

# LOS CRASH TEST



CICLO SUPERIOR DE AUTOMOCION

EQUIPO: J

E.P.SAN FRANCISCO (LEON)

ALUMNOS: -ADRIAN PASTOR VELEZ

-JORGE VALLE SERRANO

TUTOR: JOSE ANTONIO GUTIERREZ ROBLES

## **INDICE:**

INTRODUCCIÓN: Evolución de las carrocerías.	Pág. 1
I- Seguridad en el automóvil	Pág. 4
II- Fuerzas que intervienen en la colisión	Pág. 14
Historia de los crash tests	Pág. 20
III- Los crash tests	Pág. 23 a 30

# 1. INTRODUCCION

## *LA EVOLUCION DE LAS CARROCERIAS*

Las carrocerías de los automóviles son comparables al cuerpo de un ser humano: es su parte mas externa, aquella que dentro de si alberga todo tipo de órganos y que por fuera le dota de una personalidad propia.

Su evolución desde hace 125 años:

**-AÑOS 10:** En 1901, en la carrocería de un Mercedes ya se pueden distinguir claramente dos volúmenes definidos: uno para el motor y otro para los pasajeros.

El primer usuario que ofrece una carrocería con tres volúmenes es Willys-Knight de 1910, creando el maletero.

**-AÑOS 20:** Se crean carrocerías con techos rígidos para proteger a los ocupantes de las condiciones climatológicas, pero además surge la necesidad de acomodar dentro del vehículo a más de cuatro o cinco personas, por lo que surgen los llamados Station Wagon como el Ford A de 1929.

Durante estos años, también se intentó crear un coche con carrocería transformable que permitiera pasar de un coche capotado a otro descapotado.

Los años 20 suponen una edad de oro de la carrocería ya que en esta época surgen los carroceros que “visten” a medida todo tipo de coches de lujo.

**-AÑOS 30:** Aparece la preocupación por la aerodinámica, cuyo objetivo es reducir lo que se conoce como  $C_x$  (coeficiente de penetración en el aire) para poder lograr unas mejores prestaciones, consumos, sonoridad...

Este interés por el aerodinamismo tiene su origen en EEUU, siendo un estilista R. Loewy, su más firme defensor, aunque fueron los Chrysler y los De Soto Airflow los automóviles más emblemáticos de esta tendencia.

**-AÑOS 40:** La aerodinámica sigue imponiéndose. Durante estos años se trata de alisar lo más posible los contornos de la carrocería; se eliminan guardabarros prominente y estribos, lo que dará lugar a las actuales carrocerías. El estilista H. Darrin de la marca Kaiser Fracer es el abanderado en este tipo de carrocerías desde 1946. En el año 1948, aparecen los alerones traseros, inspirados en la industria aeronáutica.

**-AÑOS 50:** EEUU ya no son los únicos que se dedican al diseño de los automóviles, ya que Europa parte como competencia.

En 1955 aparece el Citroën DS, obra de Flabio Bertoni y el Cisitalia 202, obra de Pininfarina. Dos años más tarde aparece el Lancia Flaminia, que marcará tendencia en los años 60.

En EEUU reaccionan con el Chevrolet Corvette presentado en 1956.

**-AÑOS 60:** Europa sigue marcando tendencias en cuanto al diseño, saliendo a la luz una de las berlinas más bellas de todos los tiempos: el jaguare MK II de 1959; EEUU responde con el Ford Mustang de 1964.

Sin embargo, en 1965 se inicia una gran revolución con el Renault 16, ya que su carrocería incluye un portón posterior que le permite unir las ventajas de un turismo y la practicidad de carga de una furgoneta.

Los años 60 son la época dorada de diseñadores italianos como Bertone y Pininfarina que diseñan coches como el Lamborghini Miura o el Maserati Ghibli.

**-AÑOS 70:** Desde la crisis energética del año 73 y la subida continua de los combustibles, el automóvil deja de lado su vertiente lúdica para apostar por la practicidad. Como ejemplo de esta practicidad se creó el Golf I de 1974. Pero el coche más influyente de esta época fue el Renault 5, ya que a partir de ahí se inició la era de los paragolpes de material sintético.

**-AÑOS 80:** Sigue primando la practicidad y la vertiente utilitaria en los vehículos, por eso nacen los monovolúmenes, teniendo en el Renault Espace de 1984 su máximo valedor.

Una corriente estética en esta época: El Bio-design inventada por el carroceros Colani, que asegura que el diseño de las carrocerías debe inspirarse en las curvas: Toyota Celica.

**-AÑOS 90:** El diseño vuelve a estar de moda. Se resucitan conceptos de años atrás como la capota retractil del Peugeot 601 Eclipse de 1935 que retoma el Mercedes SLK. También destaca la popularización del formato monovolumen, pero no solo en gran tamaño, sino también en menor tamaño con los llamados monovolúmenes compactos (Renault Escenic de 1996).

Nace también el urbano Renault Twingo 1992.

**-Actualmente:** el acero sigue mandando como material predominante, aunque cada vez es más frecuente encontrarse con piezas de plástico en la carrocería. Como ejemplo, valen las aletas de próximo BMW serie 3 coupé o las del último Renault clio.

Este material, aparte de reducir el peso del coche permite reducir los costes de las reparaciones, ya que en caso de un pequeño impacto, esta pieza puede recuperar fácilmente su forma.

En cuanto al diseño, gracias a unos procesos de estampación de la chapa cada vez más modernos y avanzados es posible dar formas a coches de un diseño cada vez más original.

Se ponen de moda los techos retractiles. Gracias a este dispositivo se puede disponer de un cabrio y de un coche cerrado en un mismo vehículo. El nuevo diseño de las carrocerías tiende a jugar con el aire.

**-El futuro:** La carrocería se recubrirá de “pinturas inteligentes” gracias a las cuales el vehículo modificara su apariencia. Bastara con aplicar materiales electro crómicos capaces de reaccionar a estímulos eléctricos que les haga cambiar de apariencia. Un paso más allá, consistirá en la posibilidad de intercambiar módulos de carrocería para modificar el aspecto del vehículo e incluso llegado el caso sustituir la carrocería entera.

El acceso del vehículo se verá mejorado ya que se tenderá a las carrocerías “abiertas”; por un lado, el pilar central entre las puertas delantera y trasera, así como la apertura simétrica de estas, permitirá un mejor acceso cualquiera de las plazas. Por otra parte, el cristal tiende a ganar protagonismo: parabrisas panorámicos que se extienden por la

totalidad del techo y sensibles a la luz para oscurecerse cuando el sol incida sobre ellos. Las carrocerías del futuro serán más seguras. Los capos activos permitirán reducir las lesiones a un peatón en caso de atropello mediante la elevación, en torno a 10 cm, del capo para amortiguar el posible impacto de una persona y evitar que esta choque contra las partes duras del motor. Un paso más allá será la inclusión de un airbag, justo en la zona de la base del parabrisas, que proteja la cabeza del peatón, los coches que vienen, podrán disponer de una fila de inyectores colocados en el borde trasero del techo que expulsa el aire a alta presión, consiguiendo el mismo efecto que un clásico alerón pero sin perjudicar a la aerodinámica.

