

TEMA 64

EL VEHÍCULO II. INFLUENCIA DE ASPECTOS DE DISEÑO. SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS: CONCEPTOS DE SEGURIDAD PRIMARIA Y SECUNDARIA. SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA DE LOS VEHÍCULOS. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD PRIMARIA. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD SECUNDARIA.

I. EL VEHÍCULO II. INFLUENCIA DE ASPECTOS DE DISEÑO.

II. SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS: CONCEPTOS DE SEGURIDAD PRIMARIA Y SECUNDARIA. SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA DE LOS VEHÍCULOS.

1. La seguridad activa o primaria.
2. La seguridad pasiva o secundaria.
3. La seguridad terciaria.
4. Interacción entre seguridad primaria y secundaria.

III. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD PRIMARIA.

1. Los frenos.
2. El ABS.
3. El ESP.
4. La dirección.
5. Los neumáticos.
6. La suspensión.
7. El alumbrado y la señalización óptica.
8. El parabrisas.
9. La relación potencia-peso.
10. La tracción integral.
11. La ergonomía.

IV. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD SECUNDARIA.

1. La carrocería.
2. El volante y la columna de dirección.
3. El parabrisas.
4. El airbag.
5. Los asientos antideslizantes.
6. El reposacabezas.
7. La protección contra el fuego.
8. El cinturón de seguridad.
9. Los sistemas de retención infantil.
10. Seguridad vial primaria y secundaria en los vehículos de dos ruedas.

I. EL VEHÍCULO II. INFLUENCIA DE ASPECTOS DE DISEÑO.

De los tres factores determinantes en los accidentes de tráfico (humano-vehículo-vía) es indiscutible la influencia del vehículo en los mismos y en la protección de los ocupantes y otros usuarios de las vías. Aunque actualmente no es frecuente que el vehículo intervenga como causa directa o principal, sí influye asociado a los demás factores como elemento que puede incrementar o reducir el riesgo que se plantea en cada situación concreta.

Cuando aparecieron los primeros vehículos de motor, hace algo más de un siglo, la mayor preocupación de los fabricantes era la de perfeccionar técnicamente el invento para incrementar su autonomía y fiabilidad. La seguridad no se erigía en el objetivo fundamental dado que el tráfico era muy escaso y las velocidades bastante moderadas. Posteriormente, al multiplicarse la cantidad y la gravedad de los accidentes, la preocupación por la seguridad aumentó y surgieron nuevas condiciones técnicas en los vehículos que, bien a iniciativa de los propios fabricantes, bien por exigencia de la legislación, buscaban convertir al vehículo en un aliado de la seguridad vial.

No obstante, algunos fabricantes nacieron con una clara preocupación por la materia. En el año 1.927, los fundadores de la marca Volvo tenían muy presente que los vehículos iban a ser conducidos por personas y basaban sus diseños en la seguridad de las mismas. Otro ejemplo fue el fabricante Ford que, entre sus concesionarios, distribuía un libro en el que se indicaba que, en el momento de efectuar la venta, debían enfatizar notoriamente la seguridad atendiendo a las condiciones del “tráfico moderno”. Un pionero más fue Mercedes-Benz, que en el año 1.939 creó un departamento dedicado exclusivamente a investigar la seguridad de los pasajeros en caso de accidente. Durante la Segunda Guerra Mundial, estas actividades quedaron paralizadas si bien, más tarde, Renault constituyó un laboratorio de Fisiología y Biomecánica cuya misión era contribuir al desarrollo del confort y de la seguridad de los vehículos.

Hace unos años, la mayoría de los anuncios de venta de vehículos se basaban en la velocidad o la aceleración. Afortunadamente, en la actualidad la preocupación por la seguridad se ha extendido entre los compradores de vehículos y suele ser una referencia obligada en la publicidad de los fabricantes, convirtiéndose incluso en un argumento de venta de la mayoría de marcas. De este modo, queda patente el papel fundamental del consumidor a la hora de optar por un modelo u otro en función los elementos de seguridad que los vehículos lleven instalados, llegando incluso a pagar cantidades adicionales por ellos.

La reglamentación y la homologación son los instrumentos de los que se valen las Administraciones Públicas para garantizar tanto la seguridad como la protección del Medio Ambiente. En origen, cada Estado legislaba sus propios reglamentos de seguridad dirigidos a proteger a los usuarios de los vehículos y a los peatones que pudieran sufrir atropellos. Poco a poco y al incrementarse el comercio

internacional de vehículos, estas limitaciones y reglamentaciones fueron adquiriendo un carácter más internacional. Se hizo, pues, imprescindible una “puesta en común” de toda la legislación, concluyendo con la firma del Acuerdo de Ginebra de fecha 20 de marzo de 1.958.

En los últimos años, toda la legislación internacional ha sido desarrollada por dos organismos fundamentalmente: la ONU, que trabaja por lograr una reglamentación mundial en un futuro; y la UE, que ha incorporado el casi centenar de Reglamentos de Ginebra en forma de Directivas y ha desarrollado otras sobre toda clase de materias para su aplicación en los Estados Miembros. A estas normativas se añaden, en cada país, las de carácter nacional. El resultado final en su conjunto ha convertido al vehículo de motor en uno de los productos industriales más reglamentados.

En la elaboración de la normativa participan miembros de las Administraciones Públicas, asociaciones de fabricantes, usuarios y agencias de normalización. Cada disposición suele estar precedida por una importante labor investigadora, tanto de los problemas que se detectan en el tráfico como de las soluciones que puedan hacer viable su incorporación. La posterior aplicación de la misma es controlada por las Administraciones competentes en cada Estado. En España se trata del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo mediante la concesión de la correspondiente homologación, basada en actas y certificados de ensayos que garanticen el cumplimiento de las diferentes normas técnicas y que se realizan en laboratorios acreditados.

Asimismo, diversos organismos oficiales, empresas fabricantes, entidades de seguros, etc. realizan un gran esfuerzo de investigación en pistas de pruebas, laboratorios y ensayos de choques para dotar a los vehículos de los mayores y mejores avances técnicos de cara a la seguridad en la circulación. De hecho, las Administraciones y las asociaciones de usuarios han establecido un sistema de evaluación de la seguridad algo más exigente que la reglamentación en algunos aspectos, que permite otorgar unos distintivos en forma de estrellas, de más fácil identificación por parte de los usuarios, en función de los niveles logrados en los ensayos que se realizan al efecto. En Europa, esta labor la realiza EuroNCAP y es voluntario para los fabricantes someter o no sus vehículos a tal evaluación.

Y no podemos olvidar que en mayo de 2018, dentro del III paquete “Europa en Movimiento”, la Comisión presentó un esbozo de lo que contendrá la Estrategia Europea de Seguridad Vial para el próximo decenio, basada en visión cero (objetivo cero fallecidos en las carreteras en la UE en 2050) mediante la publicación del “Strategic Action Plan on Road Safety”, con objetivos claramente identificados, entre el que destaca la reducción a la mitad, de los fallecidos y heridos graves en las vías, desde 2021 a 2030.

Además, la Comisión propone, mediante la COM (2018) 286 final, ante el Parlamento Europeo y el Consejo, modificar el Reglamento (UE)2018/..., derogar los Reglamentos (CE) no 78/2009, no 79/2009 y (CE) no 661/2009, sustituyéndolos por un nuevo Reglamento relativo a los requisitos de homologación de tipo de los

vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, referentes a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública. Con ello, se pretende que los nuevos modelos de vehículos estén equipados con funciones de seguridad avanzadas, como unos sistemas avanzados de frenado de emergencia y asistencia al mantenimiento en el carril para los coches o detección de peatones y ciclistas para los camiones.

También, mediante la Directiva COM (2018) 274 final, del Consejo y del Parlamento Europeo, por la que se modifica la Directiva 2008/96/CE, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, la Comisión está ayudando a los Estados miembros a identificar sistemáticamente los tramos de carretera peligrosos y, a orientar mejor las inversiones.

Estas dos medidas podrían salvar hasta 10.500 vidas y evitar cerca de 60.000 heridos graves, entre 2020 y 2030, contribuyendo así al objetivo a largo plazo de la UE de acercarse a cero víctimas mortales y heridos graves de aquí al 2050 («visión cero»).

