



Sistemas de protección con airbag para motoristas



ÍNDICE

Introducción	4
1. Accidentalidad de los motoristas	6
2. Patrón de lesiones	7
3. Tipos de sistemas de protección para motoristas	10
4. Pruebas técnicas	14
5. Resumen de resultados	32

Introducción

Conducir una motocicleta es dieciséis veces más peligroso que conducir un coche, pero no sabemos hasta que punto los sistemas de seguridad pasiva como el airbag pueden salvar en las motocicletas tantas vidas como en los turismos.

El RACE, en colaboración con otros automóviles club europeos, ha querido mostrar en este informe que la idea de utilizar sistemas complementarios de protección, como el uso de airbags también para los motoristas, va en la dirección correcta, ya que se ha demostrado que estos sistemas de airbag tienen un claro efecto protector sobre algunas partes del cuerpo.

Equipamiento pasivo básico	Protección activa para prevenir accidentes	Sistemas complementarios de protección
Casco integral + Guantes + Chaqueta / Pantalón resistentes a la abrasión + Protectores en articulaciones y espalda	Estilo de conducción responsable y atento + Formación + ABS para motocicleta	Airbag protector de espalda o chaqueta con airbag o casco con airbag o sistema de protección cervical (neck-brace)

La estructura y el diseño de los airbags para motocicletas representan un gran desafío, porque durante el accidente el motorista sale despedido pudiendo seguir varias trayectorias de vuelo, por lo que colocar el airbag en el propio motorista es muy acertado.

Por primera vez se ha sometido a prueba diferentes sistemas de protección mediante airbag en una situación de choque real a 50 km/h. Se ha analizado el potencial de protección, las velocidades de activación e inflado, la resistencia a la abrasión y la capacidad de carga puntual.

Durante los accidentes a gran velocidad o donde existe un impacto directo contra un obstáculo macizo, a los sistemas de protección se les exige demasiado porque las cargas que se producen superan los límites biomecánicos, y es complicado que puedan garantizar la seguridad del motorista. Sin embargo, los sistemas protectores con airbag pueden reducir la gravedad del percance en una gran parte de los accidentes que no han sido de extrema gravedad, protegiendo el tórax o las cervicales, zonas del cuerpo que actualmente no cuentan con ninguna clase de protección.



Reproducción de un choque a 50 km/h en un cruce

Los accidentes en los que estos sistemas protectores pueden incidir con más efectividad son los siguientes:

- El impacto contra un vehículo, saliendo despedido el motorista por encima de éste.
- Cuando el motorista se cae de la motocicleta e impacta contra el suelo.
- Cuando la motocicleta derrapa lateralmente y, tras una fase de deslizamiento, el motorista puede impactar de forma descontrolada contra un obstáculo.

Actualmente apenas existen soluciones para proteger el tórax, por lo que la caja torácica es la segunda parte del cuerpo más expuesta a lesiones graves después de la cabeza. Incluso la fractura de una costilla puede tener consecuencias graves si penetra en el pulmón o en otro órgano, de ahí que las chaquetas con airbag y las placas protectoras reducen claramente el riesgo. **La protección de la zona torácica es vital.**

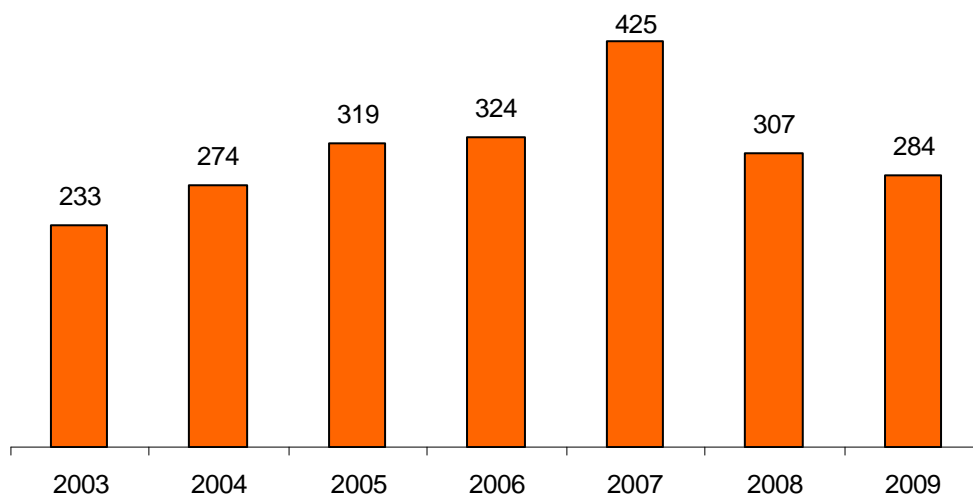
El estudio demuestra que los sistemas de airbag no llegan a representar un hito en seguridad como pueden ser los airbags en los turismos o la introducción del uso obligatorio del casco, pero suponen un avance en comparación con los protectores convencionales, ya que el airbag tiene mayor capacidad de amortiguación y, por tanto, ofrece mayor protección.

El tiempo de inflado del airbag es esencial. En la prueba de choque realizada el motorista se mantiene volando durante un tiempo suficiente para que el airbag pueda abrirse durante el vuelo antes del impacto secundario, pero esto no ocurre siempre. Si el airbag necesita más de 0,5 segundos sólo podrá proteger plenamente durante el impacto secundario en aproximadamente la mitad de los accidentes con fase de vuelo. Por el contrario, con un tiempo de inflado de 0,1 segundos el airbag protegerá al motociclista en la mayoría de ocasiones antes de que llegue al suelo.

1. Accidentalidad de los motociclistas

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, el riesgo de muerte de los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas es veinte veces mayor que el de los ocupantes de automóviles. Una vez producido el accidente, la probabilidad de que se trate de un accidente mortal o grave es más del doble siendo usuario de motocicleta respecto a los usuarios de turismo.

Si nos ceñimos a las estadísticas de accidentalidad en España, en 2009 el número de motoristas fallecidos en accidentes fue de 284, con datos recogidos a 24 horas, lo que supone **un 7,5% de reducción respecto al año anterior**. Esta mortalidad equivale a un 15 % de todas las víctimas mortales en tráfico.



Fuente: DGT - Datos a 24 h

Del año 2003 al 2009 se ha producido un incremento de las víctimas mortales del 22% en carretera y del 12% en zona urbana en el caso de motocicletas, a pesar de que ha existido un descenso global de las víctimas mortales a la mitad.

Los datos más recientes son de este **verano de 2010**, donde ha existido un **aumento de las víctimas mortales en motocicleta del 5%** respecto al verano del año pasado, elevándose a 64 fallecidos. Teniendo en cuenta estos datos más recientes, podemos conocer el tipo de accidente más común del usuario de motocicleta:

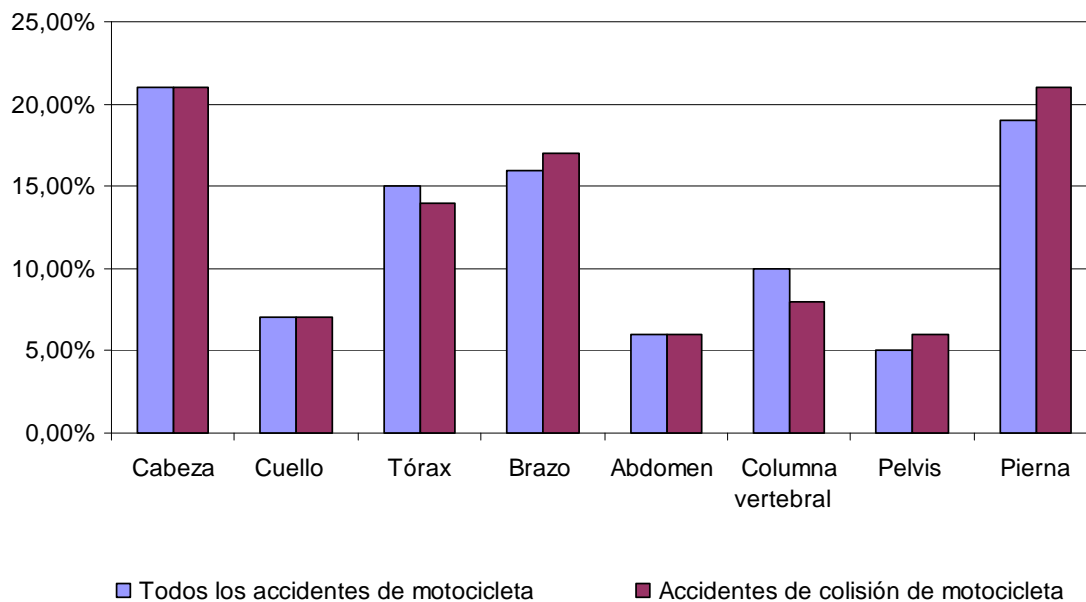
- el 77% de ellos en carretera convencional
- el 41% se han producido por salida de la vía
- el 66% de los que han fallecido conducía motos de más de 500 c.c.
- la mitad ha sido durante los fines de semana.

