



1. **Modalidad:** Ciclo superior
2. **Letra del Equipo:** J
3. **Trabajo realizado:** Crash test
4. **Nombre del centro educativo:** I.E.S. Canastell
5. **Nombre y apellidos de los dos alumnos:** José Balbino Puentes Motos  
Vicente Zaragoza Cuenca
6. **Nombre y apellidos del profesor tutor:** Matías Sánchez García

## ÍNDICE

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 1. Historia.....                    | pág.1  |
| 2. Conceptos que debemos saber..... | pág.3  |
| 3. Crash test.....                  | pág.7  |
| 4. Tipos de pruebas de choque.....  | pág.8  |
| 5. Crash test dummy.....            | pág.17 |
| 6. Las instalaciones.....           | pág.21 |
| 7. Test Euro NCAP.....              | pág.22 |
| 8. Crash test virtuales.....        | pág.26 |
| 9. Bibliografía.....                | pág.29 |

## HISTORIA

El 31 de Agosto de 1869 [Mary Ward](#) se convirtió en la que se presume fue la primera víctima mortal registrada a causa de un accidente de automóvil. Desde entonces, más de 20 millones de personas han fallecido en todo el mundo a causa de accidentes automovilísticos.

La necesidad de contar con medios de análisis y desarrollar métodos de litigación de los efectos de los accidentes de vehículos sobre las personas, fue evidente después del despegue de la producción a gran escala de los vehículos comerciales a finales del 1890. Los diseñadores de automóviles se dieron cuenta de que era el momento de comenzar a investigar métodos para que sus productos fueran más seguros.

Hacia 1930, el interior de un vehículo no era un sitio seguro, aún en el caso de un choque a baja velocidad: El panel de comando era metálico, la columna de la dirección no era colapsable, sobresalían botones y palancas, los cuales eran un riesgo en caso de choque, los cinturones de seguridad no contaban con las fijaciones adecuadas, haciendo que el conductor y sus ocupantes se abalanzaran violentamente contra el parabrisas, los cuales sufrían heridas de consideración o la muerte. El cuerpo del automóvil era rígido y las fuerzas de impacto se transmitían directamente a los ocupantes del automóvil.

La universidad [Wayne State de Detroit](#) fue la primera que comenzó a recolectar información sobre los efectos producidos en el cuerpo humano a causa de los choques a altas velocidades.

El primer método se basaba en el empleo de cadáveres, los cuales eran utilizados para resistir fuerzas de aplastamiento o desgarro típicas en los accidentes. A algunos se les colocaban rudimentarios acelerómetros, los cuales eran probados en choques frontales o vuelcos. El ensayo con cadáveres presentaba grandes inconvenientes, desde los inconvenientes éticos a trabajar con fallecidos hasta la imposibilidad de reutilizar un cadáver, lo cual hacía imposible obtener datos confiables y comparables.

Esto abrió el campo a la investigación con voluntarios, los cuales muchos de ellos eran los propios investigadores. El coronel [John Paul Stapp](#) de la fuerza aérea de los Estados Unidos se subió a un vehículo impulsado por cohetes, el cual alcanzó una velocidad superior a los 1000 km/h y deteniéndose en menos de un segundo. El profesor de la universidad [Wayne State de Detroit](#), a parte de experimentar con si mismo, también

experimento con sus alumnos. Los datos recopilados en sus experimentos eran muy valiosos, pero para sobrepasar el límite de la fatalidad en seres humanos, además de la escasez de cadáveres, se comenzó a realizar ensayos con animales, los cuales fueron muy utilizados para el estudio del impacto de la columna de la dirección sobre el cuerpo. El animal más utilizado fue el cerdo, debido a que su estructura interna es similar a la de los seres humanos. La experimentación con seres vivos cesó en 1993, tomando la iniciativa [General Motors](#), a lo que los otros fabricantes se unieron. Hoy en día se utiliza el denominado [dummy](#), que es un muñeco de apariencia humana dotado de diversos sensores, los cuales almacenan las consecuencias del impacto para su posterior estudio (en apartados posteriores se explicará más detenidamente las características de un [dummy](#))



Primer crash test de Renault en 1951

## CONCEPTOS QUE DEBEMOS SABER

**Seguridad pasiva:** se entiende por seguridad pasiva a todos los sistemas o dispositivos de seguridad que interactúan para reducir o evitar las consecuencias de un choque sobre los integrantes de vehículo.

Los métodos mas conocidos por la sociedad en materia de seguridad son los cinturones de seguridad y los airbags. Pero no es así, ya que el estudio de la seguridad pasiva se puede desglosar en cuatro campos:

- Elementos o dispositivos de seguridad: Columna de dirección retráctil o colapsable, estructura de los pedales. Etc...
- Configuración del habitáculo: Evitar que un pasajero se golpee a causa de la inercia contra alguna arista o dispositivo que le pueda causar algún daño, por lo que se debe de comprobarse un gran numero de veces en la simulación numérica y contrastarse con ensayos reales en vehículos equipados con maniqués. Además, los revestimientos interiores deben cumplir las normas internacionales en materia de inflamabilidad.
- Sistemas de retención: Se centra en conceptos como la resistencia, forma y anclaje de los asientos, los reposacabezas, los cinturones de seguridad y los airbags.
- Concepción de la estructura: En este campo la carrocería se diseña con resistencia diferenciada con una célula de habitabilidad lo mas rígida posible, y con la parte delantera y trasera deformables de forma programada para absorber gradualmente la energía del choque.

Deformación programada: Consiste en la absorción de la energía generada en un choque, sacrificando todos los componentes perimetrales el habitáculo. Esto es debido a que la estructura es sometida a una violenta desaceleración debido a un impacto, por lo que la estrategia considerada en el diseño de los vehículos actuales para la protección de los pasajeros es dotar al vehículo de zonas de deformación programada, con lo que se pretende con ello es una retención progresiva de la energía liberada en el choque para evitar la transmisión de cargas extremas a los ocupantes del vehículo, con lo cual los

pasajeros están expuestos a aceleraciones de menor magnitud, lo que se traduce en una reducción de la gravedad del impacto que “sienten” los pasajeros del vehículo.

