

Research Article

# Active and Passive Security in Vehicles

## Seguridad Activa y Pasiva de Vehículos

Toalombo Vargas Víctor Miguel

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Morona Santiago, Ecuador

**ORCID**

Toalombo Vargas Víctor Miguel: <https://orcid.org/0000-0002-9479-6307>

VIII INTERNATIONAL  
CONGRESS OF SCIENCE  
TECHNOLOGY  
ENTREPRENEURSHIP AND  
INNOVATION (SECTEI 2021)

Corresponding Author:  
Toalombo Vargas Víctor  
Miguel; email: vic-  
tor.toalombo@epoch.edu.ec

Published: 29 June 2022

Production and Hosting by  
Knowledge E

© Toalombo Vargas Víctor Miguel. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

### Abstract

With the increase in the use of vehicles for daily transportation by most people, the rate of accidents has also increased. Since the existence of vehicles, safety systems have been a vital issue<sup>2</sup> and has always been taken into account – from the most basic and primary systems such as lighting, which has continuously evolved from just providing greater safety and comfort, to more advanced systems such as the combined use of the stability control system (ABS) and the lateral slide control (ESP). The safety of a car is determined from different but complementary points of view, which include the aspects of preventing and limiting damages in case of an accident for the vehicle and, primarily, for the driver and the passengers. It contemplates the two security systems: preventive and accident security, where primary (active) safety, secondary (passive), and tertiary security are contemplated.

**Keywords:** Security, Passive, Active, Tertiary, Vehículo.

### Resumen

Hoy en día la mayoría de personas usan el vehículo como medio de transporte diario y son la causa de accidentes con víctimas. Desde la existencia de los vehículos, los sistemas de seguridad son un tema de vital importancia que siempre se han tenido en cuenta, desde los sistemas más básicos y primarios como la iluminación, que han evolucionado continuamente para brindar mayor seguridad y confort hasta sistemas más avanzados como el uso combinado del sistema de control de estabilidad (ABS) y del control de deslizamiento lateral (ESP). La seguridad de un automóvil es considerada desde puntos de vista diferentes pero complementarios, que engloban los aspectos de prevención y limitación de daños, en caso de accidente, para el vehículo y, de forma primordial, para las personas que utilizan el automóvil, ya sea como conductores o como pasajeros. Contempla los dos sistemas de seguridad preventiva y seguridad por accidente, donde se contempla la seguridad primaria (activa), seguridad secundaria (pasiva) y seguridad terciaria.

**Palabras Clave:** Seguridad, Pasiva, Activa, Terciaria, Vehículo.

 OPEN ACCESS



## 1. Introducción

En la actualidad la mayoría de personas usan el vehículo como medio en común de transporte diario y a su vez son la causa de miles de accidentes con víctimas [1]. Los accidentes de tráfico son un riesgo que la sociedad tiene, y por ello es necesario el conocimiento y la información de cómo se producen este tipo de riesgos con el fin de poder confrontar de la manera más viable posible [2]. En el top tres de los elementos determinantes en las peripecias (vehículo, infraestructura, humano) en este artículo se analizarán las peculiaridades y técnicas de los vehículos con mayor influencia en la Seguridad Vial [3].

Muy aparte de los factores ya mencionados, es irrefutable la atribución del vehículo en los accidentes. Aunque en la actualidad no influye de una forma directa o como causa principal, pero sí afecta cuando está ligado a los otros factores, como componente que puede aumentar o disminuir el riesgo que se desarrolla en cada situación concreta [3]. Por otra parte, el diseño y construcción del vehículo tiene un rol de máxima importancia, debiendo proteger de la forma más eficaz posible a sus ocupantes para que éstos sufran el mínimo daño en caso de que se produzca el accidente sea cual sea el uso del vehículo automotor [4].

Cuando el vehículo que se conduce choca contra un obstáculo, toda la energía que poseía en este caso cinética, debida a su velocidad, se transforma en energía de deformación, que consiste en deformar y romper las estructuras metálicas de la parte delantera del automóvil y el obstáculo objeto de colisión. Por lo cual, el conductor y los pasajeros también participan en el reparto de energía, al tomar velocidad, con el vehículo y en el momento de la colisión devuelven la energía desplazándose al igual que la marcha (en su sentido), acción que los lleva a tropezar de forma violenta contra las zonas del automóvil situadas enfrente de él [4].

Debemos tener en cuenta que solo se puede evitar cierto número de accidentes. Por lo que es preciso saber las limitantes y las consecuencias que posee tanto el vehículo como el hombre [5]. La seguridad de un automóvil es apreciado a partir de dos vistas diferentes que se complementan, que engloba dos puntos, las limitaciones y prevención de daños, en los distintos accidente, para las dos partes: el vehículo, y de forma primordial, para las personas que utilizan el automóvil, sin importar si son conductores o solo ocupantes del vehículo; estos conceptos se denominan: seguridad activa y seguridad pasiva [4].



## 2. Metodología

Las secciones que se abordarán a continuación son:

### 2.1. Evolución de la seguridad en el vehículo

Donde se evidencia los inicios de los vehículos motorizados y cómo evoluciona la seguridad del mismo a través del tiempo conjuntamente con la tecnología.

### 2.2. Sistemas de seguridad

Contempla los dos sistemas de seguridad existentes y sus divisiones en seguridad preventiva y Seguridad por accidente.

### 2.3. Seguridad activa o primaria

Son todos los componentes que forman parte de la seguridad del vehículo que son los que ayudan a poseer el control del auto siempre y cuando éste está en movilización con el propósito de evitar las colisiones de tráfico [6] y además la historia de los mismos.