2. Patrón de lesiones

Los automóviles club europeos, dentro del contexto del presente estudio en el que participa el RACE, han realizado un análisis de accidentes interurbanos de motociclistas, con una muestra de más de 1.000 pacientes.

El patrón de lesiones registrado muestra que los motoristas están expuestos en gran medida al riesgo de sufrir lesiones en la zona de la cabeza y de las piernas en caso de accidente.

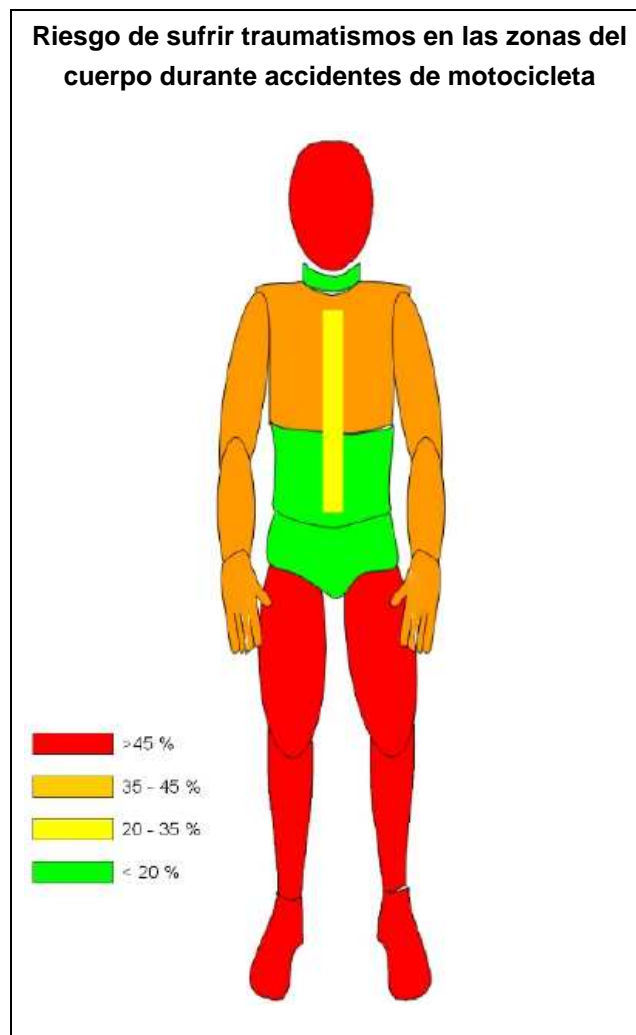
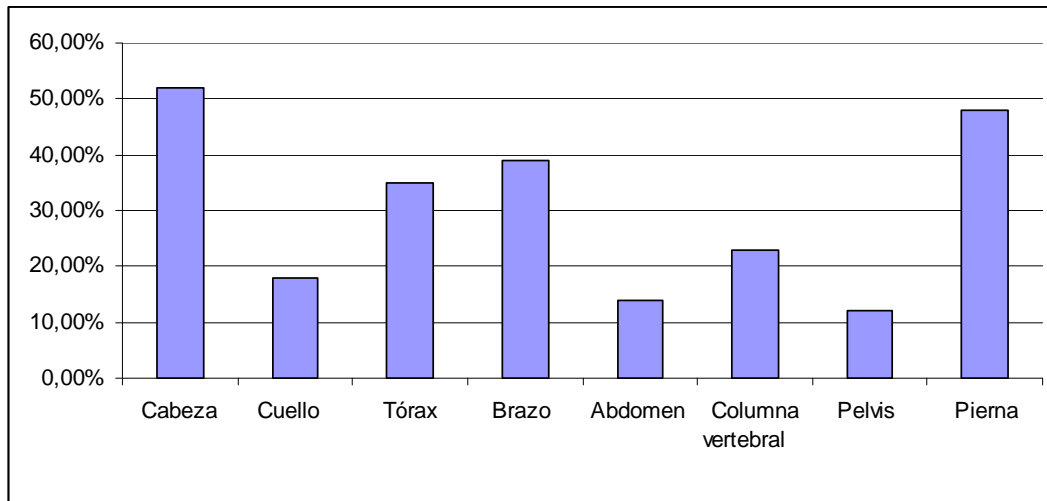
Cuando se estudian sólo las colisiones, se hace evidente que el patrón de lesiones apenas depende de los escenarios de accidente.



En el análisis se registraron 2.561 traumatismos en 1.060 pacientes, lo que significa que **se producen como media 2,4 traumatismos diferentes en cada paciente.**

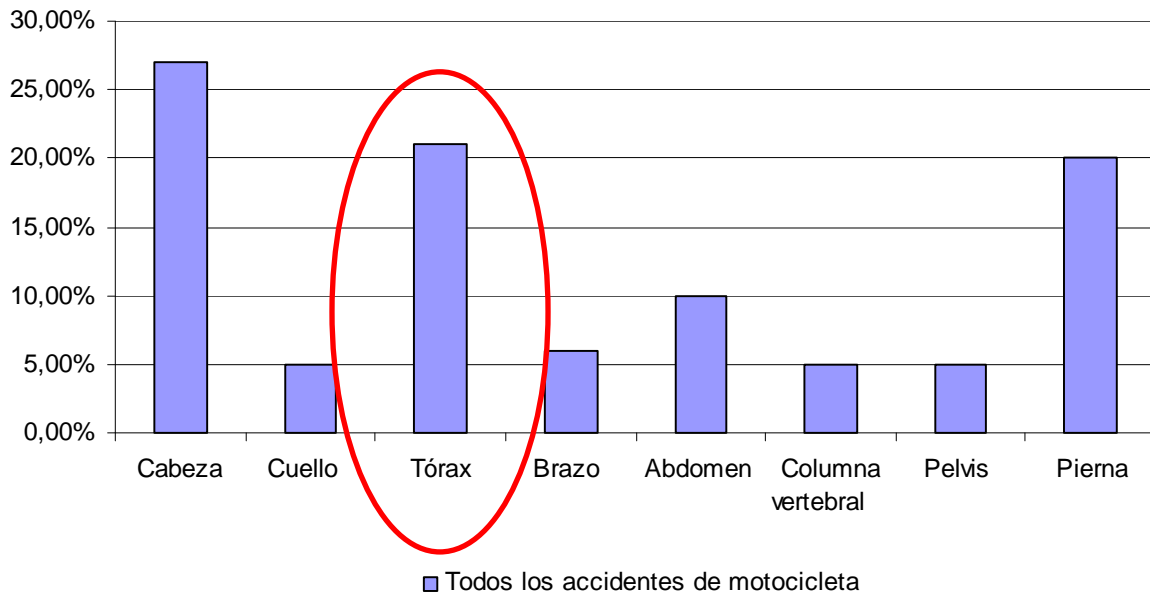
Probabilidad de traumatismo en las zonas del cuerpo

La probabilidad de sufrir un traumatismo que afecte la cabeza en un accidente de motocicleta supera el 50 %.