Las zonas de deformación programada se ubican en el sector delantero y trasero del vehículo, las cuales 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 las piezas específicamente diseñadas para cumplir esta función, junto con la dispersión de las cargas hacia los demás sectores del vehículo. Desde el punto de vista de la seguridad, el diseño de estas piezas se centra en la geometría y la disposición de los puntos fusibles. A continuación, en este dibujo se presentan las principales piezas en materia de seguridad y deformación programada:



1. **Largueros delanteros:** Son dos vigas paralelas que parten del travesaño delantero. Estas dos piezas son las encargadas de absorber casi la totalidad de la energía producida en caso de impacto frontal. Esta energía es absorbida por los pliegues ubicados en los extremos delanteros de los largueros, de forma que este se repliega arrugándose sobre si mismo.
2. **Largueros superiores:** Están ubicados por encima de los pasos de rueda y suelen ser de tamaño reducido. Dichos largueros, unido a la gran resistencia de

---

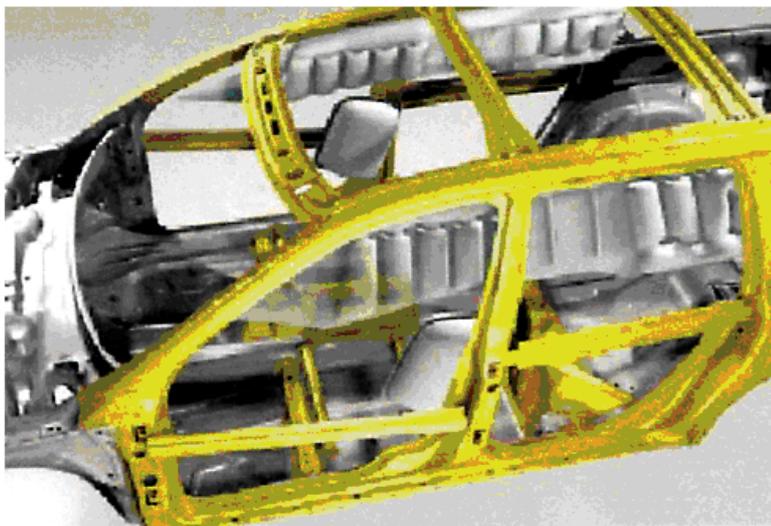
los refuerzos de los montantes delanteros, son los encargados de proteger de grandes deformaciones al habitáculo.

3. **Travesaño delantero:** Es el elemento de unión de los largueros delanteros y suele ser muy rígido. Su misión es la de repartir la energía del impacto entre la estructura delantera, para intentar absorber la mayor cantidad de energía posible.
4. **Pilares:** Refuerzan lateralmente la estructura, y junto a los largueros del techo forman el arco que configura en habitáculo.
5. **Largueros traseros:** Absorben también energía de los impactos traseros debido a su estructura reforzada. Además, mantienen la integridad del depósito de combustible.
6. **Largueros inferiores:** Son piezas de gran tamaño que aportan gran rigidez a la carrocería. La combinación de esta estructura como su anclaje sobre sus refuerzos de la parte baja de la carrocería, aumenta notablemente su rigidez, inclusive en las zonas críticas y manteniendo así las zonas de deformación programada.
7. **Vigueta transversal:** Proporciona rigidez al habitáculo, además de sustentar el parabrisas y los airbags delanteros.
8. **Techo:** Asegura el espacio de seguridad en caso de vuelco. Los refuerzos de los montantes de la carrocería y los nervios de las traviesas superiores dotan a la estructura de gran rigidez y mantienen la integridad del habitáculo.
9. **Barras laterales:** Evitan o minimizan las consecuencias de golpes laterales. A veces se sustituyen por estructuras de puestas reforzadas.

**Habitáculo:** La estructura del vehículo se divide en zonas blandas y zonas duras. Las zonas blandas son las utilizadas para la absorción de la energía tras el impacto (deformación programada), y las zonas duras son la que conforman la estructura del habitáculo. Su función es la de 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.

La denominación genérica de “habitáculo indeformable” se refiere a todos aquellos vehículos que cumplen con los estándares internacionales exigidos en nuestro país en pruebas de impacto.

Las partes de habitáculo que garantizan la solidez del habitáculo son los refuerzos de las puertas y su acoplamiento a las montantes, los cuales garantizan altos valores de resistencia contra el aplastamiento. Los travesaños longitudinales y transversales aportan más solidez al piso, los cuales limitan al máximo las deformaciones del [conjunto pedalier](#). El cajeadado debajo del parabrisas y el soporte de anclaje del panel de instrumentos (vigueta transversal) aseguran el refuerzo transversal del habitáculo, haciendo completamente solidarios los costados a la altura de los cinturones. Por último, los montantes delanteros y centrales y los travesaños del techo son sumamente robustos y contribuyen también a mantener íntegro el habitáculo. A continuación se muestra el un habitáculo de un coche, en el que se pueden apreciar los airbags laterales:



## CRASH TEST

Debido a la necesidad de contar con medios de análisis y desarrollo en métodos de seguridad pasiva, los fabricantes de vehículos comenzaron a efectuar los denominados crash test, que son pruebas de choque en el que se evalúa el comportamiento del coche tras un impacto.

Dichos ensayos de choque contra objetos fijos (o contra otro vehículo en movimiento) permite determinar los fenómenos técnicos sufridos en una colisión, además del comportamiento de la carrocería, todo esto estudiado dentro de una amplia gama de configuraciones de impacto, ya sea en la dirección de la colisión, el nivel de ocupación del vehículo y los objetos contra los que colisiona, todo esto legislado mediante la [Directiva Europea 96/79/CE](#) para impactos frontales y la [Directiva Europea 96/27/CE](#) para impactos laterales. Todos aquellos vehículos que no se ajusten a las normativas europeas, corren el riesgo de no obtener la homologación necesaria para poder comercializarse.

Además de la comprobación de los elementos de seguridad del vehículo, los cuales permite una mejora de estos, también se presentan diferentes soluciones constructivas, las cuales responden a diferentes criterios en pro de la finalidad evolutiva a la que se refiere. Dichas evoluciones hacen hincapié en el aumento de la rigidez de la carrocería, disminuir el peso del vehículo, mejora de las prestaciones en marcha, mejorar la deformación programada y la protección del habitáculo. Además, debemos añadir que la información que se obtiene es de gran valor para las compañías aseguradoras, debido a la adquisición de valores en materia de grado de reparabilidad de la carrocería.

Los crash test se realizan en grandes [laboratorios](#), dotados de modernos sistemas de iluminación, grabación, guiado de vehículos y equipos de impacto, además de contar con una cabina de mando y de medición desde donde se controla toda la operación (en apartados posteriores se describirá más extensamente un laboratorio).