Llegados a este punto, es importante recordar que la preocupación por la seguridad vial no sólo se observa en el momento inicial de fabricación y posterior homologación del vehículo. Después, y durante toda su vida útil, también se busca garantizar su correcto mantenimiento en los aspectos relacionados con la seguridad. Para ello, se verifica el estado de conservación del vehículo y el funcionamiento de sus elementos esenciales de seguridad a través de las inspecciones técnicas periódicas. Reguladas por el Real Decreto 920/2017, de 23 de octubre, son efectuadas por entidades autorizadas por las Administraciones competentes.

Otros aspectos de diseño se dirigen a la consecución de una conducción más cómoda y sencilla. Algunos ejemplos de rabiosa actualidad son los siguientes:

- Asistente de luz en carretera: el sistema maximiza la visibilidad activando luces de carretera o reduciéndolas temporalmente a luces de cruce cuando detecta tráfico distante o en dirección contraria.
- Identificador de señales de tráfico: el sistema detecta las señales de la vía durante la marcha.
- Alerta de cambio de carril involuntario: A menos que se haya activado el intermitente, el sistema alertará al conductor para que corrija la trayectoria.
- Sistema anticolidión frontal.
- Detector de movimiento: Con una cobertura de 360°, el sistema avisa al conductor cuando se aproxima una persona, un animal o un objeto.
- Control del ángulo muerto: Cuando hay un vehículo en el ángulo muerto de visión de cualquiera de los laterales, el vehículo avisa al conductor para evitar maniobras de peligrosidad.

- **Detector de fatiga:** El sistema juzga los niveles de atención y fatiga según la conducta del conductor y, si considera que necesita descansar, emite una señal sonora y visual.

Finalmente, indicar que, a pesar de tales impresionantes avances tecnológicos, y sistemas de Ayudas a la Conducción (conocidos como ADAS) de poco servirán todas estas medidas coadyuvantes de la seguridad si el conductor no se concientiza de su importancia y no se preocupa del mantenimiento y conservación en buen estado del vehículo y de sus elementos.

II. SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS: CONCEPTOS DE SEGURIDAD PRIMARIA Y SECUNDARIA. SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA DE LOS VEHÍCULOS.

La seguridad de los vehículos puede analizarse desde diferentes puntos de vista en función del tipo de riesgo que se pretenda reducir o eliminar. Tradicionalmente, se han desarrollado los conceptos de seguridad activa o primaria y seguridad pasiva o secundaria. Las nuevas tecnologías están permitiendo desarrollar dos ámbitos nuevos: la seguridad terciaria y la interacción entre seguridad primaria y secundaria.

1. La seguridad activa o primaria.

Se trata del conjunto de características técnicas de los vehículos cuyo objetivo es evitar la pérdida de control de su trayectoria por parte del conductor y la colisión con otros vehículos, personas, animales u objetos. En términos generales, contribuye a evitar accidentes, colaborando con el conductor ante situaciones de riesgo al tratar de facilitarle siempre un completo y perfecto dominio sobre su vehículo, procurando que sea dueño de sus movimientos en cada momento.

Los objetivos tradicionales de la seguridad activa incluyen:

- Visibilidad en diferentes condiciones.
- Control direccional y de la estabilidad.
- Frenado: mínima distancia y estabilidad en todas las situaciones.
- Comunicación y alerta a otros usuarios.
- Confort y niveles de alerta del conductor.

2. La seguridad pasiva o secundaria.

Se refiere al conjunto de características técnicas de los vehículos cuyo objetivo es evitar o minimizar los daños producidos a las personas que viajan en él, en caso de colisión, así como a los usuarios vulnerables de las vías públicas una vez

que el accidente no ha podido evitarse. En términos generales, contribuye a evitar o reducir daños cuando el accidente se produce.

La diferencia fundamental entre la seguridad activa y la pasiva es que la primera trata de evitar los accidentes y requiere una actuación previa del conductor. La segunda, por el contrario, no trata de evitar los accidentes sino que intenta evitar o disminuir sus daños lesivos al mínimo, y actúa de forma automática, es decir, independientemente del comportamiento del conductor.

3. La seguridad terciaria.

Incluye el conjunto de elementos técnicos que tiene como objetivo proporcionar la ayuda más adecuada posible y en el menor tiempo, a las personas que han sufrido un accidente. Se basa, fundamentalmente, en la localización exacta del lugar del accidente a través de dispositivos GPS, la transmisión automática de dicha posición y otros datos de interés mediante eCall, la facilidad del acceso a sus ocupantes, la minimización del riesgo de incendio, etc.

Destacar la importancia de la luz de emergencia V16 que indicará el geoposicionamiento del vehículo y que será obligatoria en España en el año 2026.

4. Interacción entre seguridad primaria y secundaria.

Por último, los sensores embarcados en algunos vehículos que permiten detectar cuándo una colisión es inevitable, así como los sistemas de seguridad activa tipo ABS y ESP, entre otros, está abriendo nuevas posibilidades al incremento de la seguridad mediante la actuación de los sistemas de seguridad pasiva adelantándose a la colisión. Un ejemplo es la actuación anticipada de los pretensores de los cinturones de seguridad.

En los párrafos siguientes se analizarán los ámbitos de la seguridad activa y pasiva al contar, en la actualidad, con un amplio desarrollo en todos los vehículos.

III. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD PRIMARIA.

La seguridad primaria o activa engloba todos los elementos del vehículo cuya misión es mejorar las condiciones dinámicas del mismo para lograr que, su respuesta a los requerimientos del conductor, sea siempre la deseada por éste tanto en el control de la trayectoria como en los procesos de aceleración y frenado. Contribuyen, pues, a la disminución del número de accidentes y tal y como se ha comentado con anterioridad, muchos de estos componentes están sometidos a una amplia legislación nacional e internacional.

Los fabricantes han de presentar sus vehículos ante los laboratorios oficiales para obtener su correspondiente certificado de homologación, ya sea de forma total (el vehículo completo) o parcial (alguna de sus partes). Para que un vehículo pueda considerarse seguro, es fundamental la armonía entre todos sus elementos; no sería coherente, por ejemplo, una buena iluminación nocturna con unas ruedas o frenos deficientes.

Merecen especial mención aquellos factores que están más directamente relacionados con el conductor, por su mayor implicación. No debe olvidarse que en el comportamiento de un vehículo influye, sobre todo, el conductor: al circular por la red vial sus decisiones son primordiales para evitar los accidentes. De ahí que el mantenimiento de unas buenas condiciones psico-físicas durante periodos de conducción razonables también influya en las condiciones de seguridad y que las características de confort puedan considerarse relacionadas con la seguridad activa.

Se procede, a continuación, a analizar algunos de los elementos de seguridad vial activa de mayor importancia:

1. Los frenos.

Los frenos son elementos de gran importancia para la seguridad y deben garantizar detener el vehículo en una distancia mínima, manteniendo la trayectoria deseada durante el proceso de frenado.

Se distinguen dos tipos de frenos: de tambor y de disco, aunque el principio en el que se basa su actuación es el mismo. El funcionamiento es sencillo: el conductor acciona con su pie un pedal que actúa sobre una bomba hidráulica. A través de un circuito se transmite la presión a las zapatas o a las pastillas, aproximándolas al tambor o a los discos, respectivamente. Ello provoca el rozamiento entre ambas piezas y, por ende, la disminución de la velocidad.

Se trata de transformar la energía cinética de un vehículo en movimiento en energía calorífica, para así disminuir su velocidad de circulación. La forma de actuar es frotando una pieza móvil (zapata o pastilla) sobre otra fija (disco o tambor), que gira solidariamente con las ruedas.

Los frenos de tambor disponen de una gran superficie de frenado, pero tienen el inconveniente de que disipan muy mal el calor que se genera en cada frenada. Los frenos de disco tienen una mejor ventilación, por lo que este recalentamiento es menos probable.

