

Seguridad Pasiva

Los sistemas de seguridad pasiva actúan cuando se produce un accidente, y son los encargados de proteger a los ocupantes del vehículo en estas circunstancias. Así, como veremos a continuación con mas detalle, son elementos de seguridad pasiva el cinturón de seguridad y los airbags, entre otros.

Carrocería de deformación programada

Cuando se produce un accidente y el vehículo impacta un objeto rígido, su estructura se somete a una violenta desaceleración, la cual es finalmente transmitida a sus ocupantes. En estos casos, la estrategia considerada en el diseño de los vehículos actuales para proteger a sus pasajeros es dotarlos de zonas de deformación programada en sus extremos, y de un habitáculo rígido que asegure la integridad de la cabina.

Las zonas de deformación programada se ubican en el sector delantero y trasero del vehículo, y están diseñadas para absorber la mayor cantidad de energía posible en caso de impacto. La absorción de energía se realiza principalmente a través de las deformaciones de piezas específicamente diseñadas para cumplir esta función, junto con la dispersión de las cargas hacia los demás sectores del vehículo.

La absorción de parte de la energía del impacto efectuada por las zonas de deformación programada, permite reducir la cantidad de energía que deberá absorber el compartimento de pasajeros, y finalmente los ocupantes. Esto se traduce en pasajeros expuestos a aceleraciones de menores magnitudes, lo cual reduce la gravedad del impacto que "sienten" los pasajeros del vehículo.



Figura 11: Ejemplo de deformación programada en el sector frontal de un vehículo

Habitáculo indeformable

Como se comentaba en el caso de las zonas de deformación programada, los vehículos actuales están formados por zonas "blandas" para absorber la energía del impacto y zonas "duras" para proteger a los ocupantes de las consecuencias de este. El habitáculo de pasajeros, como puede esperarse, es la principal zona "dura" del vehículo. La función del habitáculo es mantener la integridad de los pasajeros en caso de accidente y permitir que los demás sistemas de seguridad pasiva que equipa el vehículo puedan cumplir su función correctamente.

El habitáculo de pasajeros se diseña formando una jaula de seguridad alrededor de ellos, utilizando aceros de alta resistencia y espesores elevados. Se busca que el compartimento de pasajeros mantenga su forma en caso de impacto o volcamiento, evitando la intrusión de elementos tanto externos como internos (pedales o motor) al habitáculo.



Figura 11: Habitáculo de un vehículo

Es importante indicar que la denominación "habitáculo indeformable" no se refiere a un tipo particular de habitáculo. Es simplemente una denominación genérica que pueden utilizar los vehículos que cumplen con los estándares internacionales exigidos en nuestro país de pruebas de impacto.

Espejos retrovisores abatibles

Los espejos retrovisores abatibles se doblan hacia adentro al ser impactados cuando el vehículo circula hacia adelante. Los retrovisores son la parte más saliente de un automóvil, con lo que están más expuestos a golpes que el resto del vehículo. El hecho que un vehículo cuente con retrovisores abatibles permite reducir la posibilidad de lesiones en golpes a peatones o ciclistas.

Airbag frontal

Si se sufre un impacto frontal contra un objeto inmóvil, circulando a unas velocidades superiores a 30 km/h, existe un importante riesgo de sufrir lesiones graves en cabeza, cervicales y parte alta del tronco del ocupante del asiento. Para reducir las consecuencias de este tipo de accidentes se ha diseñado el sistema de airbag frontal. Básicamente, el airbag (bolsa de aire en inglés) está constituido por un cojín hinchable, colocado en el interior del volante en el caso del conductor y en el tablero para el copiloto, capaz de desplegarse por completo en caso de impacto, ofreciendo al ocupante del vehículo una zona sobre la que puede amortiguar su desplazamiento como consecuencia de la colisión.

Su principio de funcionamiento se basa en la absorción de la energía cinética del choque mediante la amortiguación que produce una bolsa llena de gas. Al chocar contra la bolsa, que debe estar completamente inflada en ese momento, el cuerpo transmite a la misma su energía, al tiempo que ésta le impide que se mueva y lesione. El airbag frontal se activa entre 5 y 20 milisegundos bajo impactos frontales y oblicuos de hasta 30° respecto del eje longitudinal del vehículo. Cuando la bolsa se infla alcanza velocidades de 250 km/h, lo que permite que esté completamente inflada cuando el cuerpo del ocupante la impacte. Luego del contacto del cuerpo del ocupante, la bolsa se desinfla automáticamente.