Para finalizar, las carrocerías del futuro podrían ser inflamables, es decir, esta formada por partes rígidas combinadas bolsas de Nylon muy resistentes, de forma que podemos prescindir, si no lo necesitamos, de la zona del maletero y así tener un coche más corto.

## **I- SEGURIDAD EN EL AUTOMOVIL**

---

Uno de los principales cometidos en la industria del automóvil es crear condiciones excelentes de conducción, contribuyendo a evitar accidentes, reducir al máximo las consecuencias de un choque y proporcionar la máxima seguridad en el habitáculo.

En términos generales el concepto de seguridad aplicado al automóvil engloba a un elevado conjunto de sistema, dispositivos y soluciones de vanguardia agrupándose en:

- a) **SEGURIDAD PASIVA:** es el conjunto de características y dispositivos q interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los ocupantes del vehículo. Conjunto de medidas a nivel de seguridad pasiva puede dividirse en dos grandes grupos.
  - Plan de seguridad pasiva de la carrocería auto portante: con el fin de mejorar la seguridad pasiva, los fabricantes de vehículos utilizan diferentes soluciones constructivas que respondan a criterios de fiabilidad y de la evolución como por ejemplo: aumento de rigidez de la carrocería, disminución de peso, mejora del plan de deformación programada.
  - Dispositivos de seguridad pasiva

El plan de seguridad pasiva presenta especial atención a diferentes aspectos:

- Características constructivas
- La deformación programada
- Las protecciones laterales
- Las protecciones antivuelco
- La anti-intrusión de la mecánica
- El habitáculo

## **SISTEMA DE RETENCIÓN DE OCUPANTES**

Ni la mejor de las zonas de contracción tiene gran sentido si en caso de colisión los ocupantes no van protegidos adicionalmente por medio de sistemas de retención con ese mismo alto nivel de eficacia: sólo por medio de la acción conjunta de ambos componentes se intercepta la energía del choque de modo que resuelve evitable la lesión.

El concepto de los sistemas de retención no se limita a los cinturones de seguridad con sus diversos equipos técnicos suplementarios, sino que también incluye los sistemas Airbag y, en el sentido más amplio, los asientos y sillas infantiles. Muchas marcas han contribuido a llevar adelante el desarrollo de todos estos sistemas, desde sus propios orígenes hasta los actuales, optimizados en múltiples aspectos.

Una gran parte de aquello que hoy se entiende como el estado técnico más reciente, está basado en la experiencia de varias décadas de investigación y desarrollo de los ingenieros de los fabricantes.

### **CINTURÓN DE SEGURIDAD**

Un cinturón de seguridad es un arnés diseñado para sujetar a un ocupante de un vehículo si ocurre una colisión. Comenzaron a utilizarse en aeronaves en los años 1930 y, luego de años de polémica, su uso en automóviles es actualmente obligatorio en muchos países.

El objetivo de los cinturones de seguridad es minimizar las heridas en una colisión, impidiendo el pasajero se golpee con los elementos duros del interior, en especial con las personas en la fila de asientos anterior, y que sea arrojado fuera del vehículo.

Actualmente los cinturones de seguridad poseen tensores que aseguran el cuerpo en el momento del impacto mediante un resorte o un disparo (tensor pirotécnico).

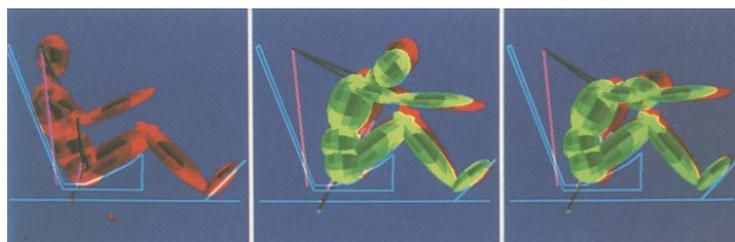
Es preciso que los cinturones estén estrechamente ajustados al cuerpo. De no ser así, el coche ya inicia la deceleración mientras el ocupante prosigue la trayectoria a toda marcha, para sólo ser interceptado por el cinturón varias fracciones de segundo más tarde.

Ni la mejor de las zonas de contracción sirve de ayuda sin el cinturón de seguridad. Ejemplo: si con una velocidad de choque de sólo 30 km/h, un ocupante de 75 Kg quisiera protegerse del choque apoyándose contra el tablero de instrumentos o contra el parabrisas, tendría que estar en condiciones de levantar aprox. 1 tonelada de peso. Con 100 km/h 2 toneladas, Esto es algo totalmente imposible.

En tal caso, la cinta textil que normalmente ha de servir de salvavidas, puede transformarse ella misma en un riesgo, aparte de surgir el peligro de que el ocupante choque con elementos del habitáculo. Para evitar este problema fueron inventados los pretensores del cinturón de seguridad (hoy disponibles de serie en muchos vehículos). Explicados más adelante con ilustraciones y comentarios.

Otro aspecto importante: los asientos deben estar moldeados de modo que descarten lo mejor posible el deslizamiento bajo el cinturón subabdominal –el llamado efecto submarino- (explicado en página siguiente) en cualquier velocidad de choque. Aparte de ello, cada cinturón debe ser ajustable individualmente a la talla del ocupante, para que en caso de choque no represente a su vez un riesgo de producir lesiones.

Simulación asistida por ordenador, del desarrollo de



un choque con un ocupante abrochado: puede reconocerse claramente el avance del cuerpo, con tendencia al “efecto submarino”\*.

\* El ES provoca que el cuerpo se escurra por debajo del cinturón cuando éste no está ajustado.

## TENSOR DEL CINTURÓN

Los cinturones automáticos se adaptan relativamente justos al cuerpo pero en bien del confort, no van tan estrechamente ajustados como sería ideal para un caso de choque porque la fuerza de muelle relativamente escasa del enrollador automático, el efecto de inercia tipo bobina cinematográfica y la distancia que establecen las prendas de vestir hacia el cuerpo de los ocupantes son factores que pueden costar centímetros decisivos en el caso de accidente. A esto se añade una cierta dilatación del cinturón, provocada por las extremas fuerzas de aceleración que intervienen.

### Enrollador automático.

Los sistemas tensores de cinturones compensan estas desventajas, eliminando en gran escala ese margen residual entre cuerpo y cinturón al momento del choque. Fracciones de segundo antes de que se produzca el desplazamiento hacia delante, el cierre del cinturón es estirado 60 mm hacia abajo. Las bandas de los cinturones para el hombro y subabdominal se tensan conjuntamente. De esa forma se retienen fiablemente los ocupantes en su lugar.



