidad que se le vaya a dar, debido a que según la elegida se obtiene mayor o menor soporte técnico y descuentos para compras en tienda de modelos preparados:

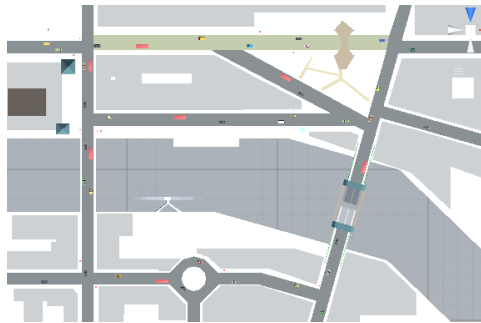
- a. **Personal.** – Este es el paquete gratuito que ofrece para principiante, estudiantes o personas sin ánimo de lucro, se debe cumplir con ciertos requisitos simples para lograr obtener esta versión.
- b. **Más.** – Para personas con más interés en perfeccionar sus ideas al momento de darles vida virtualmente.
- c. **Pro.** – Para profesionales que necesitan flexibilidad completa y anhelan una personalización avanzada en sus modelos y aplicaciones desarrolladas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Educación vial con Unity3D

Con ayuda del paquete gratuito de Unity 3D, se ha creado una simulación con distintos obstáculos y características de una ciudad, con la finalidad de realizar prácticas formativas en un entorno seguro para la familiarización y adquisición de destrezas de conducción de motociclistas, haciendo énfasis en los puntos ciegos de los vehículos con los que interactúan en el tráfico cotidiano.

#### 4.1.1 Entorno:



*Figura 24. Diseño de ciudad en Unity3D.  
Fuente: Propia.*

En la Figura 24, se observar un plano panorámico de la simulación de una pequeña zona de ciudad donde existen intersecciones, rotondas, puentes, etc. El motivo de este tipo de recreación se debe a que en las ciudades o pequeños pueblos es donde se ha registrado la mayor incidencia de accidentes de motociclistas.

Se ha simulado un entorno de circulación vehicular para lo que se ha introducidos distintos tipos de vehículos que normalmente circulan por el entorno urbano, como: automóviles, furgonetas y autobuses.

El planteamiento realizado está dirigido a simular desplazamientos regulares que hacen los motociclistas profesionales (repartidores de paquetería o comida rápida) en ciudades en los que existe cierta congestión de tráfico. En estas circunstancias el conductor aprovecha las pequeñas dimensiones que tiene su motocicleta para sortear los distintos obstáculos a riesgo de invadir los puntos ciegos.



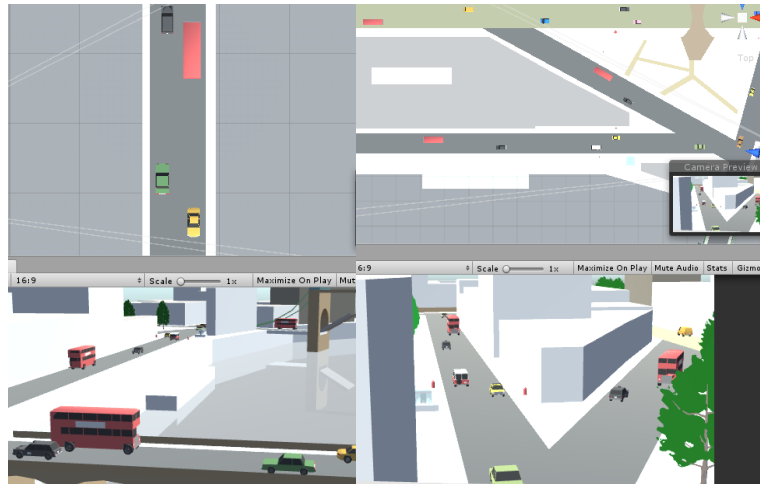


Figura 25. Simulación de tráfico en Unity 3D.  
Fuente: Propia.

En la Figura 25, se observa intersecciones y concurrencia de distintos tipos de vehículos.