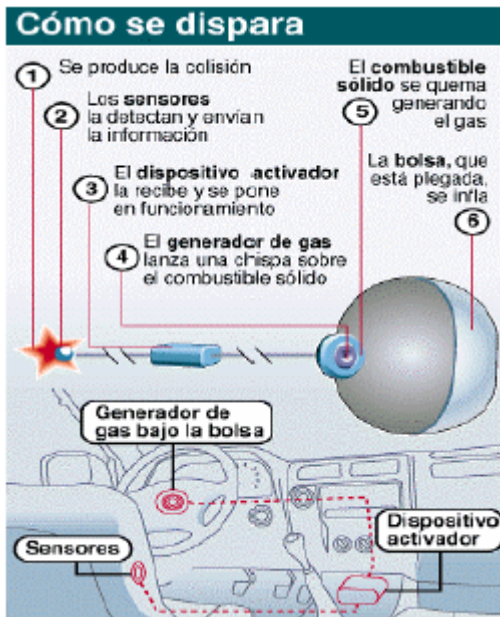


Figura 12: Funcionamiento y plegado de un airbag frontal

Durante el impacto, el airbag frontal entrega una suficiente área de contacto para el cuerpo del conductor, aunque no obstaculiza completamente su visión. El mecanismo que activa la bolsa es operado por fuerza de inercia, lo que evita cualquier activación inesperada producto de fallas en el sistema eléctrico del vehículo. Es importante mencionar que el airbag está diseñado para funcionar una sola vez, y que si se activa debe ser reemplazado únicamente por el fabricante del vehículo.



Figura 13: Secuencia de funcionamiento de un airbag frontal

En combinación con el cinturón de seguridad, la bolsa de aire salvaguarda la integridad de los órganos de la cabeza y el tórax evitando su impacto contra el volante y tablero. Si se activa cuando los ocupantes no están utilizando su cinturón de seguridad, su acción es contraproducente pudiendo provocar graves lesiones.

Para el correcto uso de la bolsa de aire frontal deben seguirse los siguientes consejos:

- Utilizar siempre el cinturón de seguridad
- Sentarse a una distancia mínima de 30 cm del volante de dirección
- No ubicar nunca a un bebé en su silla de seguridad invertida si el asiento cuenta con airbag frontal. Los bebés deben ser transportados en sillas de seguridad en los asientos traseros del vehículo.



Figura 14: Consecuencias de instalar una silla para niños mirando hacia atrás en el asiento delantero

Distintos fabricantes y organismos han investigado la eficacia del buen uso de las bolsas de aire frontales en la reducción de lesiones originadas en un impacto frontal. Audi y Volkswagen aseguran que el airbag frontal interviene con su efecto protector en más del 60% de los accidentes, reduciendo las lesiones graves de cráneo y daños en el tórax. Por su parte, tras la realización de un estudio, la NHTSA (Administración Nacional de Seguridad de Carreteras) estadounidense, ha llegado a la conclusión que combinar el uso de los cinturones de seguridad y las bolsas de aire previene eficazmente las lesiones graves en la cabeza en un 75% de los casos y las lesiones graves en el pecho en un 66%.

Airbags laterales

El impacto lateral tiene características distintas a las del impacto frontal. En este caso, solamente 20 a 30 cm de la estructura lateral del vehículo protegen a los ocupantes del golpe. Esta razón es citada por estudios internacionales para explicar la mayor gravedad de los accidentes en que se producen impactos laterales.

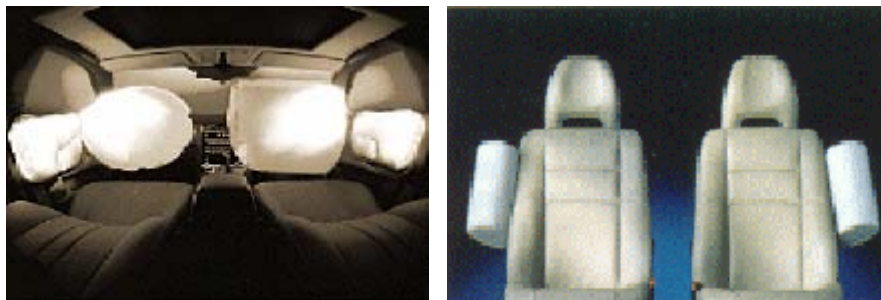


Figura 15: Tipos de montaje de airbags laterales: en las puertas (izquierda) y en los asientos (derecha)

Los airbags laterales son bolsas de aire de alrededor de 12 lt de capacidad que se instalan en los asientos o bien en las puertas del vehículo. Su misión es proteger la cabeza y las caderas del ocupante, evitando el impacto de éste con la estructura de la puerta. Debido al escaso espacio entre el cuerpo del ocupante y la puerta del automóvil, la bolsa se despliega inmediatamente cuando detecta un impacto lateral, tardando alrededor de 3 milisegundos.