Patrón de traumatismos en accidentes muy graves y mortales

Si se analizan sólo los traumatismos de los accidentes considerados como muy graves y mortales, entonces podemos ver cómo aumenta la relevancia de las lesiones en la zona torácica.



El análisis de los tipos de traumatismo demuestran la importancia que tiene una protección completa cuando se viaja en motocicleta ya que por regla general se producen **politraumatismos**. Esto significa que como ninguna parte del cuerpo queda libre de riesgo, es preciso proteger todas las zonas en caso de accidente.

Salvo la cabeza, no es posible priorizar ninguna parte del cuerpo que requiera una protección especial.

3. Tipos de sistemas de protección para motoristas

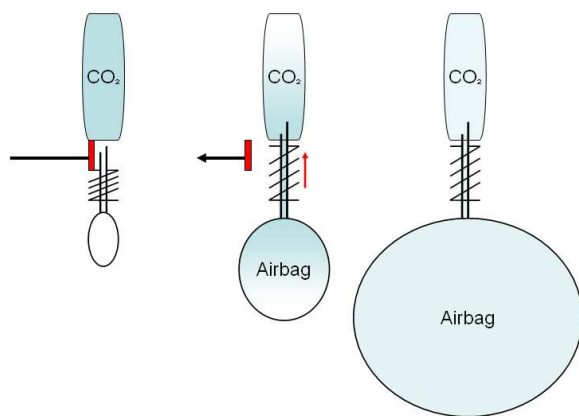
3.1. Chaqueta o chaleco de motorista con airbag integrado y protector de espalda

Su activación se produce mediante cuerda de desgarre, protegiendo el tórax, cervicales y la zona de la espalda con el acolchado de airbag integrado. Los chalecos o chaquetas con airbag funcionan según el mismo principio: se sujeta una cuerda con hebilla al chasis de la motocicleta y cuando el motorista sube al vehículo, une la hebilla al mecanismo de activación de su chaqueta con airbag. De esta manera, la cuerda de desgarre queda ajustada para que esté tensa cuando el conductor se sujete a los mandos y se mantenga en pie sobre los apoyapiés con ambas piernas estiradas. El desgarre de la cuerda activa un mecanismo que llena el tubo flexible en la chaqueta.



Cuerda de desgarre

Los airbags para motoristas apenas pueden compararse con los airbags para pasajeros de turismo, ya que estos últimos se inflan mediante generadores de gas pirotécnicos en un lapso de 20-30 ms. Resulta muy difícil integrar un generador de gas en la ropa protectora debido a la alta temperatura que éste desarrolla durante el encendido y además el sistema no se podría reutilizar, por lo que los airbags en la ropa protectora funcionan con acumuladores de presión. Al activarse el mecanismo, una cánula perfora un **cartucho relleno con CO₂**, el gas fluye por la cánula y llena el airbag, de manera similar a un generador de gas híbrido. Como consecuencia de ello se produce un tiempo de inflado más prolongado, pero la ventaja es la **reutilización**. En las chaquetas, se puede tensar de nuevo el resorte distendido y sustituir el cartucho de gas vacío por uno de recambio.



Funcionamiento de los airbags

El único sistema de los estudiados en el que no es reutilizable es el casco con airbag. Si bien este también se llena un cartucho, sin embargo no se activa con una cuerda de desgarre mecánica, sino por medio de un impulso eléctrico. Este impulso activa un cartucho fulminante, que libera el mecanismo.

Otra diferencia respecto al airbag en el turismo es el tiempo de protección. Mientras que un airbag frontal tiene orificios de salida a través de los cuales se escapa el aire inmediatamente al producirse el impacto del pasajero, los airbags sometidos a estudio cuentan sólo con una abertura muy pequeña, a través de la cual el aire se escapa lentamente. Así queda garantizada la protección durante un tiempo más prolongado. El airbag tiene que seguir protegiendo aun después de una fase de deslizamiento más prolongada sobre el suelo.

En las pruebas sobre seguridad se han testado dos chaquetas con airbag y un chaleco de los que pueden encontrarse en el mercado europeo.

3.2. Casco con airbag integrado

Su objetivo es proteger la columna vertebral en las cervicales. Un mando electrónico en la motocicleta activa el casco mediante radiocomunicación al producirse el choque. Tan pronto como se frena a fondo la motocicleta el sistema sensorico, y no la cuerda de desgarre, activa el casco.



El casco con airbag es el único sistema con activación sin contacto (electrónica). En la motocicleta, con el material que se suministra conjuntamente, se instala un mando con una flecha en la dirección de marcha y se une a la batería.



Principio de inversión de los airbags.

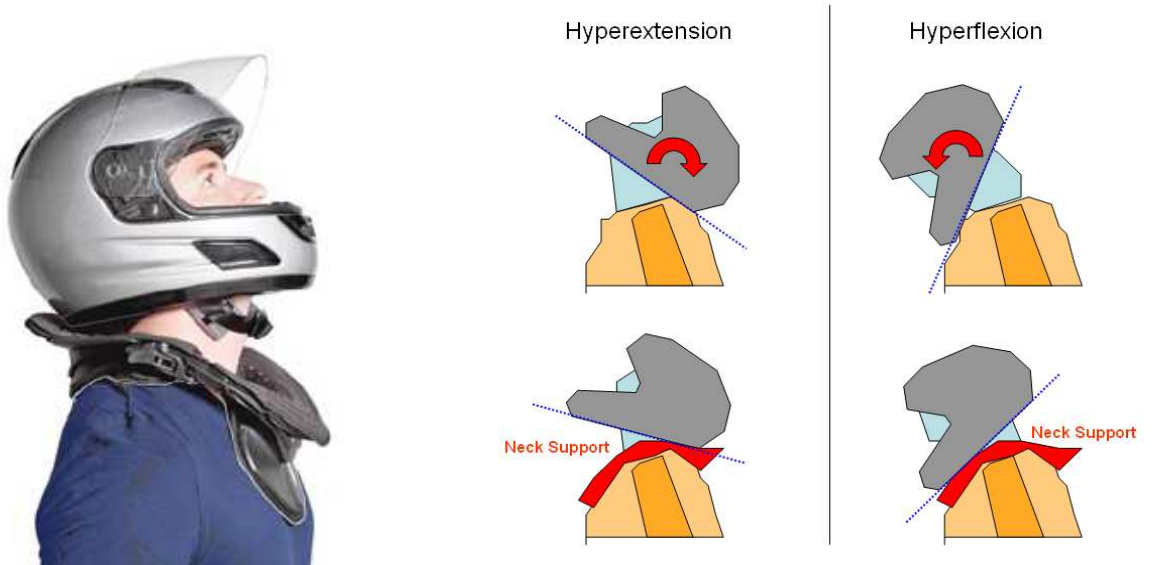
Primero se carga el casco y a continuación se direcciona el mando a la máquina. Después el casco se sincroniza automáticamente tan pronto como está en la proximidad del emisor. Un mando puede guardar hasta 5 cascos, lo que permite que varios motoristas o acompañantes tengan el mismo mando. La instalación es rápida y sin complicaciones. Antes de iniciar la marcha, solo hay que controlar el status en el LED del casco, para verificar si el casco está enlazado con el mando y si la carga de la batería es suficiente.

El casco no se activa en cualquier escenario de accidente, lo hará sólo si la motocicleta sufre una deceleración violenta. Por ejemplo. si derrapa lateralmente en una curva sin frenar bruscamente el mando no reconoce el accidente y no emitiría ninguna señal para su activación.

3.3. Sistema de protección cervical

El sistema de protección cervical, también conocido como “neck-brace” o “neck-support”, es un sistema que se ciñe alrededor del cuello y ha de limitar la sobreextensión de la nuca. Debe desviar las fuerzas de la zona cervical para distribuirlas por partes del cuerpo menos sensibles y en mayor superficie. Aunque proviene del deporte de competición de cross, pronto saldrán productos para su uso en la carretera y cada vez más chaquetas son compatibles con estos sistemas.