#### 4.1.2 Obstáculos:

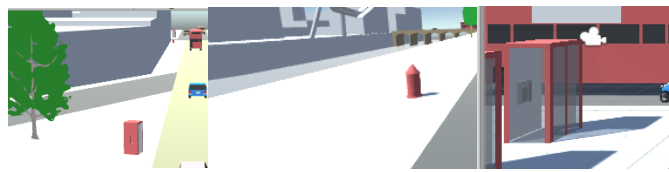


Figura 26. Simulación de obstáculos con Unity 3D  
Fuente: Propia.

En la Figura 26, se muestran obstáculos frecuentemente encontrados en zonas urbanas como: hidrantes, arboles, cabinas telefónicas, paradas de autobús, kioscos, etc., esto se considera fundamental en la simulación debido que este tipo de obstáculos cuando están colocados cercanos a la vía significan un gran riesgo para los motoristas debido a sus dimensiones y al efecto que puede producir tanto por colisión como por distracción o incluso impidiendo ver lo que ocurre detrás de los mismos.

#### 4.1.3 Vehículos:

Como se ha mencionado anteriormente cada vehículo posee distintos puntos ciegos debido a sus dimensiones y diseño. Para lograr evitar accidentes por estos motivos es indispensable que el motociclista se encuentre familiarizado con las zonas en las que se expone a riesgo continuo durante la circulación.



Figura 27. Simulación de tipos de vehículos con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

En la Figura 27, se aprecian los tipos de vehículos que normalmente interaccionan en el tránsito de zonas urbanas, dependiendo de su tamaño o diseño varía la cantidad y área de los puntos ciegos.

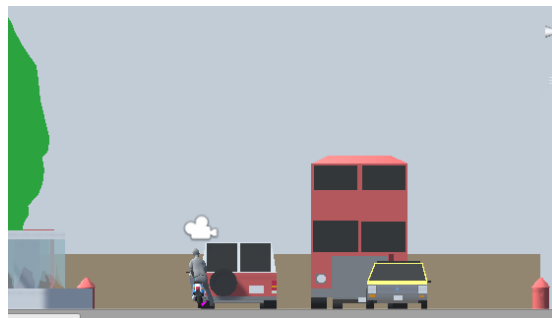


Figura 28. Perspectiva del tamaño de los vehículos simulados en Unity 3D.  
Fuente: Propia.

La Figura 28 permite ver las dimensiones de los distintos tipos de vehículos utilizados en la simulación, es de fácil apreciación que debido al tamaño el ciclomotor es el más maniobrable en el entorno, a la vez su diseño deja muy expuesto al conductor lo cual lo convierte en vulnerable a sufrir accidentes con consecuencias graves.

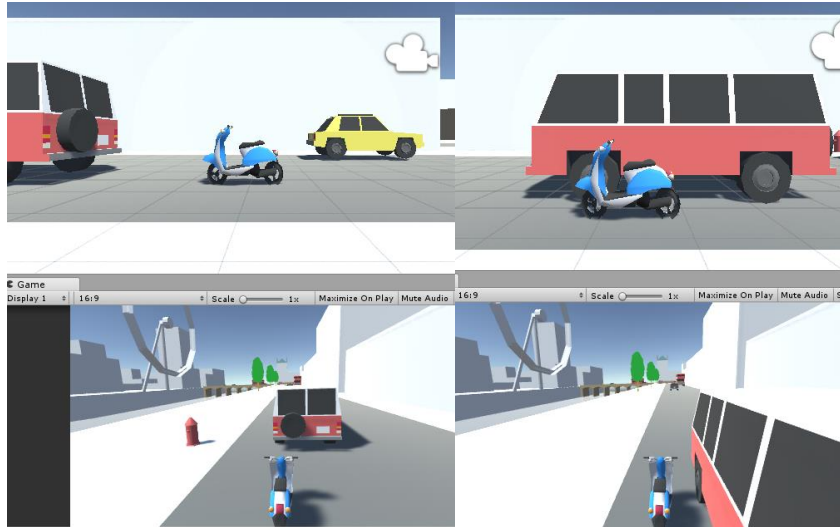


Figura 29. Simulación Scooter con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

La Figura 29 muestra un ciclomotor más conocido como scooter, se ha simulado este tipo debido a su gran afluencia y uso no solo personal, sino que además su uso se ha multiplicado considerablemente como herramienta de trabajo para repartos a domicilio, dependiendo del tipo de producto que se reparta aumenta o disminuye en algo el factor de peligrosidad de siniestralidad, ya que a menor tiempo de entrega mayor velocidad e imprudencia en la conducción.