Al igual que en caso del airbag frontal, las bolsas de aire laterales reducen drásticamente su utilidad si se activan cuando el ocupante no tiene ajustado su cinturón de seguridad. Según un estudio realizado por Volvo, los airbags laterales reducen en un 40% las graves consecuencias de los accidentes laterales.

Airbag para la cabeza (cortina)

En algunos impactos, la presencia de airbags laterales no es suficiente para evitar que la cabeza de los ocupantes golpee las ventanas laterales, o que salga al exterior si estas están abiertas. Para controlar esta situación se desarrolló el airbag para la cabeza, que retiene el movimiento de la cabeza de forma controlada en caso de impacto.



Figura 16: Tipos de airbag para la cabeza: de cortina (izquierda) y tubular (derecha)

Esta bolsa de aire se ubica en la parte interior del marco del vehículo, recubriendo el lateral a la altura de las ventanillas. En algunos modelos la bolsa es individual y de forma tubular, y en otros es un colchón de mayores dimensiones que protege a todos los ocupantes de un lado. Su tiempo de inflado es de 25 milisegundos.

Estas bolsas muestran toda su eficacia cuando se produce un impacto lateral contra un objeto estrecho, como puede ser un poste o un árbol. En estas circunstancias, el airbag para la cabeza puede hacer la diferencia entre la vida y la muerte de los ocupantes, siempre que estos utilicen el cinturón de seguridad.

Airbags inteligentes

Las bolsas de aire deben activarse bajo impactos de distintas características, con lo que para asegurar un buen desempeño en cualquier circunstancia, es necesario adaptar el proceso de detonación e inflado para cada impacto. Los airbags inteligentes recopilan información a través de un conjunto de sensores, y se despliegan de forma de maximizar su eficacia ante cada impacto.

Existen airbags que pueden reconocer si el conductor maneja muy cerca del volante de dirección, si lleva copiloto, si lleva ajustado el cinturón de seguridad o si en el asiento del copiloto hay instalada una silla para niños. Algunos desarrollos avanzados incluyen un despliegue variable en función del tamaño, peso, posición y cercanía al airbag del conductor, y pueden distinguir la naturaleza del impacto, ya sea frontal, lateral, o volcamiento.

Inicialmente, el airbag fue desarrollado como un complemento al cinturón de seguridad. Por esta razón es que funciona correctamente si se utiliza el cinturón de seguridad, logrando su máxima eficacia. Si los ocupantes no llevan puesto el cinturón de seguridad, el airbag es contraproducente ya que los ocupantes hacen contacto con el cuando se está inflando, lo que puede provocar lesiones gravísimas. Los airbags inteligentes detectan si los ocupantes no están utilizando el cinturón, y bajo un impacto éste se detona antes, de manera que los cuerpos de los ocupantes impacten la bolsa cuando está completamente inflada. Lo anterior no significa que si el vehículo cuenta con airbags inteligentes no sea necesario utilizar el cinturón de seguridad. El airbag inteligente reduce los riesgos de la detonación del airbag si no se utiliza el cinturón, pero este elemento se debe utilizar siempre para maximizar la eficacia del airbag.

Pretensor cinturón de seguridad

Ya se ha comentado la importancia de utilizar el cinturón de seguridad por su aporte en la reducción de lesiones en caso de accidente. Los pretensores en los cinturones de seguridad mejoran la eficacia de éstos en impactos de cierta consideración. En caso de impacto, estos elementos permiten que el cinturón de seguridad no sólo impida el desplazamiento de los ocupantes del vehículo, sino que también intervenga activamente para aferrarlo contra el asiento.

El pretensor cuando se activa tensa el cinturón de seguridad, manteniendo a los ocupantes pegados al asiento durante el impacto. Esto permite el correcto funcionamiento de los demás sistemas de seguridad pasiva del vehículo, como pueden ser los airbags o los apoyacabezas activos, al evitar desplazamientos de los ocupantes del vehículo.

Existen pretensores de accionamiento mecánico o pirotécnico, y pueden actuar en el carrete del cinturón, en el cierre o en ambos puntos. El accionamiento de mayor efectividad por su precisión y confiabilidad es el pirotécnico, que activa el pretensor a través de una explosión controlada de forma similar a un airbag. El pretensor se dispara a través de sensores mecánicos de inercia o bien haciendo uso de los sensores del airbag. En este último caso se obtiene una óptima complementación entre el pretensor y el airbag frontal, con lo que la combinación de estos sistemas resulta tremendamente eficaz para reducir lesiones en impactos frontales.

Limitador de tensión cinturón de seguridad

En caso de accidente el cinturón de seguridad, si bien protege de una gran cantidad de lesiones graves, también puede causar algunas heridas en la región del tórax. Estas heridas se producen por la acción del cinturón de seguridad al retener el cuerpo del ocupante bajo impactos violentos.