En el caso de vehículos pesados, habrá que transformar en calor mucha energía lo que puede provocar un recalentamiento excesivo de los componentes del sistema de frenado y perder su eficacia. Tal fenómeno se suele producir cuando se desciende por pendientes muy pronunciadas y de gran longitud (puertos de montaña, por ejemplo). En este tipo de vehículos, se instalan frenos dinámicos (hidráulico, freno motor o eléctrico) para disipar gran parte de esa energía, manteniendo o reduciendo la velocidad en bajadas prolongadas sin usar los frenos

de rozamiento y, por tanto, manteniéndolos fríos para mejorar su eficacia cuando son requeridos.

Con objeto de mejorar la frenada y reducir los esfuerzos que debe transmitir el conductor, se utiliza el servofreno. Es un sistema que ayuda al conductor a frenar pues aumenta en varias veces la fuerza ejercida sobre el pedal, proporcionando una mayor comodidad y seguridad en el frenado. La mayoría de los vehículos actualmente en el mercado lo llevan incorporado disponiendo de un circuito de frenos doble asistido con servofreno, válvula compensadora, frenos delanteros de disco ventilados y traseros de tambor de gran diámetro.

2. El ABS.

El ABS toma su nombre de la expresión inglesa “*Anti-lock Braking System*”, cuyo significado es “sistema antibloqueo de frenos”. Puede considerarse uno de los avances más importantes en materia de seguridad activa, de ahí que aunque forma parte del sistema de frenado, se analiza individualizadamente por la gran importancia que tiene en la actualidad.

Su misión consiste en evitar que las ruedas se bloqueen al frenar a fondo. El bloqueo de las ruedas presenta dos inconvenientes importantes para la seguridad vial: por un lado, disminuye la adherencia de las ruedas para frenar, alargando la distancia de frenada. Por otro, afecta a la casi totalidad de la adherencia lateral con la consiguiente pérdida de control o inestabilidad. Estos efectos adquieren mayor importancia en superficies con baja adherencia o con adherencia diferente bajo las ruedas de cada lado.

Se compone de un sensor que mide la velocidad de giro de cada rueda, analizando su situación y transmitiéndola a una unidad de control. Ésta última analiza la situación y ordena inmediatamente aumentar o disminuir la presión de frenado sobre cada una de ellas, para evitar que se bloqueen.

En resumidas cuentas, permite al conductor tener en todo momento el control de la dirección, especialmente sobre firmes resbaladizos o mojados que presenten baja adherencia. No obstante, ha de extremarse el cuidado si se circula por lugares encharcados en los que se puede producir el fenómeno de “aquaplaning” o “hidroplaneo”, cuando una fina capa de agua impide que las ruedas pisen el suelo, dado que el ABS podría funcionar erróneamente. Tampoco debe olvidarse que no reduce la distancia de frenado frente a un sistema convencional.

3. El ESP.

Esta palabra corresponde al acrónimo de “*Electronic Stability Program*” y aunque el término ESP es el más difundido, realmente está registrado por un solo fabricante de automóviles. Los demás constructores que tienen sistemas similares emplean terminologías diferentes tales como ESC, DSC, DSTC, VSA o VSC.

Puede considerarse como una evolución y complemento del ABS y se trata de un sistema electrónico capaz de corregir la pérdida de trayectoria del vehículo. Actúa mediante el frenado selectivo de cada una de las ruedas, restringiendo la potencia del motor mediante un corte de alimentación. Es como si el conductor actuase a la vez con el acelerador y con cuatro pedales de freno independientes a cada rueda para tratar de compensar el movimiento del vehículo y devolverlo a la trayectoria deseada.

Conviene desconectarlo al circular en condiciones de baja adherencia (por ejemplo, sobre nieve o pavimentos embarrados), pues no permitiría circular con facilidad en esos casos.

4. La dirección.

Es el órgano encargado de orientar al vehículo para conseguir que su trayectoria se adapte al trazado de la vía y poder realizar las maniobras necesarias.

Inicialmente y dado que la resistencia que oponen los neumáticos es muy elevada, el conductor debía realizar grandes esfuerzos para manejarla con los antiguos sistemas de palanca empleados. Para poder vencer mejor esa resistencia apareció en el año 1.933 la dirección de cremallera: consiste en un mecanismo que permite multiplicar la fuerza ejercida por el conductor a través del volante, proporcionando gran precisión en los giros.

Con posterioridad, se perfeccionó mediante un sistema hidráulico denominándose “dirección asistida”: permite un esfuerzo menor para manejar el volante incluso en vehículos pesados, y facilita la maniobrabilidad.

5. Los neumáticos.

El neumático es la parte elástica del conjunto rodante y el responsable del comportamiento dinámico del vehículo. Constituye el único punto de unión entre el vehículo y el suelo, y sobre ellos descansa todo el peso del vehículo. Se erige en una de las partes más importantes de las que forman la seguridad activa y, con frecuencia, no se le presta la debida atención a la hora de vigilar la presión o sustituirlos cuando su desgaste u otros signos de deterioro lo aconsejan.

Un neumático se compone de la cubierta, la cámara (que puede estar incorporada a la cubierta) y el aire que proporciona la presión necesaria. Las principales propiedades que debe reunir son las que a continuación se detallan:

- Conseguir un perfecto anclaje de la cubierta y la llanta.
- Favorecer la estabilidad lateral.
- Buen agarre al pavimento tanto en seco como en mojado.

- Máxima duración de la banda de rodadura.
- Producir la mínima cantidad de ruido.
- Absorber las pequeñas irregularidades del terreno.

Los fabricantes informan sobre los tipos y tamaños que pueden ser instalados en caso de sustitución por las siguientes razones: su tamaño también tiene una gran influencia en el comportamiento del vehículo, de forma que si se montan unos de mayor diámetro se disminuye la potencia en las ruedas y se aumenta la velocidad. Por el contrario, si se disminuye el diámetro se aumenta la potencia y disminuye la velocidad. En ambos casos, se ven afectadas la dirección y la suspensión. La variación de la anchura también influye de forma que, cuanto más anchos sean, mayor estabilidad y agarre proporcionan, aunque se produce otros efectos negativos: una pérdida de potencia y velocidad punta al aumentar los rozamientos; se favorece el fenómeno de hidroplaneo al presentar mayor superficie de contacto; suponen un mayor esfuerzo para la dirección y la transmisión; se incrementa el consumo de combustible, etc.

Los neumáticos presentan unos dibujos en la banda de rodadura en forma de surcos que sirven de canales de evacuación de agua en caso de circular por calzadas mojadas. Favorecen el contacto directo neumático-asfalto y un mayor aprovechamiento de la adherencia, con las ventajas que ello comporta para el frenado y control de la trayectoria. Los neumáticos están provistos de unos indicadores de desgaste que aparecen cuando la profundidad de los surcos de la cubierta es de 1,6 mm., recordando que se deben sustituir por otros nuevos.

Finalmente, el mantenimiento de este elemento en buen estado de funcionamiento es absolutamente fundamental. Se debe comprobar periódicamente:

- La correcta presión de inflado.
- La presencia de deformaciones, cortes, grietas o roturas.
- El desgaste del dibujo de la banda de rodadura.

6. La suspensión.

La suspensión se conforma por un conjunto de elementos cuyas funciones son las siguientes:

- Suavizar la transmisión de las irregularidades del terreno al habitáculo.
- Permitir un buen agarre del vehículo al suelo.
- Mejorar la estabilidad del mismo.

Ello se consigue a través de los muelles, ballestas, amortiguadores y barras de torsión. Los muelles y ballestas proporcionan una cierta elasticidad, los amortiguadores absorben la energía de las oscilaciones producidas por las irregularidades de la superficie de rodadura y las barras de torsión mejoran la estabilidad direccional del vehículo.

Todos estos elementos están diseñados para tratar de amortiguar las irregularidades del terreno, intentando en todo momento mantener las ruedas en contacto con el pavimento para garantizar las funciones motriz, directriz y de frenado; transmitir el empuje de las ruedas al bastidor y eliminar las oscilaciones.