## TIPOS DE PRUEBAS DE CHOQUE

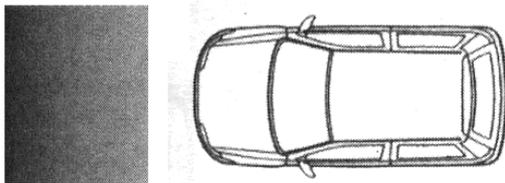
Las pruebas de choque se realizan en base al estudio de las estadísticas de los tipos de choque más habituales. Dichas pruebas se realizan entre vehículos de diferentes tamaños y a diferentes velocidades.

Si bien existen gran variedad de test de impacto, las únicas pruebas homologadas por la reglamentación vigente son las pruebas de impacto frontal y lateral, en los cuales se estudia los aspectos biomecánicos y de estructura.

A continuación se presentan todas las pruebas que se realizan para obtener la homologación de la Unión Europea.

### IMPACTO FRONTAL

Existen once tipos de pruebas de choque frontal. En las páginas siguientes se mostrarán las once pruebas explicadas y con un dibujo ilustrativo.

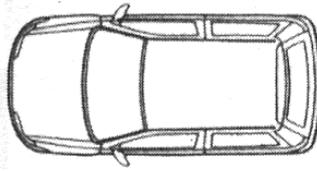


**Velocidad:** 4-8 km/h.

**Carga:** Peso en vacío y peso total admitido.

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

El motivo de la prueba es el estudio de deformabilidad del parachoques, el cual es muy útil para saber el comportamiento del parachoques en caso de los pequeños toques que sufre cuando el conductor efectúa la maniobra de aparcamiento o choca accidentalmente a muy poca velocidad contra el obstáculo que tenga delante.

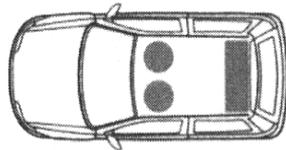
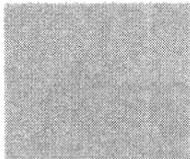


**Velocidad:** 48.3-52 km/h.

**Carga:** Peso en vacío.

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

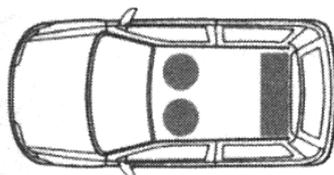
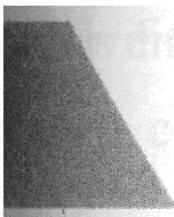
El motivo de esta prueba es el estudio del estado en el que queda la carrocería después del impacto, el cual se verifica el perfecto funcionamiento de la deformación programada y la dureza e impenetrabilidad del habitáculo. Del mismo modo, durante el impacto no deben de abrirse las puertas ni accionarse los sistemas de bloqueo de puertas, y después del choque y con el coche ya detenido se deben de abrir al menos una puerta delantera y otra trasera. De esta forma, se verifica la posibilidad de socorro de los pasajeros. También se verifica la estanqueidad del depósito de combustible.



**Velocidad:** 48.3-56.3 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga

El motivo de la prueba es el mismo que el anterior, pero exciten ciertas diferencias, como que la velocidad es superior y que en el vehículo viajan dos dummies que simulan a dos personas adultas y una carga alojada en el maletero.

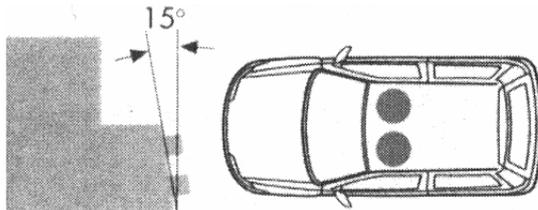


**Velocidad:** 48.3-56.3 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

El motivo de esta prueba es el mismo que los anteriores, pero la diferencia existente es que el muro contra el que se impacta el auto está inclinado, de tal forma que el 30% de

la zona delantera del vehículo impacta contra el muro. Los impactos se realizan tanto por la derecha como por la izquierda. Esta prueba simula el impacto del vehículo contra un muro, pero en vez de lanzar diagonalmente el vehículo contra el muro, es éste el que se está inclinado inicialmente.

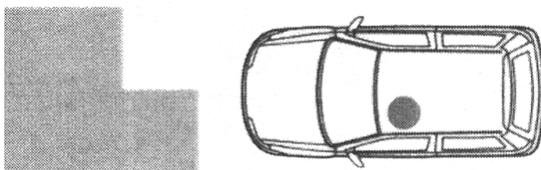


**Velocidad:** 55 km/h.

**Carga:** 2 personas.

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

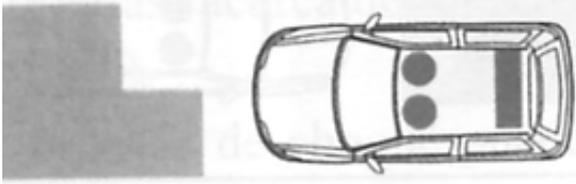
El motivo de la prueba es el mismo que los anteriores. En este caso, el 50% de la zona delantera del vehículo impacta contra un muro, el cual se encuentra inclinado 15° y recubierto con sistemas antideslizamiento.



**Velocidad:** 15 km/h.

**Carga:** 1 persona.

El impacto se realiza contra un muro de tal forma que tan solo impacta el 40% de la zona delantera del vehículo. Con esta prueba se obtienen los posibles gastos de reparación de los desperfectos ocasionados tras el choque, ya que con este impacto se simula los golpes por detrás en las situaciones rutinarias en suelo urbano cuando se golpea por detrás a otro turismo, debido a frenadas de emergencia, u otros contratiempos, el la cual se intenta evitar el choque girando el volante pero que finalmente impactamos contra el de delante a baja velocidad, de ahí que la prueba se realiza a 15 km/h y con un 40% de superposición. La información obtenida de este test es de gran valor para las compañías aseguradoras.



**Velocidad:** 50 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

El motivo de esta prueba es el estudio del estado en el que queda la carrocería después del impacto, el cual se verifica el perfecto funcionamiento de la deformación programada y la dureza e impenetrabilidad del habitáculo. Del mismo modo, durante el impacto no deben de abrirse las puertas ni accionarse los sistemas de bloqueo de puertas, y después del choque y con el coche ya detenido se deben de abrir al menos una puerta delantera y otra trasera. De esta forma, se verifica la posibilidad de socorro de los pasajeros. También se verifica la estanqueidad del depósito de combustible. El impacto se realiza sobre el 40% de la superficie delantera del vehículo.