### ←Pretensores→

Los tensores ayudan a la fijación del cuerpo al asiento con unos resultados excelentes, los cuales evitan multitud de lesiones en la caja torácica de los pasajeros.

## REPOSACABEZAS

Su función es limitar el movimiento del cuello durante una colisión para reducir las lesiones en las vértebras cervicales.

Tiene como objetivo controlar el desplazamiento de la cabeza del ocupante del asiento en relación con el tronco y reducir, en caso de accidente, el riesgo de lesión en las vértebras que forman el cuello. Así se configura como uno de los elementos esenciales de seguridad pasiva

Fuentes del IDIADA (Instituto de Investigación Aplicada del Automóvil), explican que, en las colisiones por alcance, este elemento retiene la cabeza del ocupante en su trayectoria hacia atrás. Debe reducir la velocidad de la cabeza sin producir deceleraciones bruscas, ni permitir ángulos de inclinación excesivos de la columna vertebral. Si lo que se produce es un choque frontal, estos mismos expertos indican que el cinturón de seguridad y, en su caso, el airbag, son los encargados de retener el movimiento hacia adelante de la cabeza y del cuerpo del ocupante, mientras que el reposacabezas será el encargado de recoger correctamente la cabeza cuando vuelva a su posición original.

## AIRBAG

Es un dispositivo de seguridad para los ocupantes de un automóvil que consiste en una bolsa que se infla automáticamente en caso de colisión violenta. El airbag nació para disminuir las lesiones que se producen en las colisiones frontales y actualmente existen airbags para todas las necesidades. Una característica a tener muy en cuenta: la bolsa de aire que utilizan los coches europeos ha sido configurada como un complemento del cinturón de seguridad.

Este dispositivo es el fruto de las investigaciones que se iniciaron cuando las estadísticas demostraron que la primera causa de muerte, en las colisiones frontales, era el impacto del conductor contra la columna de dirección.

### -FUNCIONES PRINCIPALES

1. Evitar el impacto del conductor o del pasajero contra los elementos duros del vehículo (volante, salpicadero, parabrisas, etc.).
2. Absorber parte de la energía cinética del cuerpo.

3. Proteger a los ocupantes del impacto de cristales provenientes del parabrisas.
4. Disminuir el movimiento de la cabeza y el riesgo de lesiones cervicales.

Dos tipos:

El airbag debe su nacimiento al cinturón de seguridad, el sistema de seguridad pasiva más importante, pero que no ofrece la adecuada protección en algún tipo de accidente.

**Airbag europeo:** Tiene entre 30 y 45 litros de volumen para el conductor (aproximadamente el tamaño del volante) y de 70 a 90 litros para el acompañante, entra en funcionamiento en las colisiones que se producen entre 15 y 28 km/h, dependiendo de los valores establecidos para cada coche, y se ofrece normalmente combinado con sensores en los cinturones de seguridad.

**Airbag americano:** Está diseñado para ser efectivo sin usar el cinturón de seguridad, lo que obliga a utilizar bolsas muy grandes (de 60-80 litros para el conductor y de 130-150 litros para el acompañante) y se dispara a velocidades muy bajas.

Eficacia:

El uso combinado del cinturón de seguridad y el airbag, en caso de colisión, evitaría que 75 de cada 100 personas sufrieran lesiones graves en la cabeza y 66 de cada 100, en el pecho. También está demostrado su efecto protector en más del 60% de los accidentes. Crear una protección adecuada para cada una de las zonas del cuerpo humano más expuestas en los accidentes de tráfico no ha sido tarea fácil, pero el airbag ha resultado un sistema muy adecuado. Los investigadores, además, hacen especial hincapié en una de sus grandes aportaciones: La diversificación, es decir, la existencia de un airbag para cada tipo de colisión (frontal, lateral, etc.). La eficacia de los airbags como sistema de seguridad pasiva queda patente en los datos que ofrecen los fabricantes.

Modalidades:

**-Lateral:** Se instala en el asiento o en las puertas del coche. Su misión es proteger la cabeza y caderas del ocupante, al mantener la distancia entre el cuerpo y el lateral del automóvil. Tiene un volumen de doce litros y se acciona en un tiempo de entre 3 y 5

milisegundos mediante un sensor, colocado en la puerta, que reacciona a los cambios de presión en esta zona.

**-Cortina hinchable:** Es un airbag que va colocado en la parte interior del marco del coche. Aprisiona la cabeza de forma controlada e impide que ésta se golpee contra la ventanilla, los montantes o el marco, al tiempo que evita que penetren objetos del exterior. Se infla en 25 milésimas de segundo y recubre el techo del habitáculo desde su parte delantera hasta los montantes traseros, protegiendo tanto a los ocupantes de la parte delantera como trasera. BMW y Volvo han sido las primeras en presentarlo.

**-Trasero:** La marca japonesa Nissan ya lo ofrecía en 1993 en las berlinas de su gama más alta. El airbag trasero persigue disminuir el impacto sobre el rostro y la cabeza de los pasajeros que ocupan el asiento trasero en caso de choque frontal. Sólo está pensado para el lado izquierdo del asiento trasero y va instalado en la parte superior del respaldo del asiento delantero. La capacidad de la bolsa es de 100 litros.

**-Air Belt:** Se puede denominar cinturón de seguridad con airbag incorporado. Fue presentado por Honda y su objetivo es reducir la presión sobre la caja torácica durante el accidente. En el momento del impacto, la unidad de control envía una señal que inicia el inflado de la parte del cinturón que va del hombro a la cintura, lo que hace que actúe parcialmente como un pretensor, al reducir el juego del cinturón; al mismo tiempo, reduce el movimiento de la cabeza y la presión en la caja torácica.

Funcionamiento: Tres sensores independientes situados en el vano motor y en el habitáculo en caso de choque a más de 30km/h cierran el circuito eléctrico, a raíz de lo cual un detonador activa un generador de gas, cuyo propulsante sólido hincha en fracciones de segundo la bolsa de aire.

Este 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. Pero sin olvidar que el airbag no es una simple almohada, que hace que el impacto sea contra algo blando, sino un complejo sistema amortiguador cuyo valor protector depende de su exacta adaptación al vehículo.

## SILLAS PARA NIÑOS:

Si un niño viaja sin elementos de seguridad infantil en un vehículo que sufra un impacto a 50 km/h no tiene ninguna posibilidad de sobrevivir al accidente, según una reciente investigación del Investigación Aplicada del Automóvil (IDIADA) y el Real Automóvil Club de Cataluña (RACC). Tampoco sirve utilizar el cinturón de seguridad del vehículo. Sólo el uso de una silla homologada garantiza, al menos, su supervivencia. Sin embargo, la respuesta de estas sillas ante un impacto lateral es mejorable. La eficacia de las sillas de seguridad para niños está demostrada cuando un automóvil se ve involucrado en un impacto frontal, una colisión por alcance o sufre un vuelco. Diversas investigaciones y los continuos ensayos dinámicos a que se someten estos elementos para su homologación garantizan su respuesta óptima. Sin embargo, la mitad de los accidentes de carretera y el 65% de los urbanos son golpes laterales o frontales descentrados, en los que éstas no se prueban y no son tan eficaces.