Cuanto más blanda sea la suspensión, más cómodos se sentirán los pasajeros en el interior del vehículo, si bien hasta cierto límite, ya que podría llegar a producir unas oscilaciones desagradables. Por otra parte, la suspensión blanda exige tener un gran recorrido provocando que la carrocería esté muy elevada y, por tanto, el centro de gravedad más alto y más peligroso. Por el contrario, si la suspensión es muy dura no se absorberían bien todas las irregularidades del terreno, produciendo sensaciones molestas a los pasajeros. Además, las reacciones del vehículo serán más bruscas y rápidas.

7. El alumbrado y la señalización óptica.

La función de estos elementos es doble:

- Permite VER al conductor en condiciones de poca iluminación natural (horas nocturnas, túneles, garajes, etc.). Para ello, los vehículos están dotados del alumbrado de cruce, el de carretera y las luces de niebla.
- Permite SER VISTO por los demás usuarios de la vía, advirtiéndolo su presencia, fijando su posición y evitando posibles colisiones. Para ello, los vehículos cuentan con las luces de posición, de galibo, de niebla posterior, de frenado, de marcha atrás, de emergencia, indicadores de dirección, dispositivos reflectantes (catadióptricos) y señalización luminosa de emergencia y servicios especiales en sus correspondientes casos.

En la época en que aparecieron los primeros automóviles, hubo un tiempo en que era obligatoria la presencia de una persona caminando con un farol encendido por delante del vehículo para avisar de su aproximación. Desde entonces y hasta nuestros días, se ha producido una evolución muy significativa permitiendo los actuales faros de xenón una iluminación próxima a la diurna en el espacio requerido para una conducción segura. También se han empezado a incorporar sistemas de faros orientables para iluminar las curvas de forma adaptativa y reducir el deslumbramiento de los conductores que circulan en sentido contrario. Otros perfeccionamientos han sido los faros elipsoidales, el tallado de los cristales y el diseño y optimización de las parábolas. Las lámparas de LED (light-emitting diode) han sido las últimas en llegar a los vehículos, al menos en lo que se refiere a la iluminación delantera ya que desde hace años ya se podía observar su utilización en los intermitentes y las luces de freno. El faro, en vez de estar formado por un punto de luz y un reflector, se construye mediante el uso múltiple de ledes. Cada uno de ellos puede ser dirigido individualmente para crear la iluminación allá donde se considere necesario. Comparadas con las otras luces (las halógenas y las de xenón), las luces de ledes son prácticamente para toda la vida ya que duran hasta 100.000 horas, lo que supone aproximadamente unos veinte años de uso habitual.

Además, su consumo es muy bajo ya que son muy eficientes: solo se pierde entre un 10% y un 20% del total de su energía en forma de calor.

En la medida en que la visión aporta el 90% de la información durante la conducción, es fundamental mantener el sistema de alumbrado en un estado óptimo. Competerá al conductor velar porque todas las luces funcionen en perfectas condiciones: sustitución de bombillas fundidas, limpieza de los cristales y reglaje de los proyectores. Se calcula que una simple capa de polvo sobre la superficie de los faros puede reducir su eficacia en un 10 %.

8. El parabrisas.

Se trata de un cristal ubicado en la parte delantera del vehículo a través del cual el conductor observa la vía y su entorno. Es un complemento perfecto del alumbrado para tener una buena visión y debe permitir ver a través de él los objetos sin deformaciones y con la suficiente claridad. También ha de ser transparente y no modificar los colores.

Llevar instaladas unas escobillas, denominadas limpiaparabrisas, que permiten la limpieza de su superficie. También pueden estar dotados de unos eyectores que proyectan líquido detergente sobre los cristales para facilitar su limpieza.

9. La relación potencia-peso.

Un vehículo potente y ligero se conduce mejor que uno pesado: se mueve en la corriente circulatoria de forma más ágil, puede realizar adelantamientos más seguros y la distancia de frenado, a igualdad de velocidad, es menor. Sin embargo, puede suponer un inconveniente al favorecer conductas inseguras por parte de algunos conductores. También puede comprometer la seguridad pasiva al alcanzar mayores velocidades en las que las consecuencias, en caso de accidente, siempre serán más graves.

La tendencia actual es tratar de conseguir vehículos ligeros y, a la vez, resistentes, de forma que la relación potencia-peso sea suficiente para permitir desplazarse con comodidad y seguridad. En este sentido, se emplean materiales ligeros tales como plástico, aluminio, fibra de vidrio y carbono y otros componentes que disminuyen notablemente el peso total del vehículo. Los nuevos materiales ocuparán un lugar importante en el diseño de los vehículos futuros, puesto que se están generalizando los materiales reciclables.

10. La tracción integral.

Normalmente, la potencia que proporciona el motor se aplica sólo en un eje llamado “eje motriz”. Algunos vehículos se construyen de modo que, de forma permanente o temporal, se pueda aplicar la potencia a todas las ruedas del vehículo en vez de transmitirse sólo a uno de los ejes. Suele denominarse tracción integral, 4X4, TT, o 4WD.

Los vehículos dotados de este tipo de tracción tienen una mecánica más compleja, requieren un mantenimiento más delicado, necesitan motores potentes y, por tanto, consumen más combustible. Por el contrario, pueden desenvolverse mejor por terrenos adversos: embarrados, arenosos, etc. Su comportamiento en situaciones de pavimentos mojados, con hielo o nieve es mejor, pues frente a la pérdida de adherencia por parte de alguna de las ruedas las demás pueden tratar de mantenerla.

En el mercado existen numerosos modelos de vehículos con mecanismos híbridos que combinan las ventajas de ambos sistemas, permitiendo circular con tracción a un eje en condiciones normales y acoplando la tracción total de forma automática o manual cuando se considere necesaria.

11. La ergonomía.

Se define como el conjunto de accesorios que pueden ostentar los vehículos para adaptar la conducción a las condiciones anatómicas y fisiológicas de las personas a fin de conseguir una mayor eficacia y comodidad. También favorecen el mantenimiento de un buen estado psico-físico en una conducción prolongada.

En efecto, si consideramos al conductor como el pilar básico en el que descansa la seguridad activa, deberá facilitarse que vaya lo más cómodo posible, sin ningún tipo de molestias o perturbaciones que le distraigan de la importante actividad que está realizando. Entre tales accesorios se pueden destacar los siguientes:

- Los asientos anatómicos y regulables retrasan la aparición de la fatiga.
- Los espejos retrovisores panorámicos proporcionan una mejor percepción del tráfico posterior. Los fotosensibles, que se oscurecen de forma automática con el deslumbramiento, favorecen la visión nocturna.
- Los aparatos de radio con búsqueda automática de emisoras permiten un manejo más seguro que los manuales. El control de la radio también puede ir integrado en el volante para una más fácil manipulación.
- El aire acondicionado proporciona comodidad y permite viajar sin bajar las ventanillas, lo cual supone un ahorro de combustible, menor nivel de ruido y una barrera a la posible entrada de insectos, polvo, polen, etc. al habitáculo.

- El control de cruce permite circular a velocidad estable previamente seleccionada, relajando la pierna que actúa sobre el acelerador. Se puede complementar con un sistema de mantenimiento de la distancia de seguridad con el vehículo que le precede.
- Las ventanillas eléctricas permiten que el conductor las pueda subir o bajar con menos distracción que las manuales.
- Las lunas tintadas reducen los deslumbramientos solares y permiten un mejor uso del aire acondicionado.
- El tablero de instrumentos con información de temperatura, revoluciones, presión de aceite, etc. permite evaluar el funcionamiento del motor.
- Un buen diseño de los mandos, de forma que sean nítidos y estén al alcance de la mano, permite que la conducción sea más cómoda.
- Los cambios automáticos o semiautomáticos liberan al conductor de su manejo, permitiéndole poder concentrar más su atención en otros factores.
- La dirección asistida permite realizar los giros con más precisión y con menos esfuerzo por parte del conductor.
- El lavaparabrisas de la luna trasera mejora sensiblemente la visibilidad por el espejo interior en caso de lluvia.
- El encendido automático del alumbrado, controlado por célula fotoeléctrica, permite que se encienda automáticamente en túneles y situaciones de baja visibilidad.
- Sucede lo mismo con el encendido automático del limpiaparabrisas cuando detecta la presencia de gotas sobre el cristal, adaptando incluso su velocidad a la intensidad de la precipitación.
- Los sensores delanteros y traseros para ayudar al estacionamiento liberan al conductor de movimientos molestos al facilitar esta maniobra prácticamente en un 100%.