**Velocidad:** 55 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

Pincha [aquí](#) para ver video demostrativo.

El motivo de la prueba es el mismo que la anterior. El impacto se realiza contra un muro el cual tiene una primera parte deformable. El impacto se realiza con un 40% de superposición.

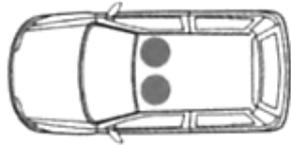
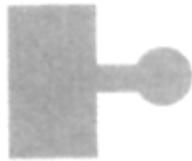


**Velocidad:** 48.3-56.3 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

El motivo de la prueba es el mismo que las anteriores. El impacto se realiza contra un muro el cual tiene una inclinación de tal forma que el 30° de la superficie delantera del

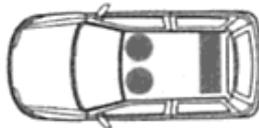
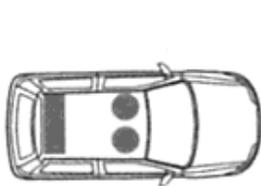
vehículo impacta contra el muro. El muro esta recubierto de material antideslizante. El impacto se realiza tanto a derecha como a izquierda.



**Velocidad:** 32-50 km/h.

**Carga:** 2 personas.

El motivo de la prueba es el mismo que las anteriores. La gran diferencia con respecto a las otras es que el impacto no se realiza contra un muro, sino que se realiza contra un poste de unos 254 mm. de diámetro. De esta forma, la energía del impacto esta mas concentrada en un punto, lo cual hace que se ponga más a prueba la resistencia del vehículo.



**Velocidad:** 50-54 km/h.

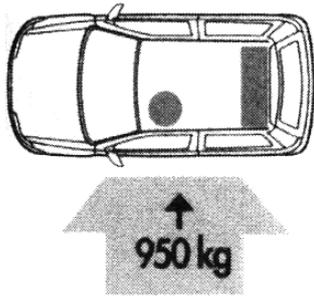
**Carga:** 2 personas + carga.

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

El motivo de la prueba es la misma que las anteriores. El impacto entre los dos vehículos se realiza con un 50% de superposición.

## IMPACTO LATERAL

Existen cuatro tipos de impacto lateral. En las siguientes páginas se mostraran las cuatro pruebas explicadas y con un dibujo ilustrativo.

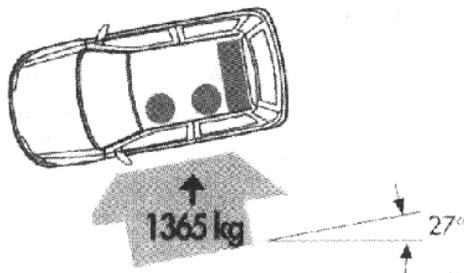


**Velocidad:** 50-52 km/h.

**Carga:** 1 persona mas carga.

Pincha [aquí](#) para ver video demostrativo.

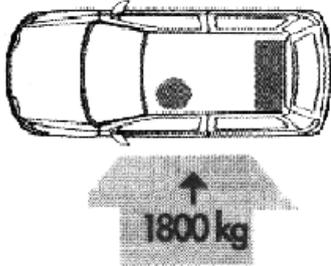
El motivo de esta prueba es el estudio del estado en el que queda la carrocería después del impacto, el cual se verifica el perfecto funcionamiento de la deformación programada y la dureza e impenetrabilidad del habitáculo. Del mismo modo, durante el impacto no deben de abrirse las puertas ni accionarse los sistemas de bloqueo de puertas, ya que para poder acceder al interior del habitáculo se debe de realizar por el lado contrario al impacto. También se verifica la estanqueidad del depósito de combustible.



**Velocidad:** 50 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

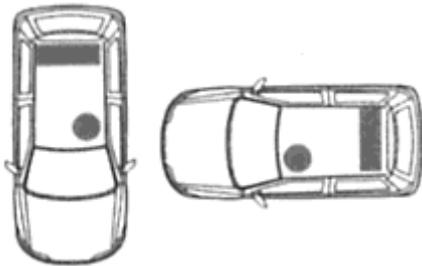
El motivo de la prueba es el mismo que la anterior, pero la diferencia radica en el peso del bloque que se lanza y que éste se lanza con un ángulo de 27°.



**Velocidad:** 32-35 km/h.

**Carga:** 1 persona + carga.

El motivo de la prueba es el mismo que las anteriores. Los protocolos a seguir son los mismos que en el primer caso, pero la diferencia es en el peso que se lanza contra el vehículo, que es superior.



**Velocidad:** 50-56 km/h.

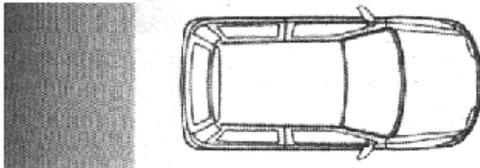
**Carga:** 1 persona + carga.

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

El motivo de la prueba es el mismo que las anteriores. De esta forma, en un mismo impacto se pueden sacar conclusiones acerca del estado del vehículo después de un impacto lateral y frontal.

## **IMPACTO POSTERIOR**

Existen cuatro tipos de prueba de choque posterior. En las siguientes páginas se mostrarán los cuatro tipos de pruebas con un dibujo ilustrativo.

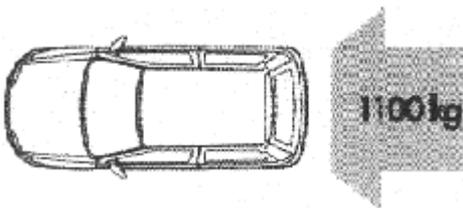


**Velocidad:** 4-8 km/h.

**Carga:** Peso en vacío y peso total admitido.

Pincha [aquí](#) para ver video demostrativo.

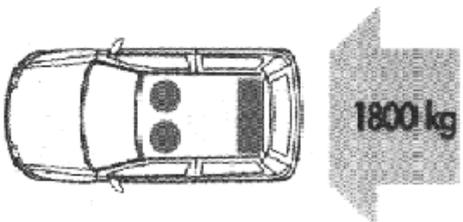
El motivo de la prueba es el estudio de deformabilidad del parachoques, el cual es muy útil para saber el comportamiento del parachoques en caso de los pequeños toques que sufre cuando el conductor efectúa la maniobra de aparcamiento o recibe algún impacto por detrás.