Las investigaciones han demostrado que, en un impacto lateral, el asiento más seguro para la silla es el trasero central, el más lejano de las puertas del vehículo, sin que importe si ésta se ajusta con un cinturón de dos o de tres puntos. Sin embargo, en el caso de uno mayor que utilice complementos del cinturón (como cojín elevador), este asiento sólo es recomendable si su cinturón es de tres puntos. Y, en todo caso, la sillita es incompatible con el asiento delantero si éste lleva airbag de acompañante.

## SEGURIDAD ACTIVA:

Los elementos destinados a disminuir el riesgo al conducir se dividen en dos: seguridad activa y seguridad pasiva, pero cualquiera de las dos resultan inoperantes si el conductor los emplea de manera inadecuada, viajar a velocidad excesiva o no utilizar el cinturón de seguridad neutraliza cualquier dispositivo de seguridad, por más eficaz que este sea.

### **Chasis**

De la rigidez del chasis dependerá mucho la capacidad del vehículo para afrontar las fuerzas que se generan al acelerar, frenar o tomar una curva. La medida de los ejes es muy importante para la estabilidad del auto, obviamente mientras más larga sea ésta, más estable será el vehículo.

## **Frenos**

Evidentemente, la función del sistema de frenado es esencial para la seguridad del conductor. Todos los sistemas de frenado actuales cuentan con circuitos independientes que permiten frenar con seguridad en caso de que alguno falle. Entre los más seguros sistemas de la actualidad, se encuentran los antibloqueo (ABS) que impiden que los neumáticos se ‘amarren’ y reducen la distancia de frenado manteniendo la capacidad de cambiar de dirección para evadir obstáculos

## **Dirección**

Importantísimo dispositivo que garantiza la maniobrabilidad del auto y puede evitar un accidente incluso sin necesidad de frenar el vehículo. Los sistemas de dirección de los autos actuales se endurecen a altas velocidades para evitar posibles accidentes.

## **Suspensión**

La suspensión hace que el auto se mantenga estable en cualquier condición de manejo además de que absorbe las irregularidades que pueda tener el terreno, mantiene las llantas con el mayor contacto posible con el piso. Las barras estabilizadoras conectan las dos ruedas de cada eje y sirven para controlar la inclinación del coche en las curvas.

## **Sistemas de estabilidad**

También conocidos como ‘antivuelcos’ son muy útiles asistentes en caso de que el conductor pierda el control del automóvil. Mediante sensores que perciben la velocidad de cada una de las llantas, la posición del volante y la posición del pedal del acelerador, un procesador electrónico determina las acciones a tomar: frenar una o más ruedas o manteniendo las llantas en los apropiados controles de tracción.

## **Neumáticos**

Son las piezas más importantes del auto luego de los componentes mecánicos. El compuesto de las llantas y su dibujo, deben garantizar tracción adecuada en cualquier clima y condición.

En caso de fallar la pericia del conductor o algún sistema activo de seguridad haciendo inevitable un accidente, los sistemas de seguridad pasiva entran en acción:

### **Chasis y Carrocería**

En ambos componentes existen zonas de deformación pre diseñadas que absorben la energía en caso de un impacto y en caso de un choque frontal ‘acomoda’ el motor para que no se introduzca en el habitáculo, que funciona como una especie de jaula protectora para el conductor y pasajeros.

### **Bolsas de aire**

Este es un invento que ya tiene muchos años pero que ahora se ha integrado a muchos automóviles –incluso compactos- y de serie. Se inflan en fracciones de segundo cuando el auto golpea un objeto sólido a una velocidad de consideración. Su objetivo es impedir que los ocupantes golpeen directamente alguna parte del auto con su cuerpo.

Actualmente existen las bolsas frontales, laterales, tipo cortina (para la cabeza) e incluso para las rodillas bajo el tablero.

### **Cinturones de seguridad**

Básicos para la seguridad en caso de impacto, cuentan con un dispositivo que bloquea el mecanismo en caso de sufrir una fuerte desaceleración.

### **Cristales**

Los cristales del auto juegan un papel importantísimo en cuanto a la seguridad: El parabrisas debe ser de tres capas para evitar que vuelen las astillas en caso de un siniestro, todo lo contrario a los laterales que se fragmentarán casi a polvo pero en pequeñas astillas que no dañarán a los pasajeros.

## II - FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LA COLISION

---

### 1- EFECTO DE LAS FUERZAS SOBRE EL METAL

- Deformación elástica: capacidad del metal para recuperar su forma original, al suprimir las cargas que ha provocado su deformación.
- Deformación plástica: es la cualidad q tiene el metal de doblarse y adoptar distintas formas una vez superado su límite elástico.

Cuando la colisión es pequeña la chapa se deforma y luego recupera su forma original pero en cambio si es superior al límite elástico la deformación se mantendrá.

### 2- FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LA COLISION

Se produce porque el vehículo cambia bruscamente su velocidad al colisionar contra otro objeto. Este cambio tan brusco de velocidad producido en un tiempo tan corto será de 2 tipos de fuerzas:



- Fuerzas exteriores: se generan por la interposición de un objeto en la trayectoria del vehículo.

Fuerzas interiores: son generadas por la inercia de los elementos del propio vehículo.

Cuando un vehículo colisiona contra una pared, la parte frontal sufre un cambio brusco de velocidad y se detienen pero el resto del mismo sigue moviéndose en la misma dirección actuando contra las áreas del vehículo que están en contacto directo con la pared y se produce la deformación de esa misma zona y después del resto del vehículo. Cuando un vehículo golpea a otro que esta parado la superficie en contacto directo del vehículo que golpea comienza a desplazarse hacia delante, por el empuje de la fuerza que se le aplica. La inercia que se crea en el vehículo estacionado se registra el movimiento con lo que se crea una fuerza interior que actúa contra la zona del vehículo

que a empezado a avanzar lo que conlleva la deformación de ambos al principio se creía que las carrocerías deberían ser indeformables pero ahora dichas carrocerías están diseñadas para absorber los impactos y proporcionar seguridad a los ocupantes, haciendo q la carrocería se contraiga absorbiendo la mayor parte de la energía.

a) **EXTRUCTURA MUY RESISTENTE A LA DEFORMACION**

**GOLPE FRONTAL:** la energía que aplica el vehículo contra la pared es transmitida por el muro hacia el vehículo desplazándolo en la misma dirección pero en sentido contrario.