IV. COMPONENTES DE LA SEGURIDAD SECUNDARIA.

El principio fundamental de la seguridad pasiva o secundaria se basa en que el vehículo debe proteger en cualquier momento la integridad física de sus ocupantes cuando por impericia, imprudencia o cualquier otro motivo, imputable o no al conductor, se produzca una colisión o atropello. Entendemos entonces que la seguridad pasiva está orientada directamente a tratar de disminuir las consecuencias lesivas que se puedan originar como resultado del accidente.

Actualmente, la mayoría de los fabricantes de vehículos realizan pruebas de impacto controlado (*“crash-test”*) a una velocidad aproximada de 50 km/h., contra un muro o entre dos vehículos, de forma frontal o lateral. Se toman fotografías o se hacen películas con cámaras de altísima velocidad para estudiar las deformaciones que sufre la carrocería durante el impacto.

Además, en algunos casos, en el interior de los vehículos se sitúan maniquíes que simulan a los conductores y pasajeros (*“dummies”*), fabricados en diferentes tamaños de acuerdo a las características de varones, mujeres y niños de distintos percentiles. Se trata de reproducciones mecánicas del cuerpo humano con una alta biofidelidad y dotadas de un gran número de sensores para medir los esfuerzos a los que se verían sometidos los diferentes órganos en caso de impactos de distintas consideraciones e intensidades. Se simulan en el laboratorio condiciones reales y se estudian las zonas más desprotegidas para la mejora de los diseños.

Se procede a analizar los elementos de seguridad pasiva o secundaria más destacados que incorporan los vehículos en la actualidad.

1. La carrocería.

Es la parte más importante dado que sufre, en primer lugar, las consecuencias de un posible impacto. En los vehículos modernos suele construirse conjuntamente con el bastidor, formando todo el conjunto una estructura integrada. Se trata de conseguir que sea esta estructura del vehículo la que absorba la energía cinética, deformándose de forma controlada en caso de choque y preservando un espacio de supervivencia para los ocupantes que ha de ser indeformable. Debe evitar, asimismo, la intrusión de elementos rígidos en dicho espacio.

Las líneas actuales de la carrocería son redondeadas, las superficies lisas sin aristas y el parabrisas con una inclinación adecuada, buscando una buena aerodinámica para disminuir la resistencia al aire y vientos laterales. El centro de gravedad se sitúa lo más bajo posible para tratar de aumentar la estabilidad de los vehículos y su adherencia a la carretera.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta para diseñar la carrocería son los siguientes:

- El habitáculo de seguridad de un vehículo se diseña de forma que haya dos zonas de deformación progresiva: la delantera y la trasera. En casi todos los vehículos, la delantera alberga el grupo propulsor (motor), mientras que la trasera suele ser el espacio para el transporte del equipaje. Ambas zonas son las que deben diseñarse de forma que, en caso de impacto, puedan absorber la mayor parte de la energía cinética.
- En el supuesto de colisiones laterales, se instalan en el interior de las puertas unas barras de acero de gran rigidez denominadas “barras de protección lateral”. Para ser útiles deben estar diseñadas conjuntamente con la carrocería, rellenando las puertas de material de tipo gomaespuma, para

que cuando la colisión sea lateral traten de impedir la alteración del espacio de supervivencia.

- El interior del espacio de supervivencia ha de estar diseñado y construido de forma que los pasajeros se lesionen lo menos posible en caso de accidente. Se forra de material almohadillado en todo su interior, sin que haya elementos cortantes o punzantes.
- En los vehículos industriales (camiones, remolques y semirremolques) se instalan unos travesaños de refuerzo en las partes frontal y trasera conocidos como “dispositivos antiempotramiento”, para evitar que los vehículos ligeros que colisionen frontalmente o por alcance se encajen por debajo de la caja del vehículo pesado, lo que supondría graves lesiones a los ocupantes del vehículo pequeño.
- Los parachoques o paragolpes son los elementos que absorben los golpes a baja velocidad. Si bien no suelen tener repercusión para los pasajeros, sí pueden causar graves daños a los peatones en caso de atropello. Estos elementos y el capó se someten a ensayos de homologación para garantizar que, ante los impactos más probables de piernas, cadera y cabeza de la persona atropellada, los daños que se produzcan sean reducidos, hasta un cierto valor de la velocidad de impacto.
- Las cerraduras y bisagras de las puertas deben estar construidas de tal forma que impidan una apertura no deseada en caso de colisión y evitando que los pasajeros puedan ser proyectados hacia exterior.

2. El volante y la columna de dirección.

En caso de colisión, constituyen un grave riesgo potencial de lesiones porque se desplazan hacia el interior del vehículo o hacia el techo, mientras que el cuerpo del conductor lo hace hacia delante. Se adoptó la solución de dividir la columna en segmentos articulados, de forma que se pudiera replegar en caso de accidente sin llegar a clavarse en el cuerpo del conductor. También se le añade un tirante adicional que la une con el suelo, mejorando el control de la columna de dirección en caso de colisión frontal.

Al mismo tiempo, se han mejorado los volantes mediante su almohadillado, modificación de los radios y disminución de la resistencia de la zona que pudiera impactar con el pecho del conductor. Se emplean materiales plásticos que sean capaces de absorber, con su elasticidad, la energía producida en el impacto.

3. El parabrisas.

Su construcción se basa en la idea de que no cause daños a los pasajeros o a los peatones en caso de rotura.

Inicialmente, se fabricaban de vidrio templado que, además de ser muy frágil, se desgajaba en grandes trozos cortantes al romperse, causando graves lesiones a los ocupantes. Posteriormente surgieron los vidrios templados diferenciados. Hoy en día se emplea vidrio laminado: se trata de un tipo de vidrio que no se astilla sino que se rompe en pequeños cristales o se agrieta, permitiendo incluso cierta visibilidad a través del mismo en caso de rotura. Están constituidos por dos láminas de vidrio adheridas a una de plástico ubicada entre ambas, lo que impide que en una colisión se desprendan.

4. El airbag.

Se trata de una bolsa de tela que se hincha de gas en milésimas de segundo y se sitúa frente a los ocupantes en caso de colisión. Su misión es evitar que la parte superior del cuerpo, especialmente la cara, impacte contra el volante, el parabrisas o el salpicadero, frenando de manera más suave su movimiento. También reduce el riesgo de heridas por cortaduras de cristal procedente del parabrisas y disminuye el riesgo de las lesiones cervicales.

Su desarrollo vio la luz en el mundo de la aviación y aunque la idea surgió en la década de los años veinte, se instaló por primera vez en un vehículo en el año 1.953. Será en 1.981 cuando se inicie su comercialización en vehículos.

Su eficacia ha sido completamente probada en multitud de ocasiones desde su uso generalizado, aunque hay que tomar algunas precauciones particulares tales como no colocar a menores delante, sentarse correctamente y, sobre todo, utilizar el cinturón de seguridad. De hecho, el airbag es un “sistema suplementario de retención” puesto que el principal es el cinturón. Por otra parte, viajar demasiado cerca a la caja que lo contiene en el momento de su despliegue, puede producir lesiones debido a la velocidad con la que se produce.

Actualmente, los vehículos suelen incorporar varios airbag para proteger del impacto a diferentes zonas del cuerpo. De este modo y además del frontal, se observan los que a continuación se enumeran:

- Lateral: Se instala en el asiento o en las puertas y su misión es proteger la cabeza y las caderas al mantener la distancia entre el cuerpo y la parte lateral del vehículo.
- Trasero: Se coloca detrás del asiento delantero y sirve para proteger a los pasajeros de las plazas traseras.
- Cortina hinchable: Va situado en la parte interior del marco del coche, aprisionando la cabeza de forma controlada e impidiendo que se golpee contra las ventanillas, los montantes o el marco, a la vez que evita que penetren objetos desde el exterior.
- De rodilla: Situados en la parte inferior del salpicadero.