**Velocidad:** 38-50 km/h.

**Carga:** Peso en vacío.

El motivo de la prueba es la resistencia del habitáculo al impacto y la estanqueidad del depósito de combustible.

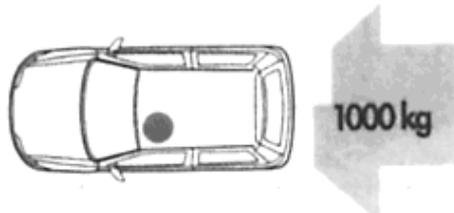


**Velocidad:** 48.3 km/h.

**Carga:** 2 personas + carga.

El motivo de esta prueba es el estudio del estado en el que queda la carrocería después del impacto, el cual se verifica el perfecto funcionamiento de la deformación programada y la dureza e impenetrabilidad del habitáculo. Del mismo modo, durante el impacto no deben abrirse las puertas ni accionarse los sistemas de bloqueo de puertas, y después del choque y con el coche ya detenido se deben abrir al menos una

puerta delantera y otra trasera. De esta forma, se verifica la posibilidad de socorro de los pasajeros. También se verifica la estanqueidad del depósito de combustible.



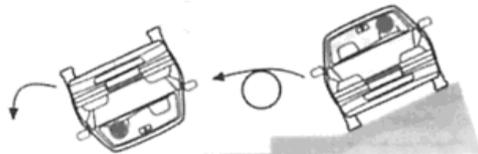
**Velocidad:** 15 km/h.

**Carga:** 1 persona

Gracias a esta prueba se puede obtener los posibles gastos de reparación que requerirá el vehículo en caso de haber recibido un impacto posterior de algún otro vehículo. La información obtenida de este test es de gran valor para las compañías aseguradoras.

## **VUELCO**

Solo existe un tipo de prueba, la cual queda explicada a continuación con un dibujo ilustrativo.



**Velocidad:** 50 km/h.

**Carga:** 1 persona

Pincha [aquí](#) para ver vídeo demostrativo.

Se lanza el vehículo lateralmente a 50km/h desde una plataforma inclinada 23° respecto a la horizontal. El motivo de esta prueba es la resistencia de la estructura tras el vuelco, a la vez que se confirma la dureza del habitáculo. Del mismo modo, se comprueba la posibilidad de socorro a los ocupantes y se revisa la estanqueidad de la instalación de combustible.

Existe otra prueba, que es la de prueba del hundimiento del techo, en el que se aplica sobre éste una carga igual a 1.5 veces el peso en vacío del vehículo.

## CRASH TEST DUMMY

Para evaluar el nivel de riesgo existente en determinadas condiciones de choque reproducidas en los ensayos se emplean maniqués de impacto representativos antropomórficamente de varios tamaños y edades de personas. Estos muñecos antropomórficos instrumentados permiten evaluar el nivel de riesgo que la persona a que representan sufrirá en las mismas condiciones de impacto. Los maniqués antropomórficos se agrupan en función del tipo del choque para que instrumentación y biofidelidad sean óptimas. Para cada tipo de impacto existen además varios tamaños representativos tanto de personas adultas como de niños de diferentes edades.

El origen de un dummy se remonta hacia 1949, creado conjuntamente entre el laboratorio de Investigación Alderson y la compañía de ingeniería [Sierra](#), pero su uso solo fue en el campo de la aviación para comprobar el asiento eyectable y el arnés de seguridad. El primer dummy utilizado para automóviles fue ideado por [Alderson](#) y [Grumman](#) a principios de la década de 1950. A continuación se crearon los modelos VIP-50, por [Ford](#) y [General Motors](#), y por Sierra el “Sierra Stan.” Debido a que General Motors decidió que ninguno de estos modelos no satisfacía sus necesidades, decidió desarrollar un dummy fiable y duradero. De esta manera, y agrupando lo mejor de los modelos VIP-50 y Sierra Stan, en 1971 nació el [Hybrid I](#). Un año más tarde nació el [Hybrid II](#), el cual estaba mejor documentado, además de que tenía rodilla, hombros y columna vertebral con una respuesta más real. El inconveniente que presentaban estos dos modelos era su simplicidad, ya que solo servían para desarrollar y probar nuevos cinturones de seguridad. Debido a que los investigadores necesitaban un dummy que les permitiera explorar nuevos campos en materia de impacto y daño del ocupante, fruto de esa necesidad los investigadores de [General Motors](#) desarrollan la serie [Hybrid III](#), la cual constaba de un hombre de 168 cm. de alto y 77 kg. de peso, al que más tarde se le añadiría otro hombre de 188 cm. de alto y 100 kg. de peso, una mujer de 152 cm. y 50 kg., y más tarde hay que añadir los modelos de dos niños de 21 kg. y 15 kg., los cuales simulan edades de 6 y 3 años respectivamente. Actualmente, la serie [Hybrid III](#) consta de diferentes modelos los cuales se ajustan a modelos de la sociedad. Los modelos

abarcan desde personas de dos metros hasta la reciente construcción por Volvo de un dummy que simula a una mujer embarazada.

Un [Hybrid III](#) consta de un esqueleto de acero y una cabeza de aluminio. Todo esto está rodeado de una goma, la cual posee una flexibilidad y una dureza que simula a la carne humana, además de que posee masas suspendidas que simulan el movimiento inercial de las vísceras en caso de impacto. El “sistema nervioso” del [dummy](#) se compone de unos 50 canales de lectura de datos distribuidos desde la cabeza hasta los tobillos. Estos sensores (acelerómetros, captadores de desplazamiento y captadores de fuerza) permiten recopilar alrededor de 35.000 parámetros de un choque típico de duración comprendida entre 100-150 milésimas de segundo. Durante el ensayo esta información es almacenada de forma temporal en un registrador ubicado en el tronco del [dummy](#). Esta información será transferida a una computadora para su posterior estudio. Los datos captados por los captadores en una décima de segundo, necesitaran de 100 horas de trabajo para su análisis. A continuación se muestran donde están ubicados los sensores y que función tienen:

**Cuello:** una estructura de goma y aluminio (poliuretano en los niños), con un cable central. Dentro incorpora sensores que miden la inclinación, las fuerzas de tensión y los avances y retrocesos que sufre el cuello durante un impacto.



**Brazos:** como van sueltos, no suelen sufrir grandes daños. No llevan sensores. Se examina su estado superficial después del choque.

**Caderas:** posee una espina lumbar cilíndrica y curva que le permite permanecer sentado. Se une a la pelvis con una estructura de tres ejes. Esta parte graba las fuerzas laterales que pueden ocasionar fracturas o dislocaciones de la cadera.