### 2.4. Seguridad pasiva o secundaria

Cuando el accidente no ha logrado ser impedido, tiene como objetivo minimizar al máximo las lesiones graves o mortales en los ocupantes del vehículo [6].

### 2.5. Seguridad terciaria

La cual empieza a ejecutar luego de que se haya provocado el accidente y cuya finalidad es que la gravedad del vehículo sea la menor posible para que sea más fácil el rescate de las personas. Los sistemas de la seguridad terciaria tratan de evitar que se originen incendios [7].

### 2.6. Test de ensayo

Existen diferentes test de choque y programas que intentan fortalecer las pruebas modificando el tipo de obstáculo usado y la velocidad de choque, además de introducir



pruebas entre vehículos de distinto tamaño, tratando de acercarse un poco más a la realidad de los verdaderos impactos [5].

## 2.7. Situación actual de la seguridad de los vehículos

Muchos de los sistemas de seguridad han sido introducidos hace relativamente poco en el mercado, y gracias a ellos, la evolución de la seguridad de los peatones muestra una tendencia positiva.

## 3. Desarrollo y Discusión

Hoy en día la mayoría de las personas usan el vehículo como medio de transporte diario y a su vez son la causa de miles de accidentes con víctimas [1]. Cada año fallecen alrededor de 1,3 millones de individuos en las vías de todo el mundo, y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos no letales. Los accidentes de tráfico son una de las causas primordiales de fallecimiento en todos los grupos etarios, y ocupa el primer lugar entre personas que comprende de 15 a 29 años [8].

De acuerdo a varios estudios sobre la velocidad de un vehículo y las lesiones que produce se ha descubierto que una reducción del 1 % de la velocidad disminuye las probabilidades de lesión en un 2 % a 3 %, y los casos de accidentes mortales en aproximadamente el doble. Además, cuando la velocidad aumenta de 30 a 50 kilómetros por hora, la probabilidad de muerte de un peatón se multiplica por ocho [9].

Esto se debe a que cuando un vehículo adquiere una determinada velocidad, también ha adquirido una cantidad de energía y es su motor quien se la ha proporcionado. La energía de un cuerpo en movimiento se denomina energía cinética y su valor equivale a la mitad del producto del cuadrado de la velocidad del móvil por su masa. En este cálculo la magnitud más importante es la velocidad del móvil, puesto que va elevada al cuadrado; en consecuencia, hemos de ser conscientes que la energía que poseen los vehículos que conducimos crece de manera cuadrática al aumentar la velocidad [4]. Por lo cual se puede ver claramente que si se pone un límite de velocidad por debajo de 40 km/h reduciríamos representativamente la gravedad de las lesiones e incluso las posibles muertes de las personas.

En Ecuador entre el 1 de enero y el 31 de julio del 2019 se registraron 1 195 muertes en las vías. Eso equivale a 5,6 fallecidos por día en promedio por siniestros relacionados con automotores. Según datos de la Agencia Nacional de Tránsito [10], en los siete meses hubo 14 111 accidentes de tránsito en el país (un promedio de 66,5 siniestros diarios), que dejaron 11 231 heridos [11]. Entre las principales causas de accidentes



figuran: la impericia e imprudencia del conductor (49,6 %), el exceso de velocidad (15,9%), no respeto a las señales de tránsito (11,9 %) y embriaguez o droga (7,5 %) [12] pero también puede deberse a fallas estructurales de los vehículos.

Debido a esto en el Ecuador se ha realizado un proyecto nombrado “Vehículos más Seguros”, en el cual tiene como finalidad garantizar la seguridad de los conductores y usuarios, también reducir la mortalidad e invalidez que es causada por los accidentes de tráfico, ya sea por causas de fallas mecánicas de los automóviles que transitan en las carreteras [13]. Además de acuerdo a lo indicado en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de perfecta calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características. La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor [14].

### 3.1. Evolución de la seguridad en el vehículo

Desde la existencia de los vehículos, los sistemas de seguridad son un tema de vital importancia que siempre se ha tenido en cuenta, desde los sistemas más básicos y primarios como la iluminación, que han evolucionado continuamente para brindar mayor seguridad y confort [1].

Sus comienzos se dieron prácticamente a partir que el hombre descubrió la manera en la cual se transportarse por medio de vehículos con fuerza animal o motora. A inicios del siglo XIX, en Estados Unidos de Norte América y Europa las personas comenzaron la utilización de estos, produciéndose de esta manera, el inicio de los primeros accidentes asociados a los vehículos motorizados ya que facultó transportarse con una velocidad mayor, lo cual hizo también que sea más propicio a tener menos estabilidad ya que el lapso que demora en frenarse el auto aumenta, existiendo como resultado una fuerza de mayor impacto. Desde la creación de los automóviles hasta los días actuales, ha aumentado las cifras de accidentes de tráfico y para mermar esta situación se desplegaron elementos de seguridad para los vehículos que han ido transformando desde la propia cronología del vehículo [7].

Desde la aparición de los vehículos la más constante inquietud de los fabricantes era la de afinar técnicamente la invención para acrecentar su fiabilidad y autonomía, sin tomar muy en consideración la seguridad, debido a que el tráfico era muy pequeño.



**Figure 1**

*Existencia de equipos de seguridad en el vehículo, (31).*

Posterior a aquello, al incrementar el número y amenaza de los accidentes, la inquietud por el tema de seguridad en el automóvil creció, y de la misma manera el estado técnico de los automóviles, por iniciativa de los propios fabricantes, o a través de las leyes implantadas [3]. Esto no se dio únicamente en los primeros automóviles que fueron inseguros en seguridad activa y pasiva, sino que, además, en gran parte de los casos los usuarios no utilizaban cinturón de seguridad, o usaban mal los escasos recursos que tenían a su alcance. El cinturón de seguridad tenía la particularidad de no ser enrollable, razón por la cual, se debía ajustarlo de forma manual, lo que conllevó a que quienes se lo utilizaban en reiteradas ocasiones dejaban con cierta holgura para que no incomodara [15].