- De cinturón: Aparecen intercalados en el cinturón de seguridad. Sirven para reducir la presión sobre la caja torácica durante el accidente y reducir el movimiento de la cabeza. También actúan parcialmente como pretensor.
- “Inteligente”: Incorpora sensores en el asiento que detectan la posición de los ocupantes y suprime su funcionamiento si está demasiado cerca del salpicadero, si va sentado un menor o el asiento se halle vacío.
- Para peatones: Se coloca en la parte delantera del vehículo y se hincha en caso de atropello.

5. Los asientos antideslizantes.

El diseño de los asientos ha de ser cómodo, anatómico y adaptable a todo tipo de usuarios; debe proporcionar confort y una postura adecuada; y, sobre todo, debe ser seguro en su conjunto.

Es un elemento que también influye notablemente en la seguridad primaria o activa por dos razones: asegura una posición adecuada al conductor que le permita un correcto acceso a los mandos y la visibilidad necesaria para una conducción totalmente controlada, y permite retrasar la aparición de la fatiga.

Uno de los efectos que se producen en las colisiones es el llamado "submarinismo", es decir, la tendencia del cuerpo a presionar el asiento hacia abajo y deslizarse por debajo del cinturón ventral, con el consiguiente riesgo de que oprima las partes blandas del cuerpo y ocasione lesiones internas. Para mitigar este problema, los vehículos incorporan unas estructuras metálicas internas en los asientos en forma de cuña, con lo que se evita que los ocupantes se deslicen por debajo del cinturón y las piernas se golpeen contra el salpicadero.

6. El reposacabezas.

Aunque nacieron en los años 50, no lo hicieron como un elemento de seguridad sino de confort, incorporándolo sólo algunos modelos de lujo. Fue en 1.968 cuando se presentó por primera vez como un elemento de seguridad caracterizado por su resistencia y con el objetivo de evitar las lesiones cervicales. En la actualidad, la totalidad de los turismos los incorpora de serie en las plazas delanteras y mayoritariamente en las traseras.

No se instala para llevar la cabeza recostada en él sino para sujetarla en caso de accidente y proteger el cuello de lesiones. En un choque, el cuerpo se desplaza hacia delante bruscamente y luego retrocede hacia atrás con gran violencia. La cabeza no realiza el movimiento del torso al mismo tiempo sino que se retrasa unos segundos. Además, el torso queda sujeto en el retroceso por el respaldo del asiento pero las vértebras cervicales pueden sufrir un fuerte e inesperado movimiento de vaivén denominado “latigazo” si no existe un reposacabezas que lo impida.

Es fundamental que estén bien regulados, tanto de altura como de inclinación; su mala colocación no sólo no evita las lesiones sino que podría agravarlas. Se deben situar lo más cerca posible de la parte posterior de la cabeza, con una separación de unos 4 cm. En cuanto a la altura, es recomendable que el centro de gravedad de la cabeza (la altura de los ojos) coincida con la parte más resistente del reposacabezas.

7. La protección contra el fuego.

Durante la colisión, el derrame del combustible y la existencia de focos de calor en elementos mecánicos o eléctricos implican un elevado de riesgo de incendio que debe ser eliminado o minimizado. La protección del depósito de combustible es, pues, de la máxima importancia a tales efectos.

Aunque es más fácil que se inicie un incendio en vehículos de gasolina, también se han detectado algunos casos con el gasóleo. Se procura instalar el depósito fuera de la zona de deformación, aislado y protegido de los impactos. Algunos se fabrican de materiales plásticos de alta flexibilidad que admiten cierta deformación y se complementan con válvulas que impiden el escape de combustible en caso de vuelco.

También son de gran importancia los bornes antiincendio: la mayoría de los vehículos convencionales disponen de un cable grueso que conecta el motor de arranque con la batería, y otro más delgado que carga la batería con el alternador. En caso de colisión, puede producirse un cortocircuito con un salto de chispa importante (las baterías actuales pueden superar los 100 amperios/hora, equivalentes al consumo de una soldadura eléctrica). La solución se ha basado en la instalación de un borne en la batería con una conexión especial que se activa en caso de impacto y desconecta los cables en dos milésimas de segundo.

8. El cinturón de seguridad.

En el seno de los elementos de seguridad pasiva, los sistemas de retención son, posiblemente, los de mayor importancia. Respecto al cinturón de seguridad, es la medida más efectiva de todas las inventadas hasta la fecha: su uso reduce en un 50% la probabilidad de sufrir lesiones graves y mortales en caso de accidente, y su uso resulta útil en cualquier trayecto corto o largo, urbano e interurbano.

El antecedente del cinturón de seguridad se observa en los cinturones que se instalaban en los aviones. Se emplearon por primera vez en un vehículo de serie en el año 1.959 y, en los años 60, ya se incorporaban también en los asientos traseros. Actualmente, todos los vehículos de nueva construcción deben traerlos instalados, siendo obligatorio su uso.

La finalidad no es otra que retener los cuerpos de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, vuelco o deceleración brusca del vehículo, evitando que se desplacen y reciban golpes en el interior o salgan proyectados hacia exterior.

Cuando se produce una deceleración, los ocupantes siguen la trayectoria inicial y salen despedidos hacia delante con una fuerza proporcional a la velocidad a la que se circule en ese momento. En caso de una frenada normal, aunque sea algo enérgica, los ocupantes pueden sujetar sus cuerpos mediante la contracción de sus músculos. Pero cuando se produce una colisión frontal, el vehículo sufre una deceleración tan fuerte que es imposible contenerse con la simple acción muscular. Los cuerpos salen lanzados como proyectiles impactando contra el parabrisas, el volante o los asientos anteriores, pudiendo aplastar y provocar graves lesiones a los pasajeros situados en la parte delantera en la medida en que la estructura de los asientos no está diseñada para resistir tanta presión. El cinturón alcanza una máxima efectividad en los vuelcos, donde se reduce un 77% el riesgo de muerte.

Actualmente, son regulables para adaptarse a las características corporales de los diferentes individuos. El recorrido del cinturón de seguridad o del arnés nunca debe ir por encima del cuello y debe ajustarse lo más bajo posible sobre las caderas y sin holguras. De hecho, los requisitos del cinturón son los siguientes: debe estar homologado, bien anclado, con el reglado adecuado y correctamente abrochado.

Un problema que reducía su efectividad era la holgura entre el cinturón y el cuerpo del pasajero, pero se solucionó con la instalación de pretensores. Consisten en un mecanismo que tensa automáticamente el cinturón en los primeros instantes del impacto y lo suelta segundos después. Ayudan a sujetar mejor el cuerpo al asiento y limitan su recorrido en caso de choque frontal, lateral o vuelco.

La seguridad ofrecida por el cinturón de seguridad se complementa con otro dispositivo, el llamado avisa-cinturones, que consiste en un dispositivo que emite una señal de alerta cuando un asiento está ocupado pero su ocupante no se ha abrochado el cinturón de seguridad. Emiten normalmente un aviso sonoro incesante mientras el cinturón esté desabrochado, aunque ya existen en el mercado otros sistemas más persuasivos como los que bloquean el sistema de audio mientras no esté abrochado el cinturón o aquellos que llegan a bloquear la transmisión, impidiendo el cambio de marchas y por tanto la circulación.

9. Los sistemas de retención infantil.

El texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (en adelante LTSV) preceptúa en su artículo 13.4 que **4. El conductor y los ocupantes de los vehículos están obligados a utilizar el cinturón de seguridad, cascos y demás elementos de protección y dispositivos de seguridad en las condiciones y con las excepciones que, en su caso, se determine reglamentariamente. Los conductores profesionales, cuando presten servicio público a terceros, no se considerarán responsables del incumplimiento de esta norma por parte de los ocupantes del vehículo.**

Por razones de seguridad vial, se podrá prohibir la ocupación de los asientos delanteros o traseros del vehículo por los menores en función de su edad o talla, en los términos que se determine reglamentariamente.”.