#### 4.1.4 Maniobras:

Una de las ventajas que se obtiene al utilizar este simulador es la posibilidad de analizar y hacer enfoque en lo bueno o malo una vez finalizada la simulación de las distintas maniobras que el conductor ha realizado, esto para concientizar y dar a conocer las veces que se ha puesto en riesgo por invadir zonas peligrosas o cometer una imprudencia.



*Figura 30. Simulación de adelantamiento indebido con Unity 3D.  
Fuente: Propia.*

En la Figura 30 se puede apreciar como el ciclomotor realiza un adelantamiento peligroso debido a que se coloca reiteradas veces en un punto ciego del otro vehículo y lo realiza en un espacio y momento inadecuado. En este caso en concreto ha invadido los puntos ciegos: trasero y lateral izquierdo del vehículo (furgoneta), además el adelantamiento se ha realizado en un espacio muy estrecho entre el vehículo y la acera lo cual dificulta y disminuye el campo de reacción del motorista en caso de una maniobra brusca e inesperada de la furgoneta.

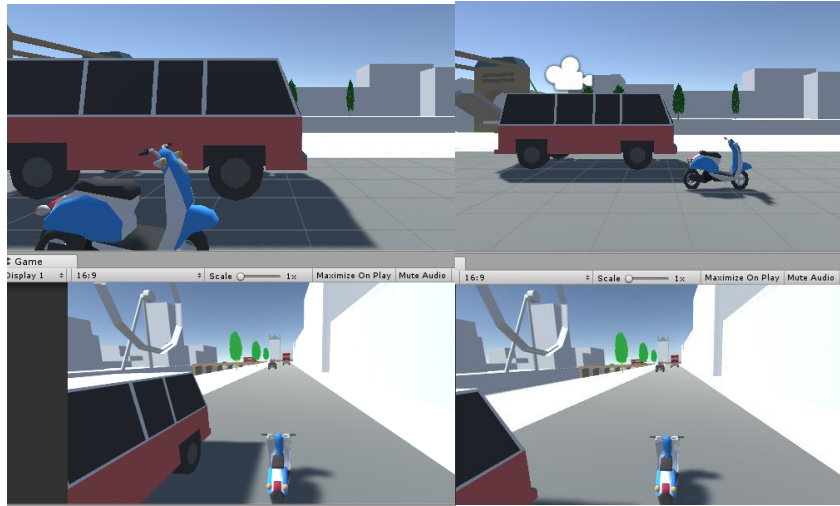


Figura 31. Simulación adelantamiento correcto con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

La Figura 31 muestra un adelantamiento correcto en el cual el motociclista toma una distancia prudente del vehículo, la cual le permite hacer notar su presencia y le da la posibilidad de realizar maniobras defensivas si fuere necesario.

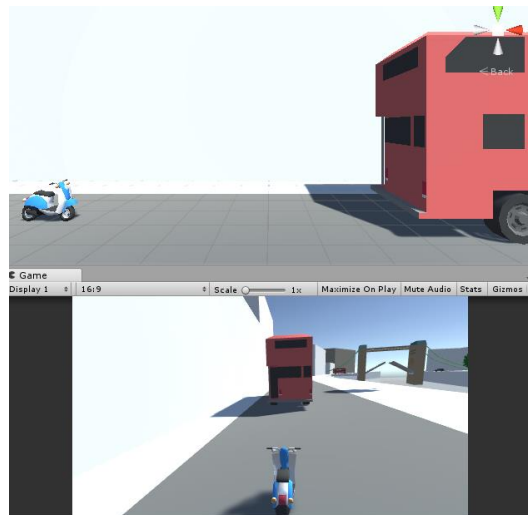


Figura 32. Simulación distancia de seguridad correcta con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

El trabajo muestra la prudencia al conducir por parte del motociclista al momento de circular (conducción defensiva). La Figura 32 muestra la ubicación adecuada de un motociclista al interactuar con un vehículo de grandes dimensiones (autobús), esta distancia según la DGT debe ser la suficiente para ser recorrida en al menos 3 segundos [16], lo que permite tener espacio y tiempo suficiente para frenar o maniobrar con seguridad ante cualquier imprevisto.