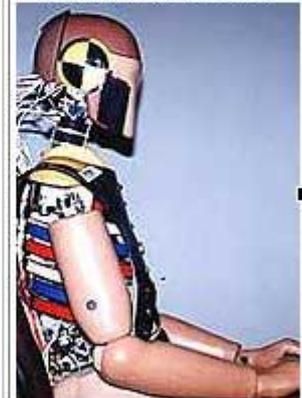
**Cabeza:** de aluminio y recubierta de goma. Tiene tres acelerómetros que indican los daños que puede sufrir el cerebro en un choque. En los niños, el cráneo es de poliuretano -más débil-.



**Fémur y muslos:** la zona superior de la pierna incorpora detectores que pueden predecir fracturas en los huesos. El Hybrid III también incorpora sensores en las rodillas para ver los daños que sufrirán los ligamentos en un choque.

**Tobillos y pies:** según quede dañado el coche, los sensores del Hybrid registran torceduras, inclinaciones y giros de los pies y los tobillos.

**Pecho:** el Hybrid III posee tres costillas de acero que incorporan diversos sensores para registrar el aplastamiento de la caja torácica por el cinturón o el volante. El EuroSid (el dummy utilizado para los impactos laterales) incorpora además sensores que registran la compresión lateral de las costillas.



**Pantorrillas:** los sensores del Hybrid III miden la compresión, torsión, inclinación y esfuerzo sobre la tibia y el peroné.

Antes de desarrollar una prueba, el muñeco es calibrado de esta forma:

1. Se extrae su cabeza y se calibra su instrumentación en un ensayo en el que se deja caer la cabeza desde una altura de 40 centímetros.
2. Verificación de las características de flexión del cuello.
3. Ensayo en las rodillas de las características de pinchado.
4. Finalmente, se fija la cabeza y el cuello al cuerpo, el cual se coloca en una plataforma de pruebas donde se golpea violentamente en el tronco con un péndulo, con el cual se verifican que las costillas se doblan y flexionan de forma correcta.

Una vez que se evalúa que el dummy esta listo para ser utilizado en un ensayo, se le viste con ropa, ya que al ocasionar fricción es un elemento a tener en cuenta, se le aplica pinturas para marcas en la cabeza y en las rodillas, la cual es utilizada para detectar en que zonas del habitáculo a impactado el [dummy](#). También se le adhieren marcas adhesivas calibradas, denominadas *targets*, que sirven de referencia para determinar durante la filmación del choque cual ha sido el desplazamiento de ese punto en concreto, para su posterior estudio. Los targets también se colocan es diferentes puntos de la carrocería. Finalmente se coloca el dummy en el interior del habitáculo.

Una evolución del [Hybrid III](#) es el denominado *Eurosid*, especialmente diseñado para las pruebas de impacto lateral.

La evolución del [Hybrid III](#), la cual ya se esta utilizando en los ensayos de crash test, es el denomina “Thor”, modelo que nace del fruto del estudio realizado conjuntamente de países Europeos (entre los que se encuentra España), Estados Unidos, Japón y Australia. Como es de esperar, este modelo presenta mejoras en su diseño, tales como una mejora en el movimiento de cabeza/cuello y la mejora en materia de detección de posibles lesiones en columna vertebral, pelvis, pies, etc....

Antes de impactar el vehículo, los ingenieros ya saben el daño que va a sufrir el dummy, gracias a los [impactos simulados por ordenador](#). Los dummies virtuales son más completos que los mecánicos, ya que pueden informar de daños en músculos y órganos internos. Sin embargo, no sirven para homologar vehículos.

En la actualidad, todos los fabricantes de automóviles trabajan con estos programas informáticos. La Unión Europea pronto regularizará los dummies virtuales, ya que esta

trabajando en una nueva normativa: el programa THUMS, siglas de *Total Human Model for Safety*.

Los dummies no son de usar y tirar. Rara vez sufren imperfectos, aunque ocasionalmente sufren cortes. Su precio ronda los 120.000€



Fotografía en un dummy, en el que se aprecia su “esqueleto”

## LAS INSTALACIONES

Los ensayos de crash test se realizan en modernos laboratorios dotados de la más moderna tecnología en sistemas de iluminación, grabación, guiado de impacto y equipos de impacto.

Las instalaciones constan de:

1. Dos pistas de choque, en que una es más grande que la otra. Generalmente, la pista mas pequeña suele ser móvil, lo cual abre un gran abanico de posibilidades de impacto, desde impactos de dos coches en cualquier ángulo hasta poder extraer ésta pista al exterior de las instalaciones para poder realizar impactos contra montañas, muros de grandes dimensiones o simplemente lanzar el coche contra un barrizal. Cada pista consta de:
  - Un sistema de propulsión subterráneo formado por un motor eléctrico.
  - Un sistema de cables que hacen que el arranque del vehiculo sea mas suave.
  - Dependiendo de la prueba que se valla a realizar, se colocaran muros, otro coche, etc...
2. Los muros de impacto, que pueden pesar hasta 130 toneladas. Suelen tener un cierto ángulo de giro para poder efectuar choques en diferentes ángulos. A esto hay que sumarle las carretillas de impacto, las plataformas para efectuar los vuelcos, etc...
3. Un potentísimo equipo de iluminación, el donde la potencia de los focos ronda los 4000 watos, proporcionando una luminosidad similar a la luz del día. El numero de focos varia en función del tamaño de las instalaciones.
4. Cámaras de filmación de alta velocidad, en las que ronda una velocidad de filmacion de 3000 posiciones por segundo.
5. Un reloj, en el cual es posible medir los tiempos de impacto y la rapidez de accionamiento de los elementos de seguridad pasiva.
6. Una cabina de mando y de medición donde se controla toda la acción.

## TEST EURO NCAP

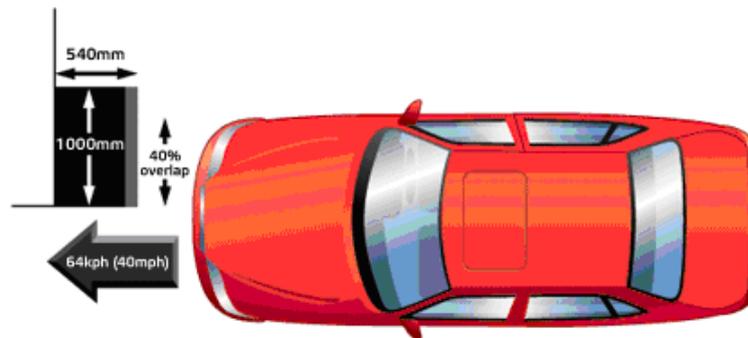
El programa [Euro NCAP](#) pretende ofrecer datos independientes e imparciales sobre la seguridad de los nuevos vehículos que se ponen a la venta.