Los pioneros de la seguridad vehicular son la marca Volvo, Ford y Mercedes-Benz. Así, la marca Volvo en el año 1927 tenía muy claro que los automóviles serían transportados por usuarios, y cimentaban sus diseños en la seguridad de estos. El creador de la industria Ford comercializaba entre sus concesionarios un libro en el que manifestaba que al instante de vender debían fomentar un gran hincapié en la seguridad por las circunstancias del "tráfico moderno". Otro pionero en la seguridad fue Mercedes-Benz, que en periodo de 1939 fundó un área destinada exclusivamente a examinar la seguridad de los usuarios en el caso de producirse un accidente. Mientras se desarrollaba la Segunda Guerra Mundial estas acciones estuvieron paralizadas, pero más tarde, la empresa Renault creó un laboratorio de Fisiología y Biomecánica, que tenía misión ayudar en el desarrollo del confort y la seguridad de los coches [3].



Las investigaciones iniciales acerca de cómo optimizar la seguridad de los usuarios que utilizaban los automóviles comenzaron en los años de 1950, usualmente con vehículos concepto con los cuales no obtuvieron el éxito esperado. Entre los estudios como el Cornell-Liberty Safety Car y antes con el Tucker, que colocó cinturones de seguridad de dos puntos y nuevas seguridades en la carrocería. En aquella época, lo esencial para los fabricantes era el peso total que podía soportar el coche, velocidad y el número de personas que ingresaban, sin tomar en cuenta cómo optimar el rendimiento frente a colisiones [16].

En las últimas décadas los vehículos han tenido un gran progreso en todo tipo de rendimiento, pero sobre todo en el aspecto de la seguridad, donde se aprecia una variación significativa [15]. A partir de los finales de los 60, se empieza a investigar a fondo sobre los sistemas de seguridad conocidos como activa, gracias en parte al desarrollo de la electrónica, la informática y la mejora de sensores. Los sistemas de seguridad se han iniciado y evolucionado desde el origen del vehículo con los sistemas más básicos y primarios como la iluminación y el sistema de frenos [1] hasta sistemas inteligentes que ayudan al conductor a minimizar los daños.

Hasta finales de la década de los 60, los sistemas de seguridad diseñados para evitar los accidentes, eran sistemas completamente mecánicos, y se basaban en mejorar suspensiones, tracción, frenos, etc. [1], se realizaban con largueros robustos y chapa gruesa que se doblaba muy fácil, similar a un acordeón ante el impacto más pequeño [15] no poseían dispositivos que mejoren la seguridad pasiva con respecto a los ocupantes, por lo que si un vehículo estaba involucrado en un accidente los ocupantes tenían muchas más posibilidades de sufrir heridas graves [5].

Como en otras muchas áreas, los conocimientos acerca de la absorción de energía y de disipación de las fuerzas lejos del objetivo que queremos proteger son hoy mayores; solo con observar las imágenes de las colisiones frontales que suceden en la Fórmula 1, a más de 200 km/h, y apreciar cómo los pilotos sufren apenas la lesión de un pie, en una franja donde las piernas están encerradas entre una pequeña capa de fibra de carbono que se desintegra [15,17].

Gran Bretaña fue la abanderada del proceso de cambio y todavía hoy sigue siendo ejemplo en otros muchos aspectos relacionados con la seguridad vial: por ejemplo, el índice de fallecidos por accidentes de circulación es claramente inferior, gracias a la rapidez con que actúan sus asistencias sanitarias, que intervienen con celeridad en los momentos críticos de estabilizar las constantes de los afectados, lo que salva un elevado porcentaje de vidas [15].



### 3.2. Sistema de seguridad

Con relación a la teoría de sistemas Bertalanffy (1976) considera que sistema es un todo organizado y complejo, un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo complejo o unitario, donde podemos observar dos fenómenos: entropía y homeostasia [18]. El comportamiento del sistema dependerá de cómo se conecten las partes, permite estudiar la conexión que existe entre las diversas disciplinas para predecir el comportamiento futuro [19]. El objetivo, también entendido como un fin determinado del sistema se refiere al producto o resultado de las acciones de las partes; las cuales, indican los elementos o acciones que pueden lograr el objetivo o fin determinado y el relacionar entre las partes [19].

La seguridad, como tantos otros conceptos genéricos, tiene una acepción amplia y no exenta de subjetividad. Seguro e inseguro son adjetivos que aplicamos con relativa ligereza a situaciones de la vida, sin que necesariamente nuestra apreciación responda a un análisis minucioso de aquello que juzgamos. De hecho, tal análisis es a menudo imposible de realizar porque en él concurren circunstancias no gobernadas por leyes físicas, sino por la decisión de personas. Esa es en general una importante causa de subjetividad e incertidumbre la cual ocasiona. La otra lo es la propia naturaleza, a través de sus agentes meteorológicos, sismo tectónico y demás. Es obvio que el factor humano y el elemento natural van a estar siempre presentes en todas las actividades las cuales no vamos a poder evitar que pasen [20].

Se entiende como seguridad a la acción o mecanismo que garantiza el buen funcionamiento de algo previniendo que falle, se frustre o violente [21] se caracteriza por su totalidad y decidido enfoque hacia la perfección [9]. De esto se deduce que, son procedimientos y normas establecidas tanto en una organización como fuera, desarrollados con el objetivo de minimizar los riesgos y la disminución de condiciones inseguras, y se enfoca principalmente en la prevención de accidentes en este caso de estudio [4]. Sin embargo; la seguridad no sólo se limita a evitar accidentes, también condiciona comportamientos evita incidentes y germina ventajas para que la realización del trabajo sea más cómoda y placentera [4].