El limitador de tensión permite el estiramiento controlado del punto de fijación del cinturón de seguridad, reduciendo de esta forma la tensión de este sobre el tórax del ocupante. Esto permite reducir drásticamente el riesgo de fracturas en las costillas, por ejemplo.

Para maximizar la eficacia del cinturón de seguridad es necesario que éste se mantenga siempre sin holguras y ajustado al cuerpo del ocupante. Si existen holguras, mayor será la probabilidad que el cinturón de seguridad provoque heridas en caso de impacto. Este problema es solucionado con el pretensor para el cinturón de seguridad, el cual es un excelente complemento al limitador de tensión, ya que mejora su eficacia.

Apoyacabezas activo (sistema de protección cervical)

Para reducir el riesgo de lesiones bajo un impacto trasero se debe reducir al máximo el movimiento relativo entre las cabezas de los ocupantes y el resto del cuerpo. La primera medida para evitar este riesgo es que el apoyacabezas se encuentre cerca de la cabeza de los ocupantes al momento del impacto. Por esta razón es importante regularlos adecuadamente cuando se ingresa a un vehículo nuevo (ver "apoyacabezas traseros").



Figura 17: Ejemplos de sistemas de apoyacabezas activos

Los apoyacabezas activos se activan bajo impactos posteriores, y están diseñados para acercarse automáticamente a la cabeza de los ocupantes en estas circunstancias. Esto no significa que no deban ser regulados tal como se hace con los apoyacabezas convencionales: la regulación de estos elementos es fundamental. Cuando se produce un impacto posterior, el apoyacabeza activo se desplaza inmediatamente hacia la cabeza del conductor, evitando que ésta se “quede atrás” en el movimiento hacia delante del resto del cuerpo. Este comportamiento permite reducir las lesiones por el llamado “efecto latigazo” (ver “apoyacabezas traseros”).

Existen diferentes sistemas de apoyacabezas activos, cada uno con modos de accionamiento y funcionamiento diferentes. Incluso existen sistemas que modifican la posición del asiento y su respaldo para evitar lesiones graves en el cuello. Todos estos sistemas están agrupados debido a que cumplen la misma función

Apoyacabezas traseros

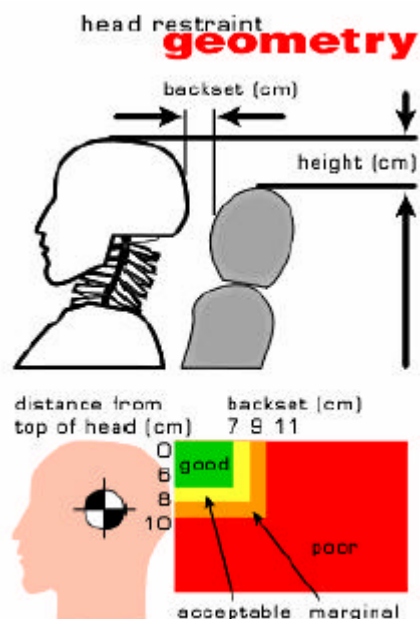
Los apoyacabezas sirven para prevenir lesiones cervicales en impactos traseros. Para que sean eficaces, deben estar posicionados detrás de la cabeza del conductor. Sin embargo, normalmente ocurre que los apoyacabezas son regulados en su posición mas baja, reduciendo drásticamente su protección de caso de impacto posterior, llegando incluso a ser contraproducentes.

Cuando un vehículo sufre un impacto trasero es sometido a una aceleración hacia delante, lo que provoca que el asiento empuje el cuerpo del ocupante también hacia adelante. Si la cabeza de éste no se encuentra apoyada, oscila respecto del torso, lo que provoca un violento cambio de dirección en el cuello, que toma forma de “s” al principio y posteriormente se va hacia atrás. Este movimiento se denomina efecto latigazo.



Figura 18: El efecto latigazo

Los apoyacabezas deben estar regulados de manera de maximizar su contribución a la seguridad de cada persona en caso de impacto posterior. La posición ideal del apoyacabezas es a menos de 5 cm de distancia, tanto vertical como horizontal, de la cabeza. La figura siguiente ilustra la regulación de este elemento.



Fuente: IIHS (Insurance Institute for Highway Safety)
Figura 19: Regulación correcta de los apoyacabezas

En la figura, la zona de mayor seguridad (good) queda determinada por las distancias de seguridad tanto en altura (height) como en separación (backset), siendo la región donde se cruzan las dos franjas de seguridad. Si se aumentan cualquiera de las distancia anteriores se sale fuera de la región óptima, indicando que el nivel de seguridad entregado por el apoyacabezas.

Los apoyacabezas traseros, como se ve, son tienen una función de suma importancia en impactos traseros. En los asientos delanteros son obligatorios por ley, lo que demuestra su relevancia.