**GOLPE EN UN EXTREMO DEL FRONTAL:** cuando la colisión del vehículo solo afecta a un lado del frontal toda la energía es aplicada en ese punto, como la estructura es indeformable la fuerza de reacción provoca el giro de la estructura que es mayor o menor en función del punto de aplicación.

b) **EXTRUCTURA DEFORMABLE**

**GOLPE FRONTAL:** la fuerza de acción y reacción deforma la estructura en forma de acordeón ya que ambos lados de la misma están contruidos de la misma forma y sus moléculas tienen igual fuerza de cohesión. La estructura se deforma igualmente por los dos lados.

**GOLPE EN EL EXTREMO DEL FRONTAL:** el punto de colisión es un lado del frontal de la estructura con lo que toda la energía se aplica en este punto por ello se deforma en primer lugar a ese lado. En el otro lado ningún obstáculo impide el paso por lo que tiende a seguir su trayectoria provocando el giro de la estructura que será de mayor o menor función del punto de aplicación.

La deformación total en una colisión dependerá de la energía con que se produzca la cual dependen de:

- 1- Angulo y dirección con que se a producido el golpe
- 2- Velocidad del vehículo o vehículos, en el momento de producirse la colisión
- 3- Zona del vehículo que ha intervenido en la colisión
- 4- De la zona de superficie.

### **3- DEFORMACION DE LA EXSTRUCTURA DE LA CARROCERIA EN FUNCION DE LA ZONA DE COLISION**

Para analizar las deformaciones que se producen en una colisión ay q dividir la carrocería en tres partes:

- Sección delantera
- Sección central
- Sección trasera



### **4- EFECTOS DE UNA COLISION EN UN VEHICULO AUTOPORTANTE**

Cuando un vehículo colisiona contra otro o un objeto no se comporta como una masa solida sino que cada sección de la carrocería actúa como una fuerza individual que intenta mantener su estado de reposo por lo que ofrece una resistencia a cualquier cambio de estado.

Analizaremos las siguientes colisiones:

4.1- COLISION FRONTAL: El vehículo choca contra un muro, la parte de la carrocería que esta en contacto con el muro sufre un cambio brusco de velocidad, se detiene si el vehículo tiene la suficiente energía. El resto de vehículo sigue moviéndose en la misma dirección provocando la deformación del área que esta en contacto con el muro.

La fuerza de empuje del vehículo provoca que se comience a deformar el travesaño delantero, las aletas, el capó y los largueros, y a su vez también se inicia el levantamiento de la zona que soporta la suspensión.

La parte trasera del vehículo sigue teniendo la inercia de desplazarse hacia delante pero se encuentra con la posición de la sección central, produciéndose una deformación hacia arriba con lo que se provoca el cierre de la puerta ejerciendo una mayor presión en el techo tiende a doblar el travesaño horizontal del travesaño delantero, deformando el techo.

4.2- COLISION TRASERA: Cuando un vehículo es golpeado ya sea cuando este parado o en movimiento por otro la masa del primero se convierte en una fuerza que actúa contra el vehículo que circula a mayor velocidad provocando deformaciones en ambas carrocerías.

El vehículo que recibe el golpe al tener mayor peso en la parte delantera, la inercia mayor se crea en esta sección oponiéndose al desplazamiento de la sección central y trasera pero el vehículo que recibe el golpe es al contrario porque esta sección esta mas reforzada.

La conclusión es que ambas zonas están diseñadas para absorber impactos pero la zona mas dañada siempre será la sección trasera.

A medida que avanza la colisión se producen deformaciones adicionales, la sección trasera se desplaza hacia arriba intentando arrastrar a la sección central que se resiste provocando que el extremo opuesto se desplace hacia abajo.

La colisión continúa hasta que se agota la energía del vehículo que colisiona.

4.3- COLISION LATERAL: Los desperfectos laterales se producen cuando un vehículo es golpeado lateralmente por otro.

En el momento del impacto el vehículo que está estacionado comienzan a deformarse las puertas y el pilar central.

El lateral del vehículo continúa deformándose a medida que la parte exterior la empuja, la sección central comienza a moverse en la misma dirección que la fuerza exterior, los extremos se resisten al movimiento.

A medida que se producen distintas deformaciones en el lateral del vehículo, la sección central comienza a moverse más rápidamente. Cuando la fuerza interna es vencida todo el vehículo comienza a resbalar lateralmente.



4.4- COLISION CON VUELTA: la mayoría de los vehículos que se ven involucrados en este tipo de colisión, suelen rodar varias veces provocando varias colisiones.

Cuando el vehículo comienza a rodar, el techo golpea al suelo en una de las esquinas del parabrisas, la junta de la viga y la parte central de la carrocería sufre un gran cambio de velocidad teniendo que soportar el peso del vehículo y la energía de todo el conjunto.

El travesaño estructural del parabrisas y la zona del casco superior sufren el mayor daño.

A pesar de que la parte superior y lateral son las que tienen los desperfectos más visibles, son las zonas bajas como los largueros los que mantienen el descentramiento general de la carrocería.

## **5- EFECTOS DE LA COLISION EN UN VEHICULO CON BASTIDOR Y CARROCERIA**

Los vehículos con bastidor son aquellos cuyo diseño está básicamente definido por dos estructuras que desempeñan funciones distintas; el bastidor y la carrocería.

El bastidor es el que soporta todos los órganos mecánicos del vehículo y absorbe las fuerzas de flexión y torsión y es la parte más resistente en caso de colisión.

Las deformaciones el bastidor se pueden agrupar en distintas categorías, siendo las mas frecuentes.

- Desviación lateral
- Hundimiento
- Aplastamiento
- Diamante
- Torsión

5.1- DESVIACION LATERAL: Es producida por una colisión en un lado de la carrocería, provocando el desplazamiento lateral de los largueros respecto de su línea central. En esta zona se puede observar q en la parte interior del larguero aparecen fuertes además de posibles desajustes de puerta o capó.

5.2- HUNDIMIENTO: Suele producirse por un impacto frontal o trasero.

El bastidor se deforma provocando pliegues que, dependiendo de la intensidad, puede desalinear los paneles de la carrocería, aunque aparentemente no se aprecien deformaciones.

5.3- APLASTAMIENTO: Se denomina aplastamiento cuando cualquier sección del bastidor esta mas corta de los especificado en las cotas.

Este tipo de deformación casi siempre esta acompañada por el hundimiento del bastidor, y se produce también por una colisión frontal o trasera.

5.4- DIAMANTE: es aquella en la q todo un lado del bastidor a sido desplazado hacia atrás o hacia adelante respecto del otro lado, provocando que la carrocería se descuadre. En este tipo de deformación pueden aparecer otros efectos como el aplastamiento y el hundimiento.

5.5- TORSION: es cuando un larguero del vehículo se encuentra más elevado que las medidas establecidas en las cotas, y el larguero opuesto, se encuentra mas bajo de lo indicado en las mismas.

Esta deformación se produce cuando el vehículo colisiona contra el bordillo o la mediana a una velocidad elevada o cuando se produce una colisión con vuelco.