De acuerdo con el código de buenas prácticas en vehículos de Doral (2009) [22] en cualquier choque o colisión de un vehículo contra un objeto u obstáculo se divide tres fases o etapas:

1. En la primera fase de la colisión, empiezan a actuar algunos elementos de importancia capital en la efectividad de las medidas de protección de los ocupantes, como son, por ejemplo, la deformación progresiva de la carrocería, la no intrusión del motor en el interior del habitáculo, la instalación de una columna de la dirección





colapsarle, el montaje de pedales retráctiles, etc. Una vez iniciada esta primera fase del impacto, los pasajeros del vehículo se mantienen en sus asientos hasta que son lanzados hacia delante [22].

1. La segunda fase del impacto, en la que actuarán los cinturones de seguridad para tratar de retener al ocupante en su desplazamiento contra el volante y el salpicadero. Esta segunda fase durará desde los 30 milisegundos hasta aproximadamente los 100 milisegundos. Alrededor de los 30 milisegundos después de iniciado el choque, se produce la explosión del dispositivo pirotécnico que activa el airbag del conductor y a los 40 milisegundos se inicia la explosión del airbag del acompañante [22].
1. La tercera fase inicia una vez que los pasajeros hayan entrado en contacto con los sistemas de retención (airbags) o resto de componentes del puesto de conducción (volante, salpicadero, lunas, etc.) consecuencia del rebote de éstos contra el orden de compilación los sistemas de seguridad ya activados, y donde se produce un movimiento en sentido contrario en el retorno a la posición inicial. Esta tercera fase durará unos 50 milisegundos [22].



**Figure 2**

*Deformación progresiva en una colisión, (31).*

La seguridad, a su vez, se puede repartir en: seguridad preventiva y seguridad por accidente [9].

### 3.3. Seguridad preventiva

Se toman en cuenta tres factores importantes los cuales se encuentran inmersos directamente con la seguridad: el humano, que es el más importante ya que la condición física del hombre es la que se encuentra expuesta en un accidente, el vehículo, es un factor de mucha importancia ya que dependerá principalmente del nivel de seguridad



pasiva con el que cuenta y el factor entorno, que depende del clima, nivel del tráfico y estado de las carreteras [9].

### 3.4. Seguridad por accidente

La seguridad en un accidente de tránsito depende de dos circunstancias, la seguridad que el vehículo posee y la que rodea el ambiente donde sucede. La seguridad que el vehículo posee se relaciona con los sistemas de seguridad pasiva hacia el conductor y una seguridad ajena o activa que influye en la protección de los peatones. La seguridad que rodea el ambiente depende del rescate y la asistencia médica [9].

### 3.5. Seguridad activa o primaria

Seguridad activa es el conjunto de dispositivos que se dirigen a evadir los accidentes de tráfico [23], es decir, muy seguro ante cualquier situación como la circulación por carretera [24], además de normativas que ayuden a impedir un accidente optimizando la eficiencia o estabilidad del coche [25]. Los sistemas y disposiciones adoptadas con objetivos que puedan incluirse en el apartado de seguridad activa tienen como finalidad primordial garantizar el equilibrio del vehículo cuando se desplaza [4]. El objetivo principal de la seguridad activa es conseguir que no se llegue a producir el accidente y con ello evitar daños a las personas y al propio vehículo [1].

De acuerdo a Aparicio, 2011, otros propósitos habituales de la seguridad activa abarcan [3]:

1. Visibilidad en distintas situaciones
2. Control direccional y estabilidad
3. Frenado: A la distancia más corta distancia y estabilidad en cualquier condición
4. Comunicación y alerta a otros conductores
5. Niveles de alerta y confort ó de avisos al conductor

Según Gómez, 2008 [9] y otros Águeda, 2016 [26] los dispositivos fundamentales en relación con la seguridad activa son:

1. Sistema de frenado: tienen como misión, disminuir la velocidad del vehículo, detenerlo y mantenerlo inmovilizado [27] por medio del rozamiento o fricción del disco o tambor con las pastillas o zapatas [24]. Impide el bloqueo de las ruedas al frenar y detiene el vehículo, impidiendo que este patine. Conocido como frenos



**Figure 3**

*Seguridad activa del vehículo, (29).*

antibloqueo o ABS (Antilock Braking System), ayuda a mantener el control de la dirección [9,28].

2. Sistema de control de tracción: trabaja electrónicamente, de manera efectiva por medio de la potencia del motor, o también sobre los frenos pero no en los dos a la misma vez. Cuando la fuerza proporcionada por el motor hacia los neumáticos es mayor a la de fricción entre las mencionadas y el suelo, se origina la pérdida de aporte de movimiento del coche y de gobernabilidad [24]. Garantiza la estabilidad durante la conducción, recuperando la adherencia entre neumático y el firme cuando el conductor se excede en la aceleración. Es un sistema desarrollado sobre la base del ABS y comúnmente se denomina tanto con las siglas ASR (Automatic Stability Control) como TCS (Traction Control System) [9].
3. Sistema de control de estabilidad: El objetivo es garantizar la estabilidad lateral, ya sea en curvas y de la misma manera en rectas. El sistema estará inactivo siempre que la recorrido del vehículo esté en concordancia con el ángulo de giro del volante [24]. Evita el vuelco del vehículo y corrige automáticamente la trayectoria, impidiendo que el conductor pierda el control del vehículo. Es uno de los más revolucionarios avances en seguridad activa de los últimos años, conocido como sistema ESP (Electronic Stability Program) [9].