Consigue impedir la sobreextensión de las cervicales, pero tiene el inconveniente de restringir la movilidad reduciendo la posibilidad de mirar hacia atrás, lo que no es aconsejable en circulación. Por este motivo se recomienda para el ámbito de off-road y motocross, que es donde se producen lesiones cervicales con más frecuencia.



El neck-brace se combina difícilmente con la ropa de protección estándar. Las posibilidades de ajuste son limitadas; es posible atornillar con una herramienta diferentes elementos distanciadores para adaptarlo a la caja torácica.

3.4. Chaqueta con protectores

La chaqueta con protectores **simboliza el equipamiento básico óptimo** para la parte superior del cuerpo del motorista, protegiendo hombros, codos y espalda.



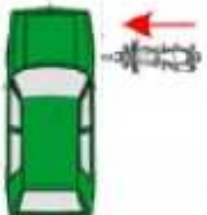
4. Pruebas técnicas

Debido a la variedad de elementos de seguridad del motorista que se han analizado y a su orientación hacia diferentes partes del cuerpo, se han realizado distintos ensayos. El escenario real del accidente se reproduce en un choque a escala natural y se subdivide en varias fases.

4.1. Prueba de choque a escala natural

Junto con las estadísticas, la norma internacional ISO 13232 para ensayo y análisis de accidentes de motocicleta, que se introdujo en 1996, constituye otra base para la selección de los escenarios de prueba. Define 25 tipos de colisión diferentes.

Para la prueba de choque se seleccionó la situación del típico accidente en un cruce a 50 km/h.

Escenario de choque ADAC Basado en la ISO 13232 Clasificación: 313 	Velocidad de la motocicleta: 50 km/h
	Velocidad del vehículo: 0 km/h
	Ángulo de impacto: 90°
	Superposición: 100%
	Motocicleta: Suzuki Bandit GSF 600 año 1997 [220 kg]
	Turismo: Ford Mondeo año 1995 [1300 kg]
	Valores medidos: velocidad, retardo de motocicleta

Este escenario de accidente permite comprobar y evaluar diferentes sistemas de protección, ya que se incluyen, después de una fase de lanzamiento, un impacto primario contra el turismo y otro impacto secundario contra la calzada. Debido al impacto en 90°, este escenario se puede reproducir mejor que los escenarios con componentes oblicuos más ligeros.

Según la especificación del vehículo de acuerdo con la norma ISO 13232-6:2005 (Masa del vehículo: 1238 - 1450 kg / Altura del vehículo: 137 - 147 cm), se eligió como contrario en el accidente un vehículo normal de clase media, un Ford Mondeo (Tara aprox.: 1300 kg. Altura aprox.: 143 cm).

En el ensayo 1:1 con motocicleta circulando libremente y un maniquí sin instrumental (Híbrido II) como viajero en el escenario elegido, se analizaron el curso del accidente y la cinemática a 50 km/h, y se evaluaron los posibles traumatismos.

Como motocicleta media, se eligió una Suzuki Bandit GSF 600.

0 ms

Primer contacto entre la rueda delantera y el vehículo contrario en el accidente.



50 ms

Comienza el desplazamiento hacia delante del motorista. La pelvis se desliza sobre el depósito y se eleva la parte superior del cuerpo.



110 ms

Se estiran las piernas y avanza la parte superior del cuerpo.



150 ms

La cabeza golpea contra la cubierta del motor. Se sobrecargan las cervicales.



250 ms

El motorista es lanzado por encima del vehículo contrario.



400 ms

Fase de vuelo.



700 ms

El motorista se aproxima al impacto secundario.



866 ms

El motorista toca suelo primero con un pie y se tuerce la articulación del pie.



1050 ms

La parte superior del cuerpo se apoya primero en el cóccix.



De lo anterior, resulta a grandes pasos el siguiente curso temporal:



La parte frontal del vehículo es empujada casi un metro hacia un lado. El motorista sale despedido de la motocicleta y hace contacto con el suelo a 5,5 metros de distancia, para deslizarse otros 2 metros más. Se detiene más de 7 metros por detrás del lugar del accidente (distancia de lanzamiento longitudinal).

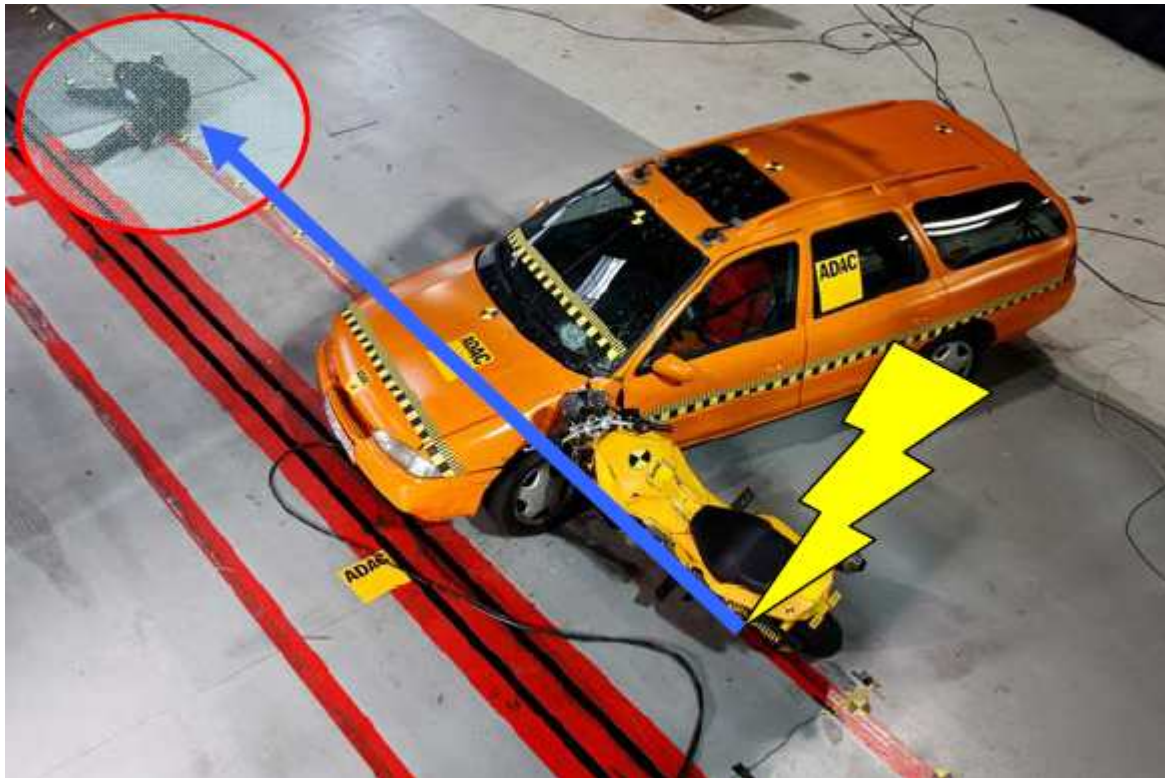
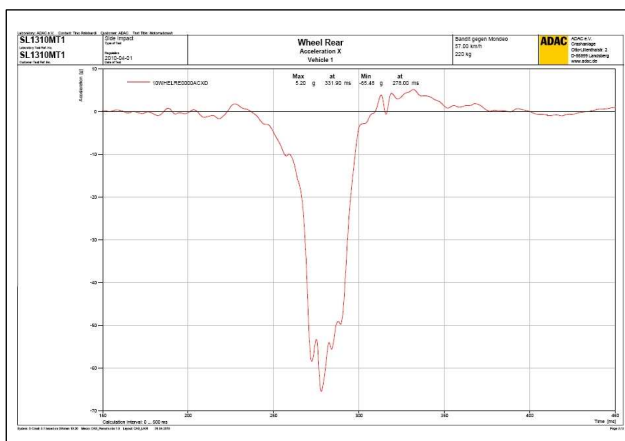


Figura 1: Posición final después del choque.