Figura 33. Simulación distancia de seguridad incorrecta con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

En la Figura 33 se observa una deficiente distancia de seguridad independientemente de la velocidad a la cual se circule, esto es debido a que el motociclista se encuentra en el área de punto ciego del autobús. Además, debido a las dimensiones de este le es imposible tener una visión periférica que le permita reaccionar frente a un imprevisto. En el caso que ambos estuvieran circulando a una velocidad permitida de 50 km/h en zona urbana una ligera frenada tendría como consecuencia el choque del motociclista contra la parte trasera del autobús, resultado que no varía mucho si los vehículos estuviesen detenidos ya que un desplazamiento del autobús por inercia golpearía al motociclista y debido a la diferencia de tamaño el resultado sería muy desfavorable para el motociclista.



Figura 34. Simulación de adelantamiento correcto con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

La Figura 34 muestra un adelantamiento correcto donde el motociclista evita entrar en zonas ciegas del autobús haciendo notar su presencia en todo momento y dejando espacio suficiente si necesitara realizar una maniobra defensiva.



Figura 35. Simulación de correcta circulación con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

Si se circula delante de un autobús o al finalizar un adelantamiento el motociclista debe situarse de manera que el conductor se percate de su presencia y a una distancia prudente como se puede ver en la Figura 35, esto con la finalidad que le dé seguridad en caso de tener que hacer maniobras o movimientos imprevistos y bruscos.

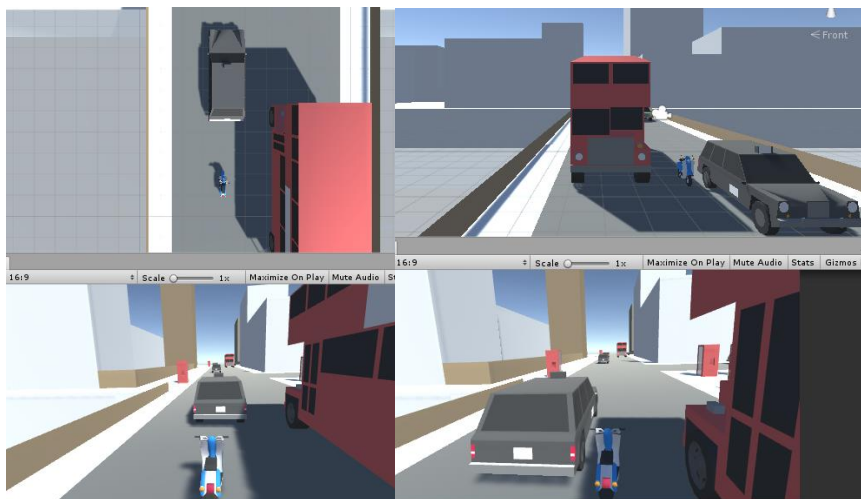


Figura 36. Simulación adelantamiento peligroso entre vehículos con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

La Figura 36, permite apreciar una escena que se vive en el tránsito diariamente y es causante de un gran porcentaje de la siniestralidad en el casco urbano en el cual está implicado un motociclista. Debido a su tamaño y fácil maniobrabilidad de las motocicletas, éstas se encuentran constantemente en peligro por imprudencia de sus maniobras ya que invaden zonas peligrosas (puntos ciegos), circulan por espacios que les

restringe su movilidad, etc. En este caso en particular el motociclista invade puntos ciegos tanto del autobús como del automóvil y a esto se suma el poco espacio existente entre los dos que es por donde el motociclista pretende rebasar. Una ligera maniobra imprevista de cualquiera de los dos vehículos ya sea por culpa de un tercero o debido a la presencia del motociclista sería desencadenante de un accidente con consecuencias graves para el motociclista debido a su inferioridad en tamaño y en medidas de seguridad.



Figura 37. Simulación de adelantamiento correcto entre vehículos con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

Se observa en la Figura 37 la manera segura de realizar un adelantamiento de un motociclista entre dos vehículos, donde lo indispensable es la distancia de seguridad entre los implicados que permita maniobrar y ser visible en todo momento evitando invadir los puntos ciegos de los vehículos.