Latorre (2010) [24] y a la Dirección Regional de transportes y comunicaciones de San Martín [27] concuerdan que también se debe considerar:

1. Ruedas (llanta y neumático) ya que desempeñan un papel fundamental en la seguridad activa [27]. Deben desenvolver y certificar las mayores prestaciones que sea posibles, con lo cual necesita una extensa gama de condiciones dinámicas en su diseño y fabricación, debido a los requerimientos de este elemento en su servicio [24]. Se denominan ruedas motrices las que reciben el movimiento del motor y originan el desplazamiento del vehículo y ruedas directrices las que, mediante el órgano de dirección, sirven para orientar la trayectoria del vehículo [27,29].
2. Dirección: Dirige los neumáticos a gusto del conductor, con exactitud y suavidad, y actúa directamente en la estabilidad del coche. En el caso de que la dirección es asistida, el trabajo sobre el volante disminuye muy considerablemente por medio de un sistema hidráulico que efectúa gran parte del trabajo para girar la dirección [24].
3. Suspensión: reduce la transmisión de irregularidades de la vía con el habitáculo y ayudando al agarre del vehículo con el suelo, aportando así con su estabilidad. Los amortiguadores son los dispositivos que suministran seguridad y confort en el momento del manejo y que contribuyen estabilidad al coche [24].
4. Alumbrado: favorece la visión del chófer, como así también el ser visto. Algunos vehículos integraron los faros de xenón que emplean un arco eléctrico, suplantando al filamento incandescente, para provocar una luz especialmente intensa, que suministra una mejor iluminación en la vía, lo que resulta un factor definitivo para aumentar la seguridad en la noche o con condiciones atmosféricas adversas. Asimismo, algunos fabricantes incluyen a sus modelos un sistema de luces de cruce autoadaptables, sistema que apunta el haz para iluminar en su totalidad las curvas desde el comienzo del viraje, en relación con el giro del volante, lo que aumenta notablemente la seguridad [24].
5. Relación peso-potencia: Un automóvil ligero y potente se transporta de mejor manera que uno pesado: se desplaza en la corriente circulatoria de modo más ágil, puede efectuar adelantamientos más seguros y el recorrido de frenado, a igualdad de velocidad, es mínimo. Pese a lo cual, puede conjeturar un inconveniente al favorecer conductas indebidas por parte de algunos choferes, así mismo puede complicar la seguridad pasiva, pues puede lograr mayores velocidades y las secuelas en caso de accidente ser más peligrosos. La preferencia actual



es alcanzar vehículos ligeros y, de igual manera resistentes, de manera que la correlación peso-potencia sea suficiente para admitir desplazarse con bienestar y seguridad [3].

La historia de la seguridad activa comienza con los frenos ABS (creados por Bosch en 1978), que permite que no se bloquen las ruedas a pesar de la presión sobre el freno y con ello evitar el deslizamiento del vehículo [1]. Años posteriores apareció el control de tracción (1986; Bosch) y, un par de años más adelante, el control de estabilidad ESP (1995; Bosch y Mercedes) [17] el cual detecta una desviación en la trayectoria del vehículo no producida de forma voluntaria, y la corrige frenando las ruedas de forma individual hasta volver a la trayectoria deseada [1]. Lo cual marcó una auténtica revolución ya que modifica los derrapes y otras pérdidas de control de manera automática, sin necesitar la intervención por parte del chofer y muestra una eficacia extraordinaria. De a poco se fue extendiendo entre todos los vehículos y, desde el mes noviembre de 2014, es ya ineludible para todos los coches de turismos nuevos que se venden en Europa, al igual que los frenos ABS y el airbag del conductor [23,28].

### 3.6. Seguridad pasiva o secundaria

Seguridad pasiva es el conjunto de elementos relevantes una vez que se ha ocasionado el accidente mermando las posibles lesiones que el conductor y demás usuarios pueda sufrir. Los elementos de la seguridad pasiva deben ser resistentes y deformables; resistentes para poder proteger a los ocupantes y deformables para absorber la mayor cantidad de energía para así atenuar la cantidad de energía que pueda concurrir a los ocupantes [25], mismos que no evitan el accidente, pero si reducen los daños, como ejemplo tenemos sistemas de retención de personas, más conocido como cinturón de seguridad, parabrisas con varias capas de cristales y pegados, deformación mecánica del vehículo para la absorción de la energía de choque, actualmente los sistemas provistos de sensores y electrónica avanzada como los airbags [1].

De acuerdo a Gómez, 2008 [9], los elementos de la seguridad pasiva son:

1. Cinturón de seguridad: Evita que los ocupantes salgan despedidos del vehículo en caso de impacto [9]. Absorbe parte del choque y evita en gran parte las lesiones por retroceso [27]. El cinturón de seguridad es el elemento principal dentro de la seguridad pasiva y además ayuda a reducir lesiones sobre los ocupantes de los vehículos [8], por ello es que se ha establecido de uso legal obligatorio, sin embargo el uso del cinturón debería ser permanente para todos los usuarios [5]. El pretensor del cinturón de seguridad es un dispositivo que ayuda el alargamiento



**Figure 4**

*Seguridad pasiva en el vehículo, (30).*

necesario de los cinturones por la acción del cuerpo, conservando el apoyo contra el espaldar del asiento. Cuando se produce una colisión frontal, es preciso que el cinturón de seguridad esté lo más cerca posible del cuerpo del conductor o pasajero de manera que absorba de forma gradual la energía cinética del cuerpo durante la colisión del coche [5].