Con este escenario, el riesgo de sufrir un traumatismo mortal es bajo ya que la cabeza no impacta con excesiva virulencia. Pero el accidentado podría sufrir muchos traumatismos aislados, como lesiones de la columna vertebral cervical, una posible fractura de columna, fracturas de brazos y piernas, así como fracturas de costillas, excoriaciones y contusiones múltiples.



Retardo de la motocicleta.

El retardo de la motocicleta se midió en el chasis:

Como la zona de absorción de impactos es muy corta, se produce un retardo máximo muy elevado de 60 g. Sin embargo, el motorista no está expuesto a este retardo, ya que se separa de la motocicleta.

4.2. Ensayos de activación

Se mide el tiempo de intervención, desde el primer contacto entre motocicleta y vehículo contrario hasta la apertura completa. Ésta **no debe superar los 200 ms**. El tiempo de intervención se compone de dos intervalos: el tiempo de activación, hasta que la cuerda se desgarró o se produce el impulso de encendido eléctrico y el tiempo de llenado hasta que se infla por completo. No se evaluó si podría existir un efecto protector antes del despliegue completo de presión.

Todos los sistemas activan el mecanismo antes de que el motorista se separe por completo de la motocicleta (tiempo de activación <150 ms). A pesar de que la caída al suelo del maniquí fue muy violenta, ninguno de los sistemas resultó dañado; **y todos los airbags estaban llenos de aire después del choque**.

La flecha temporal representada se aplica sólo a la situación de accidente analizada; el impacto secundario puede ocurrir también mucho antes, según el escenario del accidente.

Para analizar la activación oportuna de los sistemas activos, se diseñó un ensayo con trineo, en el que se reprodujo el choque contra el vehículo. Una motocicleta del mismo modelo se sujetó lateralmente al trineo. Con esta estructura, se pueden ajustar los más diversos retardos de choque y repetir los ensayos cuantas veces se desee.



Motocicleta con maniquí en el trineo

La motocicleta se frena desde una velocidad de 48 km/h con el Crash-Puls ECE–R44. Así la motocicleta consigue un retardo máximo de 22 g, aunque a lo largo de un período más prolongado que en el ensayo real.

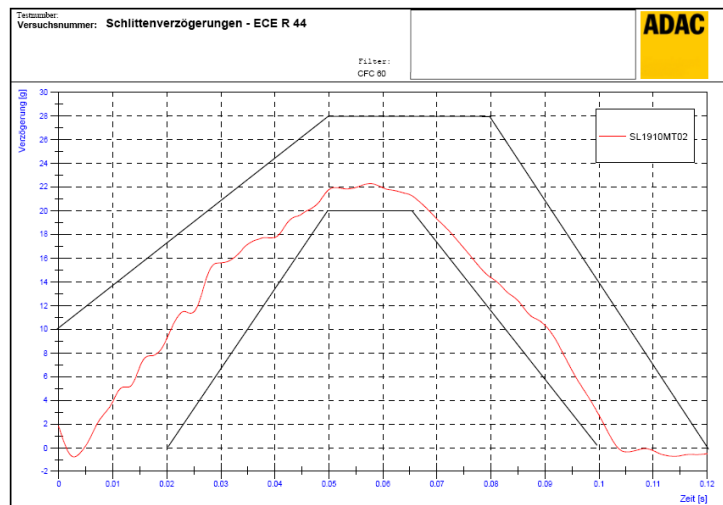


Diagrama 1: Impulso de retardo ECE R44

Para reproducir con la mayor precisión posible la cinemática del ensayo real (choque a escala real) y el ensayo con trineo, se varió la velocidad. En el ensayo real, superó ligeramente los 50 km/h y en el ensayo con trineo, estuvo ligeramente por debajo de esa velocidad.

Comparación entre el ensayo real y el ensayo con trineo:

Una figura en la posición de frenado de la motocicleta simboliza al vehículo contrario en el accidente.

70 ms



125 ms



215 ms



380 ms



En la comparación, se demuestra que la cinemática del ensayo con trineo coincide con el choque a escala natural. Con este ensayo, se sometieron a prueba todos los sistemas activos para evaluar la activación correcta.

4.3. Ensayos de carga

Para poder comparar de la forma más realista posible las cargas que se producen, se utilizó el mismo maniquí empleado en el choque de vehículo, es decir, un maniquí HIII 50 % con una altura de 175 cm y 78 kg de peso, y se evaluaron los sensores ya admitidos. Lamentablemente este sistema de medición tiene límites evidentes, pero sirve muy bien tanto para la comparación como para la ilustración de un escenario de accidente. Hasta la fecha, existen procesos de ensayo normalizados sólo de forma general para los protectores.

El maniquí especial, descrito en la norma para las pruebas de choque de motocicleta ISO 13232 para accidentes de motocicleta MATD (Motorcyclist Anthropometric Test Device = Dispositivo de prueba antropométrica del motorista) se basa en un Híbrido III. Las diferencias son, entre otras, huesos de pierna fracturables.

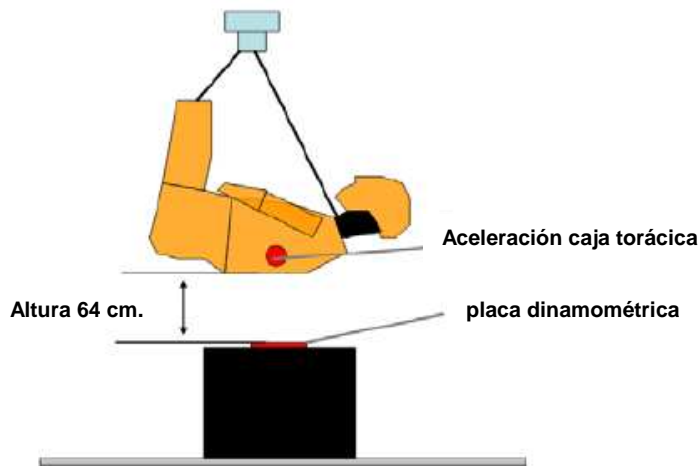
Carga sobre la espalda

Aquí se demuestra **el elevado potencial protector de los airbag**. Los retardos y las fuerzas pueden reducirse significativamente mediante un largo recorrido elástico. Los protectores de espalda pasivos sirven más bien para reducir las cargas puntuales y ambos son importantes para una amplia protección de la espalda.

Para la prueba, se dejó caer sobre la espalda un maniquí desde una altura definida y se midió la aceleración de la caja torácica en el maniquí. Para evaluar una carga de la columna vertebral, se instaló placa dinamométrica sobre un bloque. Esta placa sobresale 10 mm sobre el bloque y ejerce, con este saliente, una fuerza de cizallamiento sobre la columna vertebral. En los sistemas de airbag, se activó el mecanismo de caída 5 segundos después de la activación.

Aunque las pruebas sirven principalmente para la comparación, existen para ambos valores medidos en puntos de referencia para saber en qué nivel existe un riesgo elevado de sufrir un traumatismo. Estos se obtienen generalmente de la evaluación del choque de vehículo.