## Historia de los crash test

---

Bridget Driscoll, una mujer inglesa de 44 años, fue arrollada por un automóvil que circulaba a tan solo 6 kilómetros por hora. Increíblemente, la mujer murió como consecuencia de las heridas recibidas en la cabeza. El médico forense que realizó la autopsia de Bridget, quien dio un veredicto de muerte accidental, dijo “confío en que esta clase de absurdo no suceda nunca más”.

El hecho ocurrió en 1896 y constituyó la primera muerte en un accidente de tránsito. Quizás a partir de ese momento las automotrices comenzaron a preocuparse en la seguridad vehicular.

La inquietud de construir vehículos más seguros hizo que los ingenieros comenzaran a ensayar con sus productos, pero no tenían ni experiencia ni métodos precisos para hacerlo. En los primeros años del siglo pasado se probaban autos con cadáveres en su interior. Estos debían pasar el período de rigidez y luego se intentaba imitar la condición de vida. Los muertos eran cubiertos con vendas y se les inyectaba un líquido que simulaba sangre en el caso de una lesión. Se colocaban instrumentos sujetos en los huesos para medir la fuerza que se necesitaba para quebrarlos. Pero el verdadero escándalo se desató cuando se realizaron pruebas con cadáveres de bebés.



Los crash test (impactos con vehículos) se originaron con ensayos alocados y extravagantes que ponían en riesgo la vida de las personas sin otorgar demasiados resultados. La necesidad de las automotrices de fabricar autos más seguros hizo que se fueran perfeccionando dichas pruebas de impacto para acercarlas cada vez más a un accidente automovilístico real. De esta manera, se convirtió en un elemento vital para la construcción de vehículos seguros.

Al principio los fabricantes de automóviles se concentraban en mejorar las técnicas en lo que se refiere a la potencia e idoneidad para el uso cotidiano. Pero a partir de la década del '40 comenzaron a ocuparse seriamente de la seguridad. La fábrica alemana Daimler-Benz dio el puntapié inicial con la premisa de “Diseñar todos los elementos del automóvil incluso los más pequeños detalles teniendo en cuenta la seguridad”. Las terminales automotrices hacían pruebas del comportamiento de los materiales y de las deformaciones producidas por el aplastamiento en el caso de un choque frontal se aplastaban trompas de autos en un laboratorio experimental. Hacia la década del 50 la velocidad y densidad en el tránsito aumentaban considerablemente proporcionando accidentes espectaculares. Eso motivó el interés de los especialistas quienes buscaban la manera de evitar o al menos suavizar las consecuencias de estos accidentes.

En 1958 se iniciaron en forma periódica y sistemática los primeros ensayos prácticos. Esos primitivos experimentos dieron origen al cinturón de seguridad elemento que sigue vigente en la actualidad como uno de los más importantes para salvar vidas en accidentes automovilísticos.

En la década del '60 las automotrices comprendieron que era necesario efectuar pruebas prácticas en condiciones reales para mejorar la seguridad de sus vehículos. Los automóviles todavía no estaban dotados de carrocerías de seguridad ni de zonas de deformación controlada por lo que solo se deformaban mínimamente aunque el impacto se produjera a alta velocidad.

Los técnicos de la investigación seguían siendo arriesgados. Dueños particulares ponían a disposición sus coches y sus vidas a cambio de una retribución Impactaban contra muros frente a otros autos sin colocarse el cinturón de seguridad ni cualquier otro tipo de elemento de prevención Una verdadera carnicería que solía terminar con la muerte de los generosos testers.

En 1966 el Gobierno de Estados Unidos ordenó que se estableciera una serie de normas básicas para mejorar la seguridad de los automóviles. Estas sirvieron como patrón para otros países. De esta manera se incrementó el número de pruebas. La investigación incluía disciplinas científicas como biomecánica ampliando el conocimiento sobre la capacidad de aguante y de resistencia del peso del cuerpo humano.

Para complementar la nueva legislación se creó el programa de Vehículos Experimentales de Seguridad (VES). Diferentes fabricantes crearon 15 prototipos para

probar nuevos conceptos de autos seguros. Este programa dio origen a numerosas técnicas y elementos de seguridad como, por ejemplo, el airbag.

En 1971 la historia de los crash test produjo un gran avance en la investigación con la incorporación de los dummies, los muñecos que simulan al cuerpo humano en el estudio de las características físicas originadas en diferentes accidentes automovilísticos. A dichos dummies, los distintos investigadores les fueron mejorando las articulaciones para los hombros, la columna y las rodillas. Esto permitió brindar más datos en el análisis de las consecuencias físicas en un choque.

Hasta ese momento todas las pruebas de impacto se realizaban al aire libre. Pero a partir de 1973 los crash test de alta velocidad se comenzaron a desarrollar en naves de ensayo con modernas instalaciones para evitar que los espectadores sufran algún accidente.

En 1984 las automotrices incorporaron internamente crash test frontales con barrera deformable, traseros, laterales y del techo. Mas adelante en 1992 se llevo a cabo por primera vez una prueba de impacto frontal asimétrica con barrera deformable.



ANTES



AHORA

En 1997 se incorporo la prueba de vehículo contra vehículo. Este ensayo arrojó como resultado nuevos conceptos de carrocería como el salpicadero elipsoidal y la protección contra empotramiento en el frontal del vehículo.

Se creó el Euro NCAP, un programa de investigación de nuevos vehículos, para brindar datos independientes e imparciales de los nuevos automóviles que se ponen a la venta. Para esta finalidad, el programa realiza tres tipos de ensayos: impacto frontal, lateral y de protección a peatones.

A nivel nacional, CESVI ARGENTINA cuenta con la única pista de impactos del país. En ella se realizan crash test a baja velocidad, impactos de reparabilidad, donde el vehículo impacta contra un bloque indeformable de 32 toneladas a una velocidad de 15

kilómetros por hora. Este estudio analiza la reparabilidad, el tiempo y los costos de reparación del vehículo impactado.

En otros centros de experimentación del mundo se practican pruebas de impacto a velocidades superiores, que oscilan entre los 50 y 65 kilómetros por hora, denominados crash test de habitabilidad. Dichos impactos están orientados a evaluar la seguridad del habitáculo y el riesgo al que se exponen los pasajeros.

Desde 1998 es obligatorio el crash test lateral, una prueba donde se lanza una barrera móvil deformable de 950 kilogramos a 50 kilómetros por hora contra un vehículo inmóvil. La barrera impacta perpendicularmente sobre la puerta, en el costado del conductor, que es donde se sitúa el dummy.

La preocupación actual de las automotrices consiste en proteger a los peatones cuando son embestidos por un vehículo. Está demostrado que la forma, los materiales, las dimensiones y la estructura de la parte frontal del auto influyen de manera determinante en las consecuencias del atropello. Para eso se realizan las pruebas de protección a peatones.

Los crash test comenzaron con las ideas aventureras de algunos ingenieros, pero fueron evolucionando con el avance de la tecnología hasta llegar a una simulación casi real de los accidentes de tránsito.