El programa [Euro NCAP](#) publicó su primer informe en Febrero de 1997, promovido por el Ministerio Británico de Transportes, la Comisión Europea y asociaciones automovilísticas de varios países. Ese mismo día, los fabricantes de vehículos celebran su propia conferencia de prensa, en la que critican el [Euro NCAP](#), sus pruebas y su sistema de puntuación, asegurando que sus criterios de evaluación son tan estrictos que ningún vehículo alcanzara jamás 4 estrellas. Solo unos meses más tarde, en el mes de Julio se publicó el informe del [Volvo](#) S40, convirtiéndose en el primer vehículo en alcanzar 4 estrellas. En el año 2000 se añadió la prueba de impacto, de tal manera los coches podían alcanzar las 5 estrellas. En el 2001, el [Renault](#) Laguna fue el primero en conseguirlas. Ese mismo año se presenta un estudio sobre sistemas de [retención infantil](#). Hoy en día, los test [Euro NCAP](#) gozan de gran prestigio, ya que todos los fabricantes tienen como meta alcanzar las 5 estrellas, sabiendo que los compradores de vehículos ponen gran empeño en la seguridad del utilitario que van a comprar y miran con mucho ojo los resultados de estos test. Además, gracias a [Euro NCAP](#), los fabricantes de los coches de origen no Europeo comercializados en Europa han decidido retirar sus vehículos debido a los desastrosos resultados obtenidos.

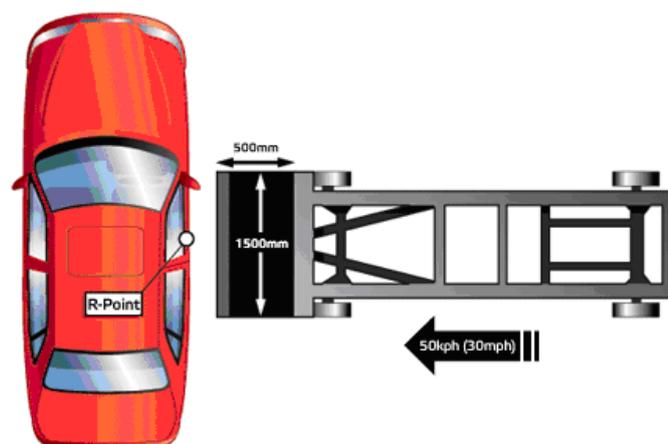
Actualmente, los ensayos se componen de cuatro pruebas comparativas entre vehículos del mismo tamaño o segmento: impacto frontal, lateral, lateral contra poste y protección a peatones. A continuación se muestran los cuatro ensayos, explicados y con un dibujo ilustrativo.

- Prueba de impacto frontal: El impacto se realiza a 64 km/h. contra una barrera deformable, con una superposición del 40%. Para la realización de esta prueba se colocan dos dummies en la parte delantera y en la parte trasera un dummy de un niño de 3 años y otro de 18 meses, ambos sentados en las sillitas recomendados por el fabricante. El dummy adulto utilizado es el [Hybrid III](#), en el cual se mide el riesgo de lesión en cabeza/cuello, tórax, parte superior de la pierna (pelvis, fémur

y rodilla) y en la parte inferior de la pierna (tibia, peroné, tobillo y pie). En los niños se analiza la seguridad de la silla y la protección que ofrece a los pequeños (cabeza y esfuerzos que soporta el cuello)

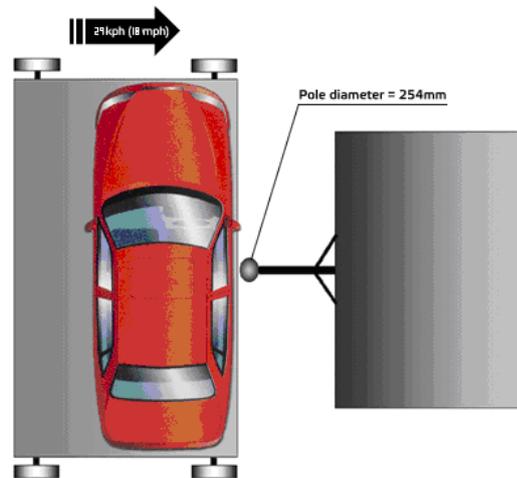


- Impacto lateral: Esta prueba se ejecuta lanzando una barrera deformable de aluminio en sentido perpendicular hacia el lateral del vehículo a una velocidad de 50 km/h. Se coloca el dummy masculino en el lugar en el que se va a recibir el impacto, midiendo los daños sufridos en cabeza, tórax, abdomen y pelvis. Además, en la parte trasera viajan los dos dummies que representan a dos niños de 3 años y otro de 18 meses, ambos sentados en las sillitas recomendados por el fabricante.

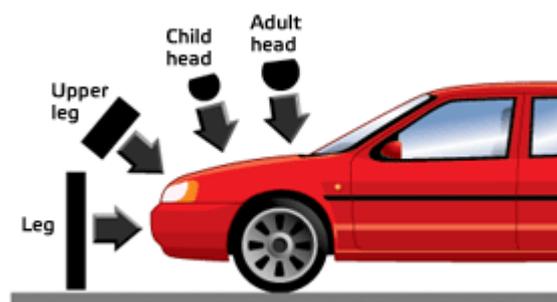


- Prueba del poste: Consiste en el impacto lateral de un poste rígido a la altura de la cabeza, a una velocidad de 29 km/h., con lo que se comprueba la eficacia de los airbags laterales. El ensayo también sirve para comprobar los posibles daños que

se sufriría en caso de impacto de un vehículo de mayores dimensiones. Los puntos obtenidos se añaden a la puntuación global del ensayo de impacto lateral.



- Atropello de peatones: Se lanzan contra distintos puntos del frontal del vehículo unos elementos a 40 km/h, los cuales reproducen las características de masa, inercia y altura sobre el suelo, de la cabeza de un niño, la cabeza de un adulto y la pierna de un adulto.