2. Airbag: Disminuye el contacto de los ocupantes del vehículo con los elementos del interior mediante una bolsa de aire que se infla en milésimas de segundo [9]. También absorbe la energía entre los dos ocupantes de los asientos delanteros, en impactos tanto del lado del conductor como del lado del pasajero [5]. Esencialmente existe tres tipos de airbags: frontal (para chofer y acompañante), lateral (para proteger en choques laterales) y de cortina (para salvaguardar la cabeza) [24,30].
3. Reposacabezas: Frena el movimiento del cuello, evitando lesiones cervicales [9]. Están diseñados para la seguridad del conductor y de los ocupantes del vehículo, por lo que deben estar colocados a la altura adecuada de quien haga uso del asiento correspondiente [27].
4. Interiores ergonómicos: Consigue que el conductor circule con mayor comodidad y este más atento a lo que ocurre en la carretera.
  - (a) Según la Dirección Regional de transportes y comunicaciones de San Martín [27] también se deben considerar otros elementos como:
5. Tablero de instrumentos sin bordes agudos.



6. Volante deformable.

7. Parabrisas laminado: Se agrieta, pero no impide por completo la visibilidad [27].

Además de estos elementos que son esenciales en la seguridad pasiva la bibliografía nos muestra que hay aspectos aún más importantes ya que tienen que ver con la construcción del vehículo donde se pueden mencionar los siguientes [27]:

1. Carrocerías de deformación progresiva, para mantener indeformable el ambiente interior del vehículo [27]. Es la parte más importante, debido a que soportará en primera instancia los resultados de un posible impacto [3].
2. Anclaje de motores.
3. Parachoques: son los componentes que absorben los impactos a baja velocidad, que no suelen tener consecuencia para los pasajeros, pero sí pueden causar grandes daños en cuestión de atropello a peatones [3].
4. Dispositivos anti empotramiento para los vehículos destinados al transporte de mercancías de más de 3.500 Kg. de PBV [27].
5. Barras de dirección articuladas.
6. Barras de protección laterales: se instalan unas barras de acero de gran rigidez que sirven para el caso de colisiones laterales [3].

La historia de la seguridad pasiva se puede decir que empieza con las carrocerías equipadas con áreas de deformación programada, delineadas para absorber la energía de los impactos (1952; Mercedes); con la creación del cinturón de seguridad de tres puntos de anclaje (1959; Volvo), y con componentes inicialmente a menudo olvidados como la luna delantera laminada, cuya primera aplicación se le asigna a Ford en 1926. El vidrio laminado, que contiene una lámina plástica entre dos capas de cristal, se quiebra pero no se rompe ni se desploma y sustituyó a las lunas convencionales, que se astillaban en trozos cortantes y lograban originar lesiones más severas que los choques [5].

### **Seguridad terciaria**

La cual empieza a funcionar luego de que se haya causado el accidente y cuya finalidad es hacer que la gravedad del vehículo sea la menor posible para que sea más fácil el rescate de las personas. Los sistemas de la seguridad terciaria tratan de evitar que se originen incendios [7], como:

1. Depósito de combustibles: están delineados para impedir que los líquidos del automóvil se derramen.



**Figure 5**

*Seguridad terciaria en el vehículo, (30).*

2. Protecciones térmicas: impedir transmitir calor a los componentes que están a su alrededor, por su alto riesgo de auto-inflamación.
3. Sistemas eCall: acelera el tiempo de arribada de las asistencias de emergencia luego de ocurrir el accidente.

### 3.7. Test de Ensayo

En el año de 1869 el 31 de agosto, Mary Ward se convirtió en la primera víctima mortal inscrita en un accidente de coche, cuando fue echada desde un automóvil, falleciendo como resultado del golpe, en Irlanda. Posterior el 31 de septiembre de 1899, Henry Bliss fue la primera víctima de un accidente automovilístico en USA al ser atropellado al descender de un trolebús en la ciudad de Nueva York. La pertinencia de poseer medios de análisis y progreso de métodos de mitigación de los efectos de los accidentes de coches sobre los individuos, fue evidente luego de que la producción a gran escala de automóviles comerciales empezará a fines de los años 1890 [24].

El comportamiento del vehículo frente a choques no fue muy relevante hasta hace pocos años, que hicieron de la seguridad su principal argumento comercial, pero gracias a la aparición de las pruebas Euro NCAP y SINCAP, test privados que evaluaban con sus propios requisitos la seguridad del vehículo frente a choques, y que, paulatinamente,





fueron tomando importancia comercial, sobre todo impulsados por la publicidad en ciertas marcas, hace que en la actualidad, los resultados de los vehículos en dichas pruebas son desconocidos por el público como un aspecto más a la hora de evaluar la compra de un vehículo [5].

Tenemos organismos independientes de las personas que las fabrican, ya que son encargados de afirmar los tipos activos y pasivos de los vehículos o automóviles, un ej: está el New Car Assessment Program (NCAP), Europa y en Estados Unidos; son encargados de realizar pruebas de choque ya sean: lateral- frontal y un test del poste, para que así se pueda realizar la medición del nivel de seguridad del producto concluyente. También se destaca Side Impact New Car Assessment Program (SINCAP). Dichas organizaciones, una vez finalizadas las pruebas, hacen un levantamiento de información realizado por sus diferentes especialistas, es decir evalúan los resultados obtenidos para darle la puntuación que deben llevar cada uno de los modelos a lanzar para el consumidor certificando los que han superado la evaluación en sus elementos de seguridad pasiva [5].