El reglamento regulador de la materia es el Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, en su artículo 117 tras modificación de dicho artículo por RD 667/2015, de 27 de julio , que detalla:

1. *El conductor y los ocupantes de los vehículos estarán obligados a utilizar, debidamente abrochados, los cinturones de seguridad homologados, tanto en la circulación por vías urbanas como interurbanas. Esta obligación, en lo que se refiere a los cinturones de seguridad, no será exigible en aquellos vehículos que no los tengan instalados.*

En todo caso, los menores de edad de estatura igual o inferior a 135 centímetros deberán utilizar sistemas de retención infantil y situarse en el vehículo de acuerdo con lo dispuesto en los apartados siguientes.

2. *En los vehículos de más de nueve plazas, incluido el conductor, se informará a los pasajeros de la obligación de llevar abrochados los cinturones de seguridad u otros sistemas de retención infantil homologados, por el conductor, por el guía o por la persona encargada del grupo, a través de medios audiovisuales o mediante letreros o pictogramas, de acuerdo con el modelo que figura en el anexo IV, colocado en lugares visibles de cada asiento.*

En estos vehículos, los ocupantes a que se refiere el párrafo segundo del apartado 1 de tres o más años deberán utilizar sistemas de retención infantil homologados debidamente adaptados a su talla y peso. Cuando no se disponga de estos sistemas utilizarán los cinturones de seguridad, siempre que sean adecuados a su talla y peso.

3. *En los vehículos de hasta nueve plazas, incluido el conductor, los ocupantes a que se refiere el párrafo segundo del apartado 1 deberán utilizar sistemas de retención infantil homologados debidamente adaptados a su talla y peso.*

Dichos ocupantes deberán situarse en los asientos traseros. Excepcionalmente podrán ocupar el asiento delantero, siempre que utilicen sistemas de retención infantil homologados debidamente adaptados a su talla y peso, en los siguientes casos:

1.º *Cuando el vehículo no disponga de asientos traseros.*

2.º *Cuando todos los asientos traseros estén ya ocupados por los menores a que se refiere el párrafo segundo del apartado 1.*

3.º *Cuando no sea posible instalar en dichos asientos todos los sistemas de retención infantil.*

En caso de que ocupen los asientos delanteros y el vehículo disponga de airbag frontal, únicamente podrán utilizar sistemas de retención orientados hacia atrás si el airbag ha sido desactivado.

4. Los sistemas de retención infantil se instalarán en el vehículo siempre de acuerdo con las instrucciones que haya facilitado su fabricante a través de un manual, folleto o publicación electrónica. Las instrucciones indicarán de qué forma y en qué tipo de vehículos se pueden utilizar de forma segura.

5. La falta de instalación y la no utilización de los cinturones de seguridad y otros sistemas de retención infantil homologados tendrá la consideración de infracción grave o muy grave, conforme a lo establecido en el artículo 65, apartados 4.h) y 5.11), respectivamente, del texto articulado.”

La observancia de estas normas es vital para la protección de los menores ya que los accidentes de tráfico son una de las primeras causas de muerte en la población infantil entre 1 y 5 años. Ello se debe a que un niño no es un adulto pequeño, sino que tiene características físicas especiales, de ahí que el cinturón de seguridad sea eficaz para los adultos pero no para los menores. La parte pelviana del cinturón tendrá siempre la tendencia a deslizarse hacia arriba y penetrar en el abdomen. La poca musculatura cervical de los pequeños, unido al desproporcionado peso y tamaño de la misma con respecto al cuerpo, explican el gran número de lesiones cervicales en colisiones frontales, por lo que se hace aconsejable viajar de espaldas a la vía siempre que se cumplan los requisitos antes mencionados de utilizar un sistema de retención homologado y adaptado y desconectar el airbag frontal si se trata del asiento delantero. Asimismo, un bebé no debe viajar nunca en brazos de un adulto, pues en caso de accidente no podría sujetarlo bien y sus lesiones podrían ser agravadas por esta pésima posición. Es uno de los hábitos más extendidos y más peligrosos.

Sólo se deben comprar sistemas de retención infantil homologados según la norma ECE R 44/04 o la reciente i-Size, las cuales ofrecen los criterios de seguridad más exigentes. Desde abril de 2008, no se pueden utilizar los sistemas homologados según las directivas ECE-R44/01 o ECE-R44/02.

Por otro lado, algunas sillitas de niños se fijan a la estructura de los asientos mediante un sistema especial que incrementa la seguridad denominado ISOFIX. Se trata de un sistema de anclaje que tiene dos o tres puntos: dos argollas ubicadas en el chasis, detrás del asiento trasero, en las que se introducen unos enganches que lleva la sillita y, en ocasiones, un tercer punto llamado TOP TETHER, que evita que la sillita rote. El ISOFIX sustituye al cinturón de seguridad como elemento de sujeción de la sillita al coche y reduce la probabilidad de que el asiento se coloque de forma incorrecta.

La correcta utilización de los sistemas de retención es clave para reducir las consecuencias de los accidentes, de ahí que uno de los objetivos operativos del Plan Estratégico de Seguridad Vial 2011-2020 sea mejorar la utilización eficiente de los sistemas de retención infantil para lograr “cero” niños fallecidos por no usar tales sistemas. Se erigen en el mejor seguro de vida del niño por las siguientes razones:

- Un niño sin sujeción multiplica por 5 las posibilidades de sufrir lesiones mortales o graves.

- 9 de cada 10 lesiones infantiles graves o mortales se habrían evitado si se hubieran utilizado SRI.
- Reduce hasta en un 75% las lesiones en caso de accidente.
- Una sillita mal colocada multiplica por 4 el riesgo de muerte infantil en caso de accidente de tráfico. El 70% de los niños que viajan en coche no utilizan correctamente la sillita.
- El cinturón o arnés debe quedar ajustado, sin holguras y sobre el hombro. Han de estar cómodos y seguros. Si el sistema de retención infantil se halla mal instalado, su eficacia es nula e incluso puede ser contraproducente.

Atendiendo a criterios de biodinámica, peso, talla y edad, el Reglamento 44/03 de la CEE-ONU clasifica estos dispositivos en cinco categorías:

- **GRUPO 0: desde 0 á 9 meses o hasta 10 kg de peso.** Se trata de sillas colocadas indistintamente en los asientos delantero o trasero, en sentido contrario a la marcha, si bien en el primer caso el airbag del copiloto deberá estar desconectado. También son muy adecuados los capazos o "cucos" colocados en el asiento trasero en sentido transversal, fijándolos mediante el cinturón de seguridad o arneses especiales.
- **GRUPO 0+: desde 0 á 18 meses o hasta 13 kg de peso.** Las características biodinámicas son similares al grupo anterior en los primeros meses, y al grupo siguiente en los últimos. Son sillas-cesta de seguridad que se instalan en sentido contrario a la marcha.
- **GRUPO 1: desde 9 meses (9 kg) hasta 3 años (18 kg).** Son sillas especiales dotadas de su propio cinturón de seguridad, de tipo arnés. La mayoría se pueden instalar en el sentido de la marcha o en el contrario.
- **GRUPO 2: desde 3 años (15 kg) hasta 6 años (25 kg).** Este tipo de sillas se colocan en el asiento trasero y se fijan a los cinturones de seguridad del vehículo. Se trata de unos cojines elevadores con respaldo.
- **GRUPO 3: desde 6 años (22 kg) hasta 12 años (36 kg).** Es un cojín elevador que se adapta al niño a la altura del cinturón de seguridad con objeto de sujetarlo mejor y evitar que se deslice por debajo es caso de accidente. También pueden ser cinturones especiales, con regulación de la altura de la cinta.

10. Seguridad vial primaria y secundaria en los vehículos de dos ruedas.

En virtud de las peculiares características de este tipo de vehículos, las medidas de seguridad más importantes las deberán observar directamente los usuarios, sin perjuicio de las que pueda incorporar el vehículo en sí. En caso de

accidente, la “carrocería” que soporta el impacto es el propio cuerpo de los ocupantes, por lo que deberá adoptarse una forma de conducción más conservadora que en otro tipo de vehículos.