Figura 38. Simulación de maniobra peligrosa con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

Otro accidente típico en zonas urbanas es el aplastamiento o caída por golpe, en la Figura 38 se observa que la colocación del motociclista para realizar un giro no es la correcta debido a que invade la zona de acción del autobús y también sus puntos ciegos. En el caso de invasión por el lado interno (según el sentido de giro) debido a las dimensiones del autobús le es casi imposible percatarse de la presencia del motociclista lo cual como consecuencia tiene el aplastamiento, por otra parte, si la invasión fuese por el lado externo (según sentido de giro) la consecuencia sería el derribo por golpe, en ambos casos las consecuencias para el motociclista son graves.

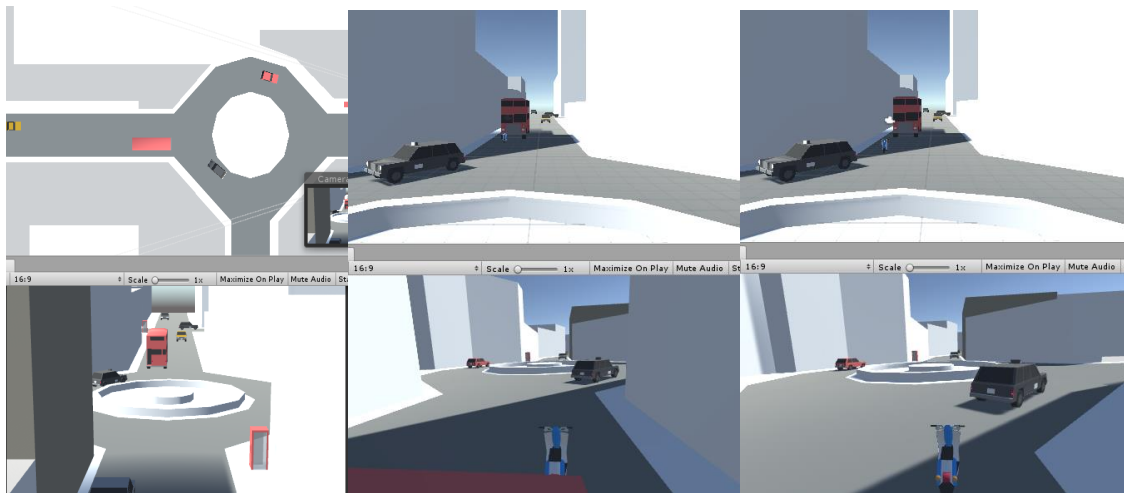


Figura 39. Simulación de circulación en redonda con Unity 3D.  
Fuente: Propia.

Al circular un motociclista tiene los mismos derechos y deberes que los demás vehículos, su tamaño y maniobrabilidad no le otorgan ningún privilegio ni salvoconducto. En la Figura 39, se aprecia que el motociclista circula a distancia y en zonas que le permite ser visible para los demás vehículos que van a tomar la circular haciendo su maniobra segura.



## CONCLUSIONES

El uso de simulador, practicas programadas y apoyo presencial al analizar acciones al conducir revelan que la práctica reiterada de la percepción del riesgo al invadir los denominados puntos ciegos mediante la simulación de escenarios y situaciones comunes de tráfico en zonas urbanas logra mejorar la capacidad de los motociclistas para predecir y actuar ante los distintos peligros a los que se enfrentan diariamente sean o no causados por ellos.

La cantidad y área de peligro de los denominados puntos negros varían según el tipo de vehículo, su tamaño y diseño, por lo tanto, a mayor tamaño del vehículo posee más puntos ciegos de mayor área dejando como más peligrosos al autobús, seguido por furgones y turismos.

Conociendo los puntos ciegos de los distintos tipos de vehículos y la siniestralidad ocurrida en zonas urbanas en los cuales se ve involucrado un motorista, se da a conocer la gravedad de las consecuencias de un accidente teniendo en cuenta que el motociclista siempre es el más perjudicado debido a su tamaño y poca protección.

La realización de prácticas programadas y supervisadas con simulador aumenta las habilidades y conocimientos para anticiparse al peligro en cualquier escenario y mejor aún ayuda a evitar ponerse en riesgo practicando una conducción segura.