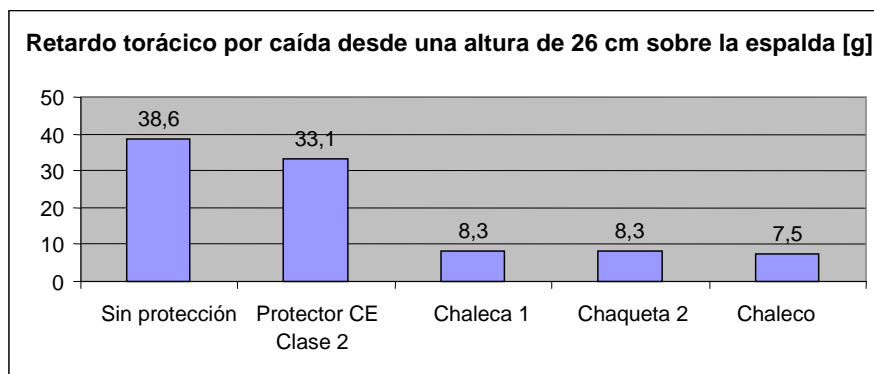
Valor	Límite	Base
Aceleración torácica [g]	a 3 ms < 60 g	ECE-R94 Choque frontal de vehículo
Fuerza resultante [N]	< 9000 N	Norma de prueba para protectores de espalda EN 1621-2 (Clase de protección 2)
Fuerza entre la columna vertebral lumbar y la pelvis [N]	< 6700 N	Biomecánica



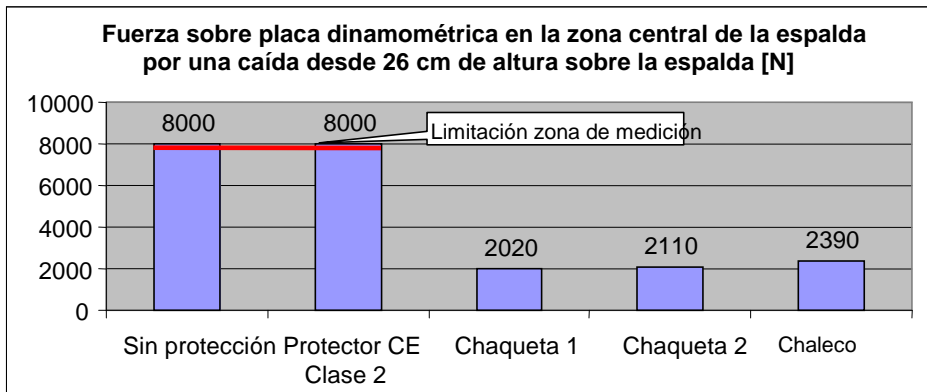
Esquema y realización de la carga sobre la espalda.

Como no se contaba con valores experimentales ni pautas de prueba, se utilizaron dos alturas de caída diferentes para determinar el nivel de carga. Para ello, se supusieron caídas desde 26 cm y 64 cm de altura. Si bien las velocidades de impacto se hallan sólo en 8 km/h y 12,8 km/h, el nivel de carga es, sin protección, enorme, ya que la zona ósea de la columna vertebral está protegida únicamente por una fina capa de piel. Por eso, no fue posible someter a prueba ni el valor de referencia sin protección, ni el protector de espalda CE con una caída desde 64 cm de altura. El alcance de medición de la placa dinamométrica está limitado a 8 kN.

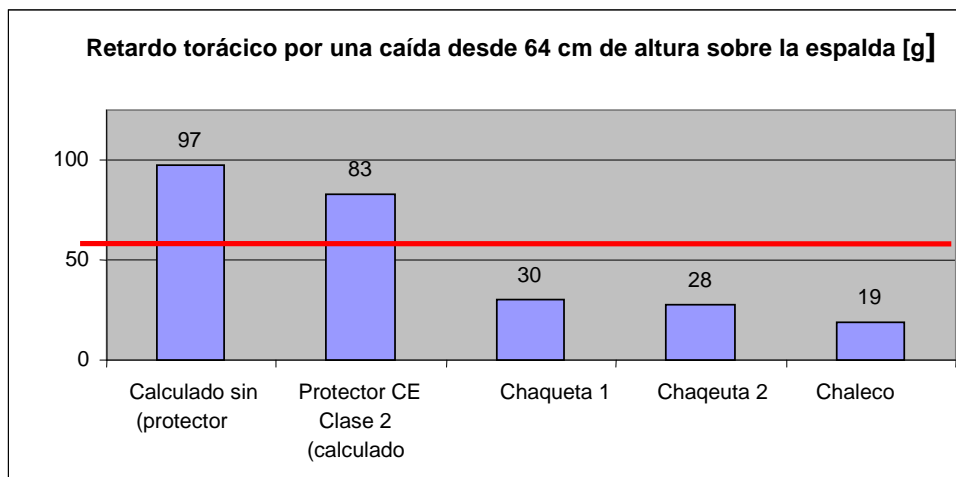
El retardo torácico alcanza un nivel crítico ya en una caída desde 26 cm de altura. La chaqueta con protectores pero sin airbag con homologación CE apenas puede reducir el retardo debido a su fina construcción.



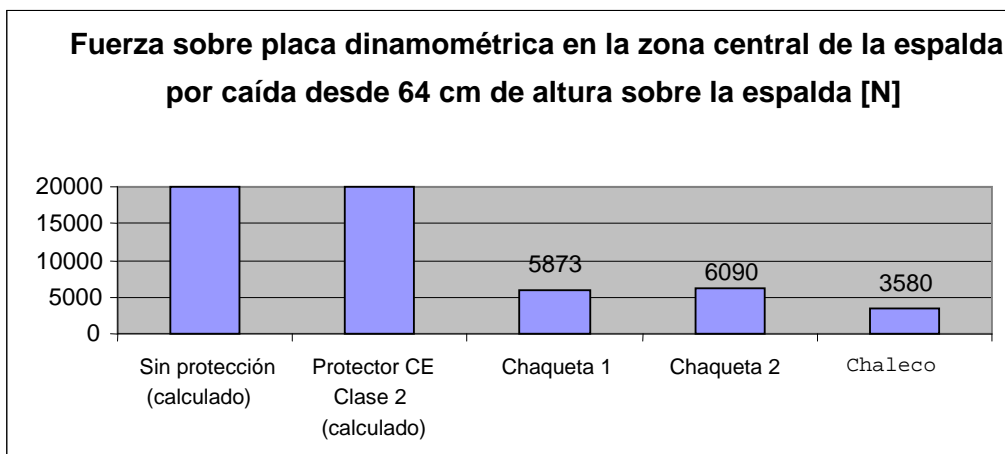
La fuerza sobre la placa dinamométrica sirve para comparar el rendimiento de los productos. No fue posible determinar un límite de carga biomecánica. Un valor de la biomecánica indica que la carga entre la columna vertebral lumbar y la pelvis no debe ser superior a 6700 N. El alcance de medición está limitado a 8000 N.



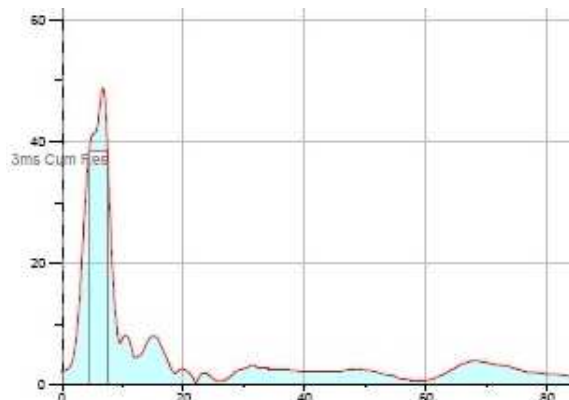
El nivel de carga con las chaquetas con airbag es también bajo en una caída desde 64 cm de altura.



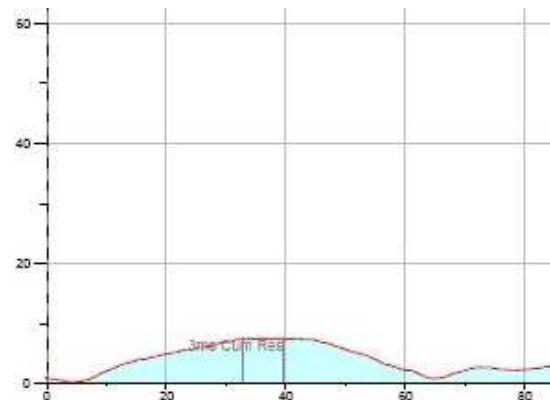
Debido a la elevada carga sobre la placa dinamométrica, las pruebas se realizaron sólo con sistemas de airbag. Los valores en estado desprotegido y con el protector de espalda CE se calcularon con un factor hipotético de 2,5 como valor comparativo. También se puede reducir drásticamente la fuerza que recae sobre la placa dinamométrica y, en consecuencia, sobre la espalda.