Además, son menos estables, por lo que el riesgo de accidente es mayor. También son menos visibles puesto que pueden ser ocultados total o parcialmente por otros vehículos de mayores dimensiones. A su vez, éstos les restan visibilidad para realizar una correcta apreciación de las situaciones y peligros de la circulación.

Respecto a la seguridad primaria o activa, algunos de los elementos descritos anteriormente han tenido también su aplicación en este tipo de vehículos. Ejemplos claros son el ABS o el cinturón de seguridad en algunos modelos, si bien se trata de casos muy particulares en vehículos de alta gama o con diseños singulares, sin un uso generalizado.

La señalización óptica también ha mejorado significativamente desde que se ha reconocido la obligatoriedad del encendido de las luces de cruce durante las horas diurnas para las motocicletas y ciclomotores; ello permite que sean mejor percibidas por el resto de los usuarios de la vía junto con el uso de otras medidas tales como el empleo de prendas de vestir con colores llamativos.

En lo que a los elementos de seguridad pasiva o secundaria se refiere, son más reducidos por lo que adquieren una gran importancia. Los analizamos con detenimiento:

a) El casco.

El casco es el elemento más importante de protección en este tipo de vehículos, siendo de uso obligatorio para los ciclomotores y motocicletas de cualquier cilindrada desde el año 1.992. De hecho, puede afirmarse que el uso del casco no es una opción sino una necesidad por las siguientes razones:

- **No llevar el casco:** Incrementa el riesgo de lesión en la cabeza y la severidad de sus lesiones, el tiempo de internamiento hospitalario y la probabilidad de fallecimiento como consecuencia de las mismas.
- **Llevar el casco:** Desciende el riesgo y la severidad de las lesiones en un 72%, la probabilidad de muerte en un 39% (dependiendo de la velocidad de la motocicleta) y el coste del cuidado médico asociado a los accidentes.
- **Beneficios que aporta el casco:** Evita los golpes directos de la cabeza con el pavimento, con otros vehículos o con los elementos de la vía; que penetren objetos en la cabeza (piedras, hierros u otros objetos cortantes); absorbe parte de la energía del impacto y la distribuye por toda su estructura evitando que se concentre en una parte concreta de la cabeza; y elimina la abrasión que sufrirían la cara y la cabeza al arrastrarse por el pavimento.

Los cascos están compuestos por los siguientes elementos:

- Una carcasa rígida externa cuya función es distribuir la energía del impacto por toda la superficie y evitar que penetre algún objeto punzante.
- Un relleno interno cuya misión es absorber la energía del golpe y reducir el movimiento del cerebro dentro de la cavidad craneal.
- Un forro interior que, por hallarse en contacto directo con la cabeza del motorista, debe ser hipoalergénico y de un material transpirable para la sudoración.
- Una pantalla transparente destinada a evitar que el aire incida directamente en la cara y que penetre el polvo o insectos molestos para los ojos.
- Ventilación interna: algunos modelos de gama alta disponen de unos conductos para refrigerar la cabeza del motorista en caso de que el tiempo sea muy caluroso.

Se observan distintos modelos de cascos dependiendo de que cubran la cabeza entera o sólo la parte superior. No obstante, los que más protegen son los denominados integrales dado que cubren hasta la zona de la barbilla y evitan muchas lesiones de fractura del maxilar. El único inconveniente es que son más pesados y más incómodos de poner y quitar. En general, a la hora de comprar un casco es recomendable invertir en calidad y seguridad; tener presente que los cascos de colores claros, brillantes y reflectantes son más seguros porque facilitan su distinción por parte de los demás usuarios de las vías y que la homologación es una garantía de calidad.

En todos los supuestos, los cascos se deben acoplar a la cabeza de forma ajustada sin holguras excesivas, y llevarlos bien abrochados con la correa de seguridad.

Finalmente, la reforma efectuada por la Ley 6/2014, de 7 de abril en la LTSV, ha introducido la obligatoriedad del uso del casco para los ciclistas menores de 16 de años en vías urbanas y para todos los usuarios en vías interurbanas.

Tras modificación de la LSV por Ley 18/2021, el Artículo 47 *Cinturón, casco y restantes elementos de seguridad queda redactado de la siguiente manera:*

El conductor y ocupantes de vehículos a motor y ciclomotores están obligados a utilizar el cinturón de seguridad, el casco y demás elementos de protección en los términos que reglamentariamente se determine.

El conductor de un vehículo de movilidad personal estará obligado a utilizar casco de protección en los términos que reglamentariamente se determine.

El conductor y, en su caso, los ocupantes de bicicletas y ciclos en general estarán obligados a utilizar el casco de protección en las vías urbanas, interurbanas y travesías, en los términos que reglamentariamente se

determine siendo obligatorio su uso por los menores de dieciséis años, y también por quienes circulen por vías interurbanas.

Reglamentariamente se fijarán las excepciones a lo previsto en este apartado.»

b) La ropa.

Además de la cabeza, los brazos y las piernas son partes del cuerpo que también experimentan lesiones con frecuencia. A tal fin, es aconsejable usar ropa de tejido fuerte, como el cuero u otros nuevos materiales sintéticos especialmente diseñados, que proteja en caso de caída al deslizarse el cuerpo por el pavimento. Es muy importante que la ropa quede bien ceñida, evitando prendas holgadas o puestas de tal forma que puedan desprenderse con el viento, pues podrían engancharse a las ruedas o a la cadena de transmisión, provocando un accidente.

Utilizar ropa de colores vivos o, incluso, chalecos reflectantes si se circula en condiciones meteorológicas adversas o entre el ocaso y la salida del sol, mejora notablemente la visibilidad del conductor de estos vehículos.

Por último, los conductores de bicicletas deberán llevar una prenda reflectante que permita a los conductores de los vehículos y demás usuarios de la vía distinguirlos a una distancia mínima de 150 m. en los supuestos en que sea obligatorio el uso de alumbrado.

c) Los guantes.

Resultan imprescindibles para proteger las manos dado que, en caso de caída, la primera reacción instintiva es disponer las manos por delante.

Se recomienda su uso en todas las estaciones del año (también en verano) pues las manos adolecen de algunas lesiones graves tales como quemaduras. Esta lesión también genera el acto reflejo de retirar las manos y el consiguiente descontrol de la caída e impacto final contra la cabeza u otra parte del cuerpo.

A tal fin, los guantes deberían ser de piel o de tejido sintético resistente, existiendo algunos modelos incluso con protectores de gel. Deben permitir un agarre firme de los mandos y tener cierta ventilación que favorezca la transpiración.

d) El calzado.

También es conveniente usar botas ajustadas de material resistente que protejan los tobillos, e incluso las piernas, de posibles impactos o quemaduras en caso de caída. No se recomienda calzado con cordones que pueden desatarse y enredarse en la cadena o el motor del vehículo, ni tampoco chancletas u otro tipo de calzado que no se ajuste con firmeza a los pies.

El Real Decreto 971/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento General de Conductores, aprobado modifica el anexo VI «Organización, desarrollo y criterios de calificación de las pruebas de control de conocimientos y de control de aptitudes y comportamientos», del siguiente modo: letra C) *«Pruebas de control de aptitudes y comportamientos en circuito cerrado y en circulación en vías abiertas al tráfico en general»:*

1.º *El párrafo segundo del apartado 1 queda redactado del siguiente modo:*

«Asimismo, podrán verificar en cualquier momento que el aspirante dispone del equipo de protección adecuado que, en su caso proceda. Concretamente para los permisos de las categorías AM, A1 y A2 este equipo estará compuesto por: casco homologado; guantes; chaqueta y pantalones concebidos y fabricados para usarlos para montar en motocicleta, provistos de las correspondientes protecciones, al menos en espalda, hombros y codos para las chaquetas y rodillas en el caso de los pantalones; así como botas de cuero o material sintético similar que proteja suficientemente el tobillo. Podrá verificar también que el aspirante lleva las correcciones, prótesis o adaptaciones que correspondan, en caso de que fueran necesarias, y que estas son adecuadas».

Destacando así la importancia de la ropa y su protección en los permisos AM,A1 y A2 y controlándolo desde la prueba para obtención de estas clases de permisos.