De acuerdo al proyecto aprende emergencias las pruebas realizadas se dividen en cuatro áreas de estudio [31]:

1. Ocupante adulto: la puntuación de este se conoce a base de las lecciones realizadas dados los choques laterales, frontales y de latigazos cervicales que se realizan para así poder evaluar la protección y seguridad que nos brinda el automóvil que beneficia al conductor y también a los otros miembros como son los acompañantes adultos.
2. Ocupante infantil: en este punto tenemos tres tipos de términos muy importantes como: la protección y seguridad la que nos brinda sistemas de sujeción en el término infantil en las lecciones de los choques laterales- frontales; que el vehículo tenga la capacidad de brindar correctamente sistemas de sujeción en el término infantil de tamaños y diseños distintos; y por último el compromiso de brindar un sistema de transporte fiable y seguro para los infantes en el vehículo.
3. Peatones y ciclistas: el valor de su puntuación se define en base a las pruebas que se ejecutan a las estructuras delanteras de más importancia de los automóviles, dentro de estas está: el capó - el parabrisas, dentro de estas el borde frontal del capó y el parachoques. Mediante las cuales podemos indagar de manera minuciosa el riesgo de lesión que un peatón puede sufrir en varias partes de su cuerpo. Al implementar un sistema de frenado de emergencia autónomo (AEB) los automotores que han obtenido resultados positivos pueden incrementar más



valor mediante la implementación del sistema antes mencionado, cuya función del sistema AEB es la detección de peatones y ciclistas.

4. Asistencia a la seguridad: Se realizará en primera instancia ensayos a las tecnologías de asistencia a la conducción líderes en el mercado las cuales están orientadas a una conducción fiable con el fin de contrarrestar el índice de accidentes y aminorar diferentes tipos de lesiones; dentro del desarrollo de estas pruebas el sistema Euro NCAP verifica ciertos parámetros como rendimiento y funcionalidad en las condiciones de conducción normales y en los accidentes tradicionales. Una vez conocidos los resultados de los ensayos se podrá definir puntajes.

Cada día dichos programas intentan fortalecer las pruebas modificando el tipo de obstáculo usado y la velocidad de choque, además de introducir pruebas entre vehículos de distinto tamaño, tratando de acercarse un poco más a la realidad de los verdaderos impactos [5].

Según Gómez [9] existen diferentes test de choque que evalúan la seguridad ofrecida por un vehículo durante el impacto con un peatón. Hay dos filosofías de test distintas:

1. Test completos (full-scale): En estos tests se componen, de una forma bastante realista, el accidente completo. Su principio se fundamenta en la implementación de una figurilla antropomórfica en lugar de un ser humano. Cabe mencionar que bajo este sistema no se logra probar que estos tipos de tests llegarán a la capacidad de representar la colisión de manera real. El prototipo de un humano empleado hace que la biofidelidad sea discutible. Además, se obliga de una recolección de datos de mayor complejidad así como también la elaboración de cada ensayo individual conlleva mayor tiempo. Las simulaciones numéricas tienen el potencial de permitir evaluar la situación completa, pero, aun así, resulta muy complicado obtener un modelo del peatón capaz de predecir las lesiones con precisión.
2. Tests de componentes: Estos tests están diseñados para reproducir solo la parte crítica de todo el accidente. Dado que las muertes pueden atribuirse casi exclusivamente al impacto con la cabeza, muchos tests se centran en analizar esa parte. Es necesario mucho conocimiento adicional para poder interpretar los resultados del modo correcto. En una situación compleja, como es el caso de un accidente, es necesario que el conjunto de parámetros del test sea dependiente de la geometría de la parte delantera del vehículo. A pesar de esto, la mayoría de los test de componentes en Europa, usan parámetros de impacto más o menos independientes de la forma del vehículo.



### 3.8. Situación Actual de la Seguridad de los Vehículos

Muchos de los sistemas de seguridad han sido introducidos hace relativamente poco en el mercado, y gracias a ellos, la evolución de la seguridad de los peatones muestra una tendencia positiva, aunque lamentablemente por detrás de los avances experimentados por los sistemas de protección al conductor y de los pasajeros. En este sentido, hay mucho que agradecer a los test de choque tipo EuroNCAP, ya que han propiciado algunos dispositivos antes considerados un lujo, como el airbag o el ABS, se hayan convertido en un equipamiento de serie para la mejora de la seguridad. Del mismo modo, se está ya solicitando que otros dispositivos cuya efectividad para evitar accidentes y muertes ha sido demostrada, estén también incluidos de serie en todos los vehículos [9].

Un estudio realizado por la GDV (asociación alemana de aseguradoras) demuestra que aproximadamente el 25 % de los accidentes de tráfico que provocan lesiones graves se deben a que el vehículo ha patinado. Según este estudio, este porcentaje podría reducirse considerablemente si todos los vehículos tuvieran ESP. Por ejemplo, el uso combinado del sistema de control de estabilidad (ABS) y del control de deslizamiento lateral (ESP) ha permitido reducir en un 20 % los accidentes mortales en la Unión Europea, pasando de 50.000 víctimas mortales al año a 40.000 en los últimos diez años. En concreto en España, según datos de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), de los coches comercializados en el 2005, solo un 48.7 % tienen de serie el sistema ESP [9].

## 4. Conclusiones

El cinturón de seguridad es un elemento muy importante para precautelar nuestra seguridad en las vías.

Existe el sistema ecall en los vehículos, pero el enlace con los sistemas de telecomunicación debería ser normalizado para su buena ejecución.

La seguridad es un punto muy importante sin embargo la concientización del uso de la misma debe ser ejecutada por los pasajeros para así minorar los posibles daños en un accidente.

En los vehículos equipados con ayudas técnicas para la conducción nunca deben desactivarse los airbags frontales de volante, independientemente del tipo de adaptación utilizada.