Caída desde 26 cm de altura	Aceleración torácica máx. [g]	Aceleración torácica a 3 ms [g]	Fuerza resultante sobre la placa [N]
Producto			
Sin protección	48,8	38,6	8000
Chaqueta 1	8,4	8,3	2020
Chaqueta 2	8,4	8,3	2110
Chaleco	7,49	7,5	2390



Aceleración torácica, sin protección, 26 cm

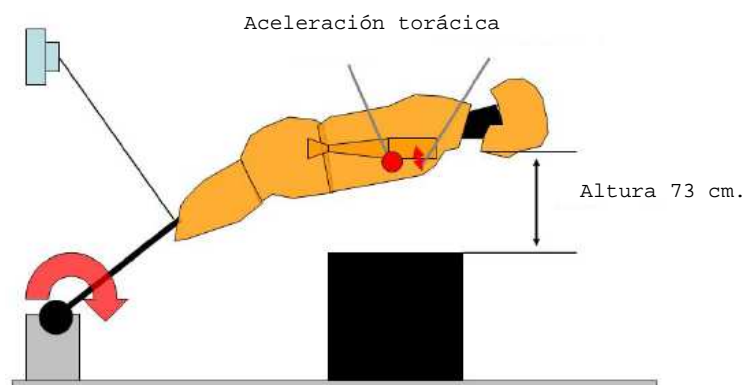


Aceleración torácica Chaleco, 26 cm

Caída desde 64 cm de altura	Aceleración torácica máx. [g]	Aceleración torácica a 3 ms [g]	Fuerza resultante sobre la placa [N]
Sin protección		$38,6 * 2,5 = 96,5$	$8000 * 2,5 = 20000$
Protector de espalda (Valor medio de 3 mediciones)		$33,1 * 2,5 = 82,75$	$8000 * 2,5 = 20000$
Chaqueta 1 (Valor medio de 3 mediciones)	33,3	29,7	5873,3
Chaqueta 2 (Valor medio de 3 mediciones)	31,6	28,2	6090,0
Chaleco (Valor medio de 3 mediciones)	19,5	19,2	3580,0

Carga torácica

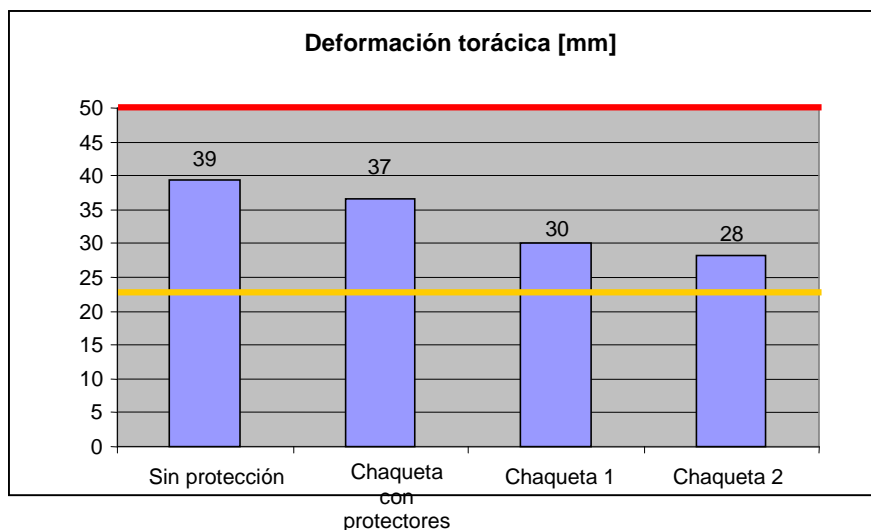
Los sistemas de protección sometidos a prueba presentaron sólo escasos resultados positivos en lo que a carga torácica se refiere. Como la caja torácica es flexible, es capaz de amortiguar por sí sola un impacto. Los retardos torácicos con y sin airbag apenas difieren entre sí. Las dos chaquetas con airbag aportan una diferencia mensurable en la deformación torácica, y pueden **reducir la deformación torácica en casi un 25 %**. No obstante, debido a la flexibilidad de la caja torácica, un protector torácico pasivo, que reparta las cargas puntuales que se produzcan, resultaría idóneo para evitar la fractura de algunas costillas.



Esquema y realización de la carga torácica.

La deformación torácica sirve como punto de referencia para el riesgo de traumatismo. En el choque frontal de Euro NCAP, se evalúa a partir de 22 mm de deformación un riesgo elevado y a partir de 50 mm, un riesgo muy elevado.

Valor	Límite	Base
Aceleración torácica [g]	a 3 ms < 60 g	ECE-R94 Choque frontal de vehículo
Deformación torácica [mm]	< 50 mm	Choque frontal Euro NCAP



Producto	Aceleración torácica a 3 ms [g]	Deformación torácica [mm]
Sin protección	14,1	39,4
Chaqueta con protectores	12,1	36,6
Chaqueta 1	13,6	30,2
Chaqueta 2	13,4	28,2

Por regla general, habría que recomendar en la zona torácica un protector CE pasivo para la ropa de motorista. Si bien este protector no puede reducir significativamente las aceleraciones, sí es capaz de distribuir las cargas puntuales para evitar la fractura de algunas costillas.

Para comprobar si existe algún peligro debido al duro cartucho de gas en la zona torácica, se colocó en las chaquetas con airbag una película dinamométrica entre la chaqueta y el maniquí en el lado del cartucho de CO₂. Ésta indica la presión máxima aplicada mediante diferentes intensidades cromáticas. La película utilizada (Fuji Prescale Pressure Indicating Film LLW / Super Low Pressure) tiene un alcance de medición de 0,5 - 2,5 N / mm².

Después del ensayo, se observan las imágenes siguientes:



Impresiones sobre las películas dinamométricas

La presión pico máxima se produce en la zona del esternón y la cremallera se distingue claramente. Los tubos flexibles de aire no pueden impedir el impacto hasta el esternón. También el cartucho deja una impresión visible, aunque la presión ejercida es inofensiva.

Carga sobre la nuca

Los traumatismos en la columna vertebral cervical pueden tener consecuencias muy graves, una amplia sobreextensión hacia atrás, hiperextensión, puede dar lugar a que las apófisis espinosas de la columna se junten y se fracturen.

Para establecer una comparación, se somete a prueba un sistema de protección de las cervicales que se utiliza frecuentemente en las competiciones de motocross. Para reproducir una hiperextensión de la nuca, el maniquí oscila con el borde superior del casco contra el suelo y dobla la cabeza hacia atrás.

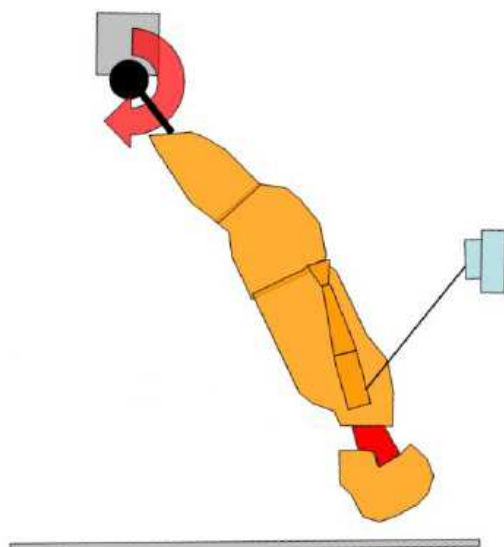


Figura 2: Esquema y realización de la carga sobre la nuca.

Durante el accidente, esto podría ocurrir tanto al impactar contra el vehículo como también durante el impacto secundario.



Ejemplo del choque.