Se debe inculcar un tipo de conducción defensiva por parte del motociclista si se es conductor poco habitual y más aún si usa el ciclomotor como herramienta de trabajo debido a que cuanto más tiempo se encuentre en circulación existe más riesgo de sufrir un accidente.

El uso de un simulador para la formación aporta considerablemente con el respeto y cuidado medioambiental, ya que el consumo de energía eléctrica no genera emisiones contaminantes como lo hace el consumo de combustible y el ruido producido es mucho menor que el del vehículo.

Al usar un simulador se consigue que disminuya la congestión vehicular debido a que es un vehículo menos en la vía, además aporta más seguridad para la población en general ya que no se los expone a la presencia de una persona inexperta al mando de un vehículo que puede llegar a ser mortal en un accidente.

Existe reducción de costes debido a la inversión inicial y mantenimiento, ya que un simulador es más económico y necesita menos mantenimiento que un vehículo, además, no permanece fuera de funcionamiento tanto tiempo como un vehículo en caso de avería.

El uso de simuladores desde el punto de vista de infraestructura es más versátil que un automóvil, debido a que necesita de menos espacio y se puede instalar convenientemente en cualquier lugar de una edificación.

## REFERENCIAS

- [1] OMS, «Informe sobre la situación mundial de la siniestralidad vial,» Ginebra, 2015.
- [2] RACC, «Encuesta sobre accidentalidad de los motociclistas (Honda),» Madrid, 2013.
- [3] M. ISSL, «INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL,» 21 05 2018. [En línea]. Available: [www.carm.es](http://www.carm.es).
- [4] P. BARJONET, Velocidad, riesgo y accidente:psocosociología de la seguridad., Caen: Francia, 1988.
- [5] P. BARJONET, «Algunas cuestiones sobre la velocidad desde el punto de vista de la psicología y la seguridad vial.,» *Papeles del Psicólogo*, pp. 49, 55-60, 1991.
- [6] DGT, «Revistas interactivas DGT,» Julio 2015. [En línea]. Available: <http://www.dgt.es/revista/num230/mobile/index.html#p=1>.
- [7] D. G. d. T. d. españa, «DGT,» [En línea]. Available: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/>. [Último acceso: 20 Junio 2018].
- [8] «Escuela de conductores,» [En línea]. Available: <https://www.escueladeconductores.es/ver/488/que-necesitas-para-conducir-una-moto-de-gran-cilindrada.html>. [Último acceso: 2018 Julio 20].
- [9] E. KESKINEN, Why do young drivers have more accidents?, Alemania: Edición M 52, 1996.
- [10] M. HATTAKA, Results of EU- Proyect GADGET., Bruselas, 1999.
- [11] D. ESPIÉ, «Entrenando al conductor novato: hacia el entrenamiento cognitivo.,» de *Aplicacion de nuevas tecnologías para la educación y formacion de conductores.*, Madrid, 2006.
- [12] W. VLAKVELD, «¿Qué nos dice la psicología educativa y cuáles son las implicaciones de simuladores en el entrenamineto?,» de *Conferencia sobre*

*directrices europeas para la aplicación de nuevas tecnologías para la formación y educación de conductores.*, Madrid, 2006.

- [13] M. C. ISOBA, Manual para la conducción segura., Argentina., 2016.
- [14] F. Brolese, «Geduvial,» [En línea]. Available: <https://geduvial.blogspot.com/2012/08/puntos-ciegos-del-retrovisor.html>. [Último acceso: 20 07 2018].
- [15] E. Viso, «Volvo Car Corporation,» [En línea]. Available: <https://tecvolucion.com/angulo-muerto-coche-se-detecta/>. [Último acceso: 28 07 2018].
- [16] DGT, «Accidentes de tráfico en zona urbana en España,» Madrid, 2010.
- [17] R. 1, Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social, Madrid: BOE, 1994.
- [18] J. M. PARDILLO, Inventory of existing simulation and multimedia tools for driver training and education., Lyon: Humanist deliverable G1 GUPM-041018T1-DA(2), 2004.
- [19] U. Technologies, «Unity,» Unity Technologies, 2002. [En línea]. Available: <https://unity3d.com/es>. [Último acceso: 30 Julio 2018].

## ANEXOS