## References

- [1] Cartuche S, Silva S. Diseño, construcción e implementación de un sistema de reconocimiento de objetos en carretera durante la conducción, bajo condiciones adversas, en un vehículo. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo; 2015.
- [2] Gonzalez A. Seguridad de transportes e infraestructuras. Seguridad vial laboral – Plan de movilidad. Univ Politec España. 2017.
- [3] Aparicio M. Seguridad en los vehiculos. Tema 19. ESTT – OEP: Madrid; 2011.
- [4] Quistial A. Modificación en la seguridad, frenado y estabilidad de un vehículo. Universidad San Francisco de Quito: Quito; 2018.
- [5] Jara J. Construcción de un bloque de seguridad, mediante la instalación de una alarma vibratoria en el asiento del conductor, para recordar el uso del cinturón de seguridad en la escuela de conducción “manejo seguro.” Universidad Tecnológica Equinoccial: Quito; 2015.
- [6] Automotor. ¿Qué es la seguridad activa y pasiva en un coche? Autofit; 2 oct 2010. Available from: <https://www.autofit-spain.es/la-seguridad-activa-pasiva-coche/>
- [7] Arízaga E, Gómez D. Análisis de los sistemas faltantes de seguridad vehicular de la categoría M1 en la norma NTE INEN 034:2010 y una propuesta de mejora. Universidad Politécnica Salesiana: Quito; 2015.
- [8] Organizaciónn Mundial de la Salud. 10 datos sobre la seguridad vial en el mundo. World Health Organization; 4 sep 2017. Available from: <https://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>
- [9] Gómez C. Deteccion de peatones en el espectro visible e infrarrojo para un sistema avanzado de asistencia a la conduccion. Universidad Carlos III de Madrid; 2008.
- [10] Tránsito AN. Ley orgánica reformatoria a la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. Quito; 2015. Available from: <https://www.ant.gob.ec/index.php/ant/base-legal/ley-organica-reformatoria-a-la-ley-organica-de-transporte-terrestre-transito-y-seguridad-vial>
- [11] El Comercio. Accidentes de tránsito en Ecuador dejan 1 195 muertes en 7 meses: Quito; 2019.
- [12] Metroecuador. Ecuador: Más de 300 mil accidentes de tránsito se registraron en los últimos 10 años. Metroecuador: Quito; 2019. Available from: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2019/11/02/ecuador-mas-300-mil-accidentes-transito-se-registraron-los-ultimos-10-anos.html>
- [13] Naranjo J, Angulo R. Análisis de los sistemas de protección activa y pasiva del automóvil. Universidad Internacional del Ecuador: Quito; 2016.



- [14] República del Ecuador. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial, Registro Oficial 449 2008.
- [15] BMW. La evolución de la seguridad. Pacix; 6 jul 2006. Available from: <https://www.bmwfaq.org/threads/la-evolucion-de-la-seguridad-pasiva-interesante.109966/%0D>
- [16] El Universo. ¿Eran más seguros los carros de antes que los de ahora? El Universo; 2019 Nov 30. Available from: <https://www.eluniverso.com/entretenimiento/2019/11/29/nota/7627052/son-mas-seguros-carros-antes-que-ahora>
- [17] Robert Bosch GmbH. Manual de la técnica del automóvil. 3rd ed. Barcelona: Editorial Reverte, S. A.; 1999.
- [18] Bertalanffy V. Teoría general de sistemas. Petropolis Vozes: Chiapas; 1976.
- [19] Murillo S. Características de los sistemas en las organizaciones. *Perspectivas*. 2009;23:149–63.
- [20] Muñoz A, Rodríguez J, Martínez J. La seguridad industrial su estructuración y contenido. In: *La seguridad industrial fundamentos y aplicaciones*: Madrid; 1999.
- [21] Automotriz.Org. La seguridad general (activa y pasiva). *Mecanica Automotriz*; 18 mar 2016. Available from: [www.mecanicoautomotriz.org/1684-manual](http://www.mecanicoautomotriz.org/1684-manual)
- [22] Dols J. Código de buenas prácticas. Seguridad pasiva en vehículos adaptados. Valencia; 2009. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/320719441\\_Codigo\\_de\\_Buenas\\_Practicas\\_Seguridad\\_Pasiva\\_en\\_Vehiculos\\_Adaptados](https://www.researchgate.net/publication/320719441_Codigo_de_Buenas_Practicas_Seguridad_Pasiva_en_Vehiculos_Adaptados)
- [23] Baeza M. Evolución de la seguridad en los coches: De lesiones graves a conductores ilesos. *El Motor*; 09 jul 2016. Available from: <https://motor.elpais.com/tecnologia/evolucion-seguridad-coches/>
- [24] Latorre M. Análisis de aspectos clave en la oferta de seguridad en el automóvil. Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza: Zaragoza; 2010.
- [25] Plaza D. Seguridad activa y pasiva: Diferencias y elementos que lo conforman. Madrid; 15 may 2016. Available from: <https://www.motor.es/que-es/seguridad-activa-pasiva>
- [26] Águeda E, García J, Gómez T, Navarro J, Gracia J, Díaz U. Elementos estructurales del vehículo. *Paraninfo*: Madrid; 2016.
- [27] Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones. Seguridad vial. Lima; 11 nov 2019.
- [28] Borja J, Fenoll J, Seco de Herrera J. Sistema de transmisión y frenado. España: Macmillan Iberia, S. A.; 2009.



- [29] Aparicio F, Vera C, Díaz V. Teoría de los vehículos automóviles. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid; 2001.
- [30] Ibanez A. Tipos de airbags en los coches. Circula Seguro; 19 mar 2014. Available from: <https://www.circulaseguro.com/tipos-de-airbags-en-los-coches/>
- [31] AprendEmergencias. Sistemas de seguridad en el automóvil - Prevención, protección y actuación ante emergencias. Aprende Emergencias; 29 jun 2015. Available from: <https://www.aprendemergencias.es/seguridad-vial/sistemas-de-seguridad-en-el-vehiculo/>