### **III- LOS CRASH TESTS**

---

#### **COMO SE HACEN LAS PRUEBAS/EURO NCAP/QUE ES?**

Euro NCAP es un programa creado en 1996 por el interés de varias asociaciones y países para el desarrollo de pruebas de choque o crash tests realizados a muchos de los modelos de automóviles disponibles en el mercado con un doble objetivo: por un lado, que los consumidores obtengan más información sobre la seguridad de los coches que compran y, por otro, que las marcas tomen nota y mejoren, a través de estas experiencias, la estructura y la seguridad activa de sus automóviles.

Euro NCAP está financiado por los gobiernos de Reino Unido, Holanda, Suecia, Francia y Alemania, y por las asociaciones: AIT (Asociación Internacional de Turismos), FIA (Federación Internacional de Automovilismo), ADAC (Asociación Alemana de Automovilismo) y ICRT (Asociación Internacional de Pruebas para Consumidores). Además, cuenta con el apoyo de la Comisión Europea.

Por ley, todos los automóviles deben pasar ciertas pruebas antes de salir a la venta, aunque la legislación sólo exige un mínimo de seguridad (pruebas frontales a 50 km/h, realizadas con dummies muy simples y en las cuales, pasar o suspender depende sólo del movimiento en retroceso del volante durante el choque). La intención de Euro NCAP es alentar a los fabricantes y autoridades a superar con creces estos mínimos, para adecuarse a la trágica realidad de nuestras carreteras.

## TEST

La política de Euro NCAP es comprar anónimamente los coches que prueba para asegurarse de que se trata de un producto normal de consumo. Aunque en la vida real hay infinidad de posibilidades de formas de accidentes, los vehículos son testados teniendo en cuenta las situaciones más comunes o preocupantes: impacto frontal, lateral y a peatones.

## EL IMPACTO FRONTAL

El impacto frontal se realiza a 64 km/h. El coche choca contra una barrera deformable de 54 centímetros de ancho por un metro de largo que representa el choque con otro coche de aproximadamente el mismo peso y tamaño.

Como el impacto totalmente frontal con otro automóvil no es muy común, en la prueba sólo la parte del conductor (la que más peligro corre por el volante y los pedales), choca frontalmente contra el bloque. Para algunos coches que no se comportan como objetos sólidos cuando chocan, la prueba sí se hace de forma totalmente frontal contra un bloque de aluminio. Esta prueba es esencial para comprobar (con el máximo realismo) que el frontal del coche ha sido diseñado para absorber la energía del impacto.

## EL IMPACTO LATERAL

En el impacto lateral, el vehículo choca a 50 kilómetros por hora contra un bloque de aluminio deformable colocado en una especie de carro. Este tipo de accidente no es muy frecuente, pero suele tener peores consecuencias.

Hay que destacar que aunque el riesgo de lesión en la cabeza es medido en este tipo de impactos, el resultado del test no puede ser totalmente satisfactorio ya que en la realidad y en choques laterales, la cabeza puede golpear contra un objeto del exterior, mientras que en las pruebas, no es normal que la cabeza golpee con otra cosa que no sea la luna lateral.

El golpe con ese cristal no pone al cerebro en un riesgo significativo. Sí son fiables las consecuencias en otras partes como las caderas, el pecho, etc. Por esta razón, Euro NCAP ha decidido añadir otra prueba recientemente a la que ha denominado Pole Test (test de la cabeza).

## DE LA CABEZA

Aunque los tipos más comunes de accidentes varían según el país, se estima que aproximadamente una cuarta parte de los más peligrosos suceden en impactos laterales. En muchos de estos siniestros un automóvil choca lateralmente contra otros, aunque en otros tantos el impacto se produce contra un árbol o algún otro objeto del exterior.

En estos nuevos tests, el coche es impactado lateralmente a 29 km/h contra una estaca relativamente estrecha y de extremo redondeado que penetra fácilmente a la altura de la cabeza del conductor. En estos accidentes, la existencia de airbag lateral es fundamental para la supervivencia del conductor, que en caso de no contar con esa amortiguación tiene pocas posibilidades de salir con vida en un fuerte impacto.

## ATROPELLO

Además del peligro de accidentes a los ocupantes, Euro NCAP realiza pruebas para comprobar el cómo actúa cada automóvil en un choque o en un atropello. Estos tests no se realizan, como podría pensarse, chocando el automóvil contra un dummy, sino más bien al contrario. Las partes de los dummies (tanto adultos como niños) que más suelen padecer en estos accidentes (básicamente las piernas y la cabeza) son impactadas contra

el frontal del coche. De esta forma se determina la adecuación de la delantera de los automóviles a posibles impactos humanos.

## RESULTADOS

En el impacto frontal, dos dummies, equipados con sensores electrónicos son colocados en los asientos delanteros. Estos dummies están contruidos para recoger la intensidad de los choques por partes del cuerpo y cuentan incluso con huesos. Los sensores recogen el riesgo de lesión en la cabeza, cuello, pecho, rodillas, pelvis, y parte inferior de las piernas.

Los resultados no son recogidos del todo electrónicamente, ya que por ejemplo los posibles daños en los tobillos y en los pies se recogen comprobando la intrusión en retroceso de los pedales, en especial del freno en el impacto. Además, para considerar los riesgos del impacto frontal en el conductor también se observan detenidamente tanto los daños causados en el automóvil como la filmación por cámaras (internas y externas) que se toma en cada impacto, pudiéndose determinar, entre otras cosas, el riesgo para las personas en función de su tamaño (no hay que olvidar que todas las pruebas se realizan con un dummy de estatura y compleción medias).

Para los impactos laterales se utiliza otro tipo de dummy que mide el riesgo en la cabeza, pecho, abdomen y pelvis. A diferencia del impacto frontal, los resultados del impacto lateral, así como los del impacto a peatones, sólo dependen de las observaciones electrónicas del dummy.

Tanto en las prueba laterales como en las frontales, se coloca un dummy que representa un niño de tres años en un dispositivo recomendado por el fabricante en el asiento trasero. Este dummy no tiene instrumentos de medición interiores, y lo que se calibra aquí es la capacidad de contención del dispositivo, aunque su resultado no cuenta para el total que se indica en cada coche

## OTROS FACTORES

Un buen número de factores influyen en la medición de la resistencia del coche testado. Los más importantes tienen lugar en la repercusión del choque frontal en el conductor:

-COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA: Se observa sobre todo cómo queda el espacio de supervivencia del conductor tras el impacto. Una gran deformación puede crear mayores problemas para ocupantes o conductores más altos con su asiento cercano al volante.

-COMPARTIMIENTO DEL PASAJERO INESTABLE: Cuando hay fallos en la estructura, un pequeño incremento del impacto puede significar que se produzca una gran intrusión en el cuerpo de elementos como el volante, salpicadero, puertas...