La forma de puntuación de los test [Euro NCAP](#) son las estrellas, asignándole a cada número de estrellas una puntuación obtenida tras la prueba de crash test, en el que cada estrella simboliza la puntuación obtenida tras la prueba de impacto o, lo que es lo mismo, el porcentaje de probabilidad de salir ileso de un accidente. El número máximo de estrellas que un vehículo aspira a conseguir son 5 estrellas de color amarillo. Para obtener la puntuación final, el resultado se obtiene de la suma de los puntos de todas las

pruebas, dividiéndose en 16 puntos para choque frontal, otros 16 puntos para choque lateral, 2 puntos para la prueba del poste en caso de que el vehículo tenga airbag lateral y 3 puntos más en sistemas de incitación a abrocharse el cinturón de seguridad.

La puntuación se obtiene en función del riesgo de heridas que pueden sufrir los ocupantes, quedando dividido de la siguiente manera:

| Color                     | Puntos            |
|---------------------------|-------------------|
| Buena                     | 4                 |
| Adecuada                  | Entre 2,67 y 3,99 |
| Al límite de lo aceptable | Entre 1,33 y 2,66 |
| Ineficiente o escasa      | Entre 0,01 y 1,32 |
| Mala                      | 0                 |

| CALIFICACIÓN POR ESTRELLAS                        |                  |
|---|------------------|
| (Suma de puntos de los ensayos frontal y lateral) |                  |
| ★★★★★   | Más de 32 ptos.  |
| ★★★★  | De 25 a 32 ptos. |
| ★★★   | De 17 a 24 ptos. |
| ★★  | De 9 a 16 ptos.  |
| ★   | De 1 a 8 ptos.   |
| ★ (0 estrellas)                                   | 0 pntos.         |

Existen también dos gamas más de estrellas:

La primera de ellas hace referencia a la [seguridad infantil](#) dentro del habitáculo, en las que queda representada con 5 estrellas azules.

También existen las 4 estrellas verdes, las cuales hacen referencia a los posibles daños que sufrirían los peatones en caso de atropello.

Debido a la calidad de los ensayos, desde su origen apenas han tenido modificaciones. Gracias a [Euro NCAP](#), los coches de hoy en día son más seguros que hace veinte años. La mejora de los ensayos irá en evolución, teniendo en cuenta los nuevos acontecimientos.

## **CRASH TEST VIRTUALES**

El estudio de deformabilidad de un coche comienza con el diseño de la carrocería. Mediante la utilización de potentes ordenadores, se crea digitalmente la arquitectura de la carrocería con un mejor reparto de esfuerzos. A través de este método de trabajo es posible ensayar diferentes soluciones técnicas, además de otras experimentaciones estructurales, tales como el estudio del diseño del vehículo para reducir el riesgo de lesiones, tanto para los ocupantes como para los peatones, además del estudio de cómo deberían de actuar los sistemas de seguridad para efectuar su trabajo de la forma mas eficiente posible.

Las simulaciones digitales se han convertido en una parte esencial del proceso de diseño, en la que gracias a estos medios informáticos, los ingenieros son capaces de de simular pruebas de choque en una determinada pieza o en el coche completo. Con los datos que se obtengan es posible optimizar el diseño de la carrocería del vehículo: definiendo la forma de los paneles, perfiles, molduras, largueros y travesaños que la componen. También es posible calcular el grosor necesario de las piezas en función de los esfuerzos a los que previsiblemente serán sometidos. De esta forma, es posible evaluar reiteradamente el comportamiento del coche en un impacto determinado mientras esta en fase de diseño, sin tener que construir prototipos que se sometan a los ensayos, con lo que se reduce el coste de las pruebas y los retrasos producidos en la construcción de prototipos.

Para lograr estos ensayos virtuales, primero se debe ingresar al sistema informático una serie de datos que tiene que ver con la información de la geometría del vehículo, características de los materiales empleados, planos del interior, de la carrocería y de los dummies a simular. Con estos datos el programa realiza un sinnúmero de cálculos para luego mostrar como se comporta el vehículo en un impacto y las consecuencias para los ocupantes del mismo. Esto se aprecia mediante una animación en la pantalla de la computadora de una secuencia de dibujos basados en complejos cálculos matemáticos.

De entre los diferentes softwares utilizados en materia de ensayos virtuales, encontramos el VIVERA (Virtual Networkmof Competence for Virtual Augmented Reality), de origen alemán, el programa “Pam-Crash”, utilizado por [SEAT](#).

El dummy utilizado para estas pruebas virtuales es el denominado “num” o “thum”, el cual proporciona a los ingenieros datos precisos acerca de las lesiones que podría sufrir las personas reales en los diferentes accidentes de vehículos.

El dummy informático posee reconstrucciones muy fiables de la resistencia ósea y la flexibilidad de la piel, pasando por ligamentos y tendones. Se simula el cuerpo humano de manera precisa, con lo cual es posible determinar con una mayor precisión los daños sufridos por los ocupantes o peatones. Estos modelos son utilizados para mejorar la seguridad pasiva en el diseño de vehículos, ayudando a identificar los elementos que pueden causar lesiones en un accidente.



Pulse [aquí](#) para ver documento adjunto

Las ventajas que presentan estos ensayos digitales son:

- Los ingenieros son capaces de realizar pruebas de choque en coches que aun no existen, ni siquiera en prototipo, además de poder medir y analizar los resultados obtenidos.
- Las simulaciones son mas precisas, ya que actualmente un crash test completo sólo necesita unos 3 días de cálculo frente al mes y medio que hace 10 años.
- La rapidez del análisis y la precisión de los cálculos, ya que en unas horas es posible modificar la geometría de una pieza y verificar el impacto de un choque.
- Ahorros económicos, ya que se reduce el coste de las pruebas.
- Ahorros de tiempo, ya que se eliminan los retrasos producidos en la construcción de prototipos y en su posterior ensayo.
- Evolución tecnológica.
- Evolución de la seguridad en los nuevos vehículos.

Las consecuencias del avance informático se traducen en una disminución del número de crash test que hace diez años.

## BIBLIOGRAFÍA

- Libro “Automoción” Estructuras de vehículo.
- Revista Autobild.
- <http://www.jaccars.com>
- <http://www.dgt.es>
- <http://www.cesvi.com.ar>
- <http://www.euroncap.com>
- <http://www.motor.terra.es>
- <http://www.carpages.co.uk>
- <http://www.es.wikipedia.org>
- <http://www.eur-lex.europa.eu>
- <http://www.revistacesvimap.com>
- <http://www.crashtest.com>