-MOVIMIENTO DEL VOLANTE Y ESTABILIDAD DEL AIRBAG: La calificación de la protección de la cabeza del conductor se debe a si el movimiento hacia atrás o hacia delante del volante es mayor al permitido legalmente. También se estudia si la cabeza tiene más contacto del aconsejable con el airbag. Es muy importante que el volante mantenga su situación para la conveniente protección de la cabeza y el pecho del conductor.

-DISEÑO DEL SALPICADERO: La protección de la parte superior de las piernas del conductor se mide por la agresividad del área del salpicadero donde golpea las rodillas. Es altamente peligroso que esa zona de contacto detrás del salpicadero tenga, por ejemplo, lados afilados, o esté hecho de un material que no recoja energía en el impacto.

### **ANATOMIA DE LOS DUMMIES:**

Para comprobar los daños que los accidentes ( o pruebas de choque) pueden ocasionar a las personas, unos maniqués (llamados popularmente dummies) con piel de caucho, esqueleto de aluminio y unos sensores electrónicos internos, se colocan en los asientos delanteros del conductor y el acompañante.

En las pruebas, los dummies son vestidos para reducir la fricción. La repercusión sensorial de cada impacto es recogida por un ordenador central situado en el asiento de atrás del vehículo. Tras un fuerte choque, los dummies pueden salir con cortes en su "piel", pero es raro que los daños vayan más allá de eso ya que están diseñados para que no se rompan. No en vano, cada dummy cuesta alrededor de 18 millones de pesetas. Después de varios tests, los dummies son revisados, reparados y obtienen una nueva certificación.

## **DUMMIES/CHOQUES**

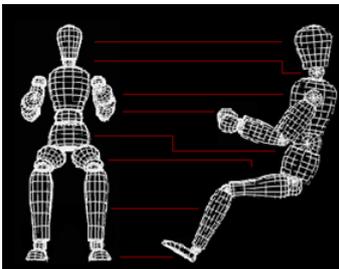
### **CHOQUE FRONTAL: HYBRID III**

Para las pruebas de impactos frontales se utiliza un dummy denominado Hybrid III, que se amarra con el correspondiente cinturón de seguridad y cuyo asiento se coloca en diferentes posiciones para estudiar la repercusión del tamaño de las personas en los accidentes. El Hybrid III fue concebido en Estados Unidos en los albores del airbag para estudiar su funcionamiento.

### **CHOQUE LATERAL: EUROSID**

El EUROSID es el 'primo' europeo del Hybrid III y fue diseñado exclusivamente para calibrar las lesiones en los impactos laterales. Cada uno de los instrumentos electrónicos internos es diferente del Hybrid III salvo su cabeza, y fueron fabricados para medir las aceleraciones y fuerzas del impacto lateral en las diferentes partes del cuerpo.

### **LOS DUMMIES**



### **CABEZA Y CUELLO**

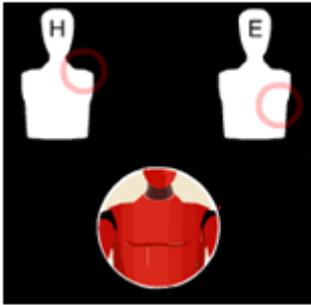


La cabeza esta fabricada de aluminio y cubierta de caucho, dentro ay tres aparatos situados en tres ángulos, dan información del golpe en el cerebro



En el cuello varios microinstrumentos miden la fuerza de los movimientos y la tensión del cuello durante el impacto.

## PECHO



En el Hybrid III sensores en las costillas graban la desviación del esternón en un impacto frontal, mientras que en el Eurosid solo tres costillas están equipadas con sensores que detectan la compresión del pecho en el choque lateral.

## PARTE INFERIOR DE LAS PIERNAS



Algunos instrumentos están adheridos a esta zona del cuerpo, para medir básicamente el riesgo de lesión en la tibia.

## PIES Y TOBILLOS

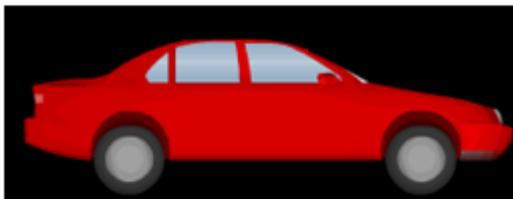


Para calibrar los posibles daños del impacto no existen medidores dentro del dummie sino que se observa la deformación física del automóvil (incursión en los pedales, etc.)

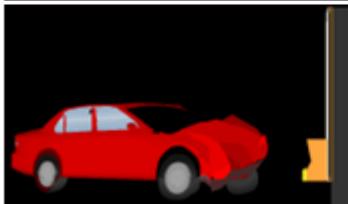
## IMPACTO LATERAL



## IMPACTO FRONTAL

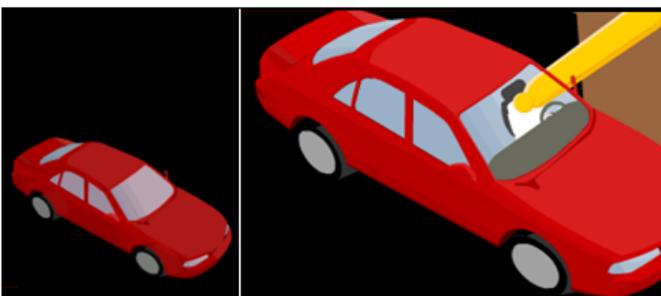


Se realiza a 64 Km/h. el coche impacta contra una barrera deformable de 54 cm de ancho por un metro de largo. Se simula así la colisión con otro vehículo del mismo peso y tamaño.



Como el impacto completamente frontal con otro vehículo no es muy común en la prueba solo la parte del conductor (la que mas peligro alberga por los pedales y el volante) choca contra el bloque

## TEST DE LA CABEZA



El coche es impactado a 29 km/h contra una escala de extremo redondeado que penetra fácilmente a la altura de la cabeza del piloto. En estos accidentes la existencia del airbag lateral es fundamental para la supervivencia del conductor

## Bibliografía

---

1. *Automóvil* Catalogo Gama Volvo 1999 en *Salón del*
2. *Automóvil* Catalogo Mercedes ML 320 en *Salón del*
3. *Automóvil* Catalogo Citroën Saxo 1998 en *Salón del*
4. *Automóvil* Catalogo SEAT Ibiza 1999 en *Salón del*
5. BMW “Nuevos Automóviles”
6. “ABS Un elemento casi indispensable” en *Revista Autopista* Nº 2060
7. “Mejorar la frenada” en *Revista Autopista* Nº 2061
8. *Michelin Información escuelas de conducción* Michelin 1998 Año del centenario
9. “Test de neumáticos” *Revista TRÁFICO* AÑO XIV - Nº 131
10. Mantenimiento de vehículos autopropulsados; carrocería; elementos estructurales del vehículo 2001 (parainfo; thomson learning)
11. Automoción: estructuras del vehículo ( thomson ; paraninfo)
12. Elementos estructurales del vehículo ( cesvimap 2004)