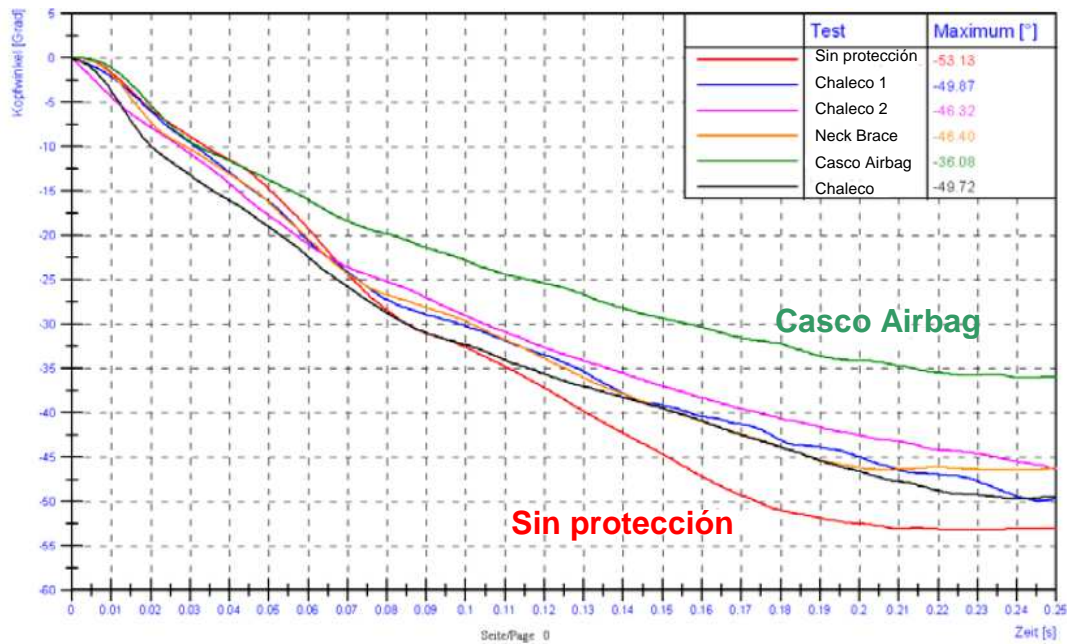
Se mide la variación del ángulo del casco. Las fuerzas y los momentos medidos en la nuca no sirven para la evaluación, porque son bastante independientes de la hiperextensión de la nuca y se miden en la base del cráneo.

Durante la prueba, **todos los productos pueden alcanzar un efecto positivo**. El airbag del casco puede obtener la mayor reducción de ángulo. Debido a su construcción rígida, el “neck brace” pudiera estar en condiciones de absorber mayor carga que los sistemas de airbag, aunque la carga fuese mayor.

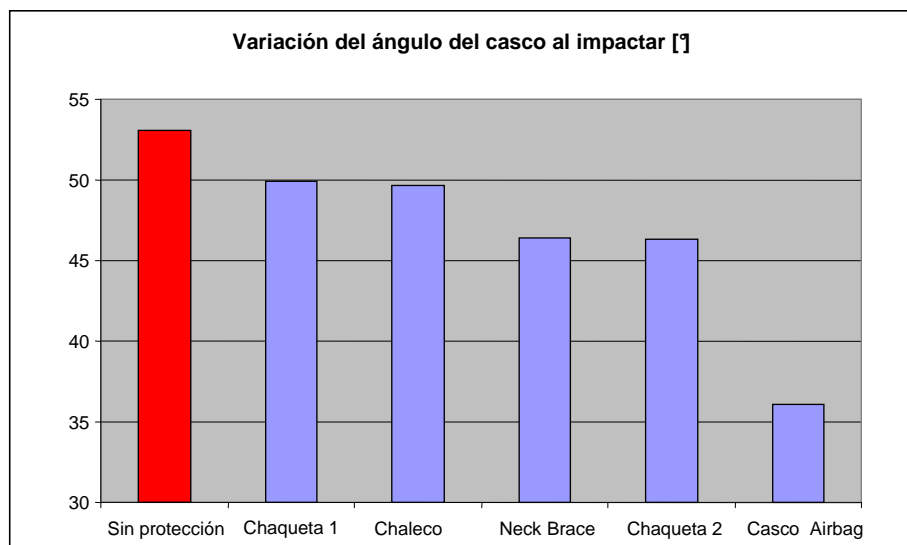
El ángulo se midió siguiendo los puntos del objetivo colocado en el casco. La sobreextensión máxima se midió después de 250 ms.



Figura 3: Comparación del casco con y sin airbag.



Curso del ángulo de cabeza de todos los productos



Es evidente que todos los sistemas consiguen reducir el ángulo de flexión de la nuca, siendo el que mejor apoyo ofrece es el casco con airbag. La gran ventaja del neck brace es que puede derivar más fuerza debido a su estructura rígida.

4.4. Ensayos de lanzamiento / Rotura por fricción del airbag

De la estadística de accidentes se desprende un número muy elevado de accidentes individuales, que con frecuencia se trata de derrapes en una curva. En este tipo de accidente el primer impacto se produce casi siempre contra el asfalto y, después de una fase de deslizamiento, existe el riesgo de un impacto secundario contra un

obstáculo o un vehículo. Con esta prueba, se evalúa la resistencia a la abrasión, ya que el tubo flexible de aire en el caso de una colisión secundaria tiene que mantenerse intacto también durante el deslizamiento sobre el asfalto.

El **casco con airbag no se sometió a prueba** porque el sistema no se activa durante el escenario de un derrape, sino que se activará sólo si la motocicleta está expuesta a un retardo intenso.

Para poder reproducir de forma realista este accidente y su cinemática, se acelera a 100 km/h y se lanza lateralmente, detrás de un vehículo, un maniquí vestido y sin instrumental de medición.



Armazón de ensayo detrás de un tractor.

En la prueba se demuestra que, cuando el motorista cae de espaldas y se desliza por el asfalto existe un alto riesgo de rotura por abrasión en las chaquetas con airbag. En cambio, en la prueba realizada con el chaleco con airbag, aunque el maniquí se desliza sobre la espalda el tubo flexible de aire del chaleco se mantiene intacto y resiste perfectamente la abrasión del asfalto; el material es más robusto.

Si el motorista se desliza primero sobre la espalda, la zona desplegable de las caderas puede también romperse por abrasión, ya que esta parte de la chaqueta es la última que se llena con aire.

5. Resumen de resultados

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, el riesgo de muerte de los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas es veinte veces mayor que el de los ocupantes de automóviles.

En España, este verano de 2010 ha existido un **aumento de las víctimas mortales en motocicleta del 5%** respecto al verano del año pasado, elevándose a 64 fallecidos. El perfil de accidente de motocicleta es aquel que se produce en carretera convencional, por salida de la vía, conduciendo motos de más de 500 c.c., y la mitad ha sido durante los fines de semana.

En los accidentes de motocicleta se producen como **media 2,4 traumatismos diferentes en cada paciente**, siendo la **probabilidad de sufrir un traumatismo que afecte la cabeza superior al 50 %**.

Analizando sólo los traumatismos en accidentes muy graves y mortales, podemos ver cómo los más frecuentes son los que afectan a la **Cabeza**, con un 27% de los casos, seguidos de los que afectan al **Tórax** con un 21%, y de los que afectan a las **Piernas** con un 20%, el resto de traumatismos se producen por orden de relevancia en Abdomen, Brazos, Cuello, Columna Vertebral y Pelvis.

El análisis de estos traumatismos nos ayuda a demostrar la importancia que tiene una protección completa cuando se viaja en motocicleta, ya que por regla general **se producen politraumatismos**. Durante el accidente el motorista sale despedido pudiendo seguir varias trayectorias de vuelo, por lo que colocar airbags en el cuerpo del motorista para protegerle es muy acertado.

Con este informe el RACE quiere resaltar la importancia de proteger convenientemente el cuerpo del usuario de motocicletas. Por este motivo, se ha sometido a prueba diferentes sistemas de protección mediante airbag en una situación de choque real a 50 km/h, analizando el potencial de protección, las velocidades de activación e inflado, la resistencia a la abrasión y la capacidad de carga puntual.

Los sistemas que han demostrado ser beneficiosos para la seguridad del motorista son:

- Chaqueta o chaleco de motorista con airbag integrado y protector de espalda
- Casco con airbag integrado
- Sistema de protección cervical
- Chaqueta con protectores

Los accidentes en los que estos sistemas protectores pueden incidir con más efectividad son tres: el impacto contra un vehículo saliendo despedido el motorista por encima de éste, cuando el motorista se cae de la motocicleta e impacta contra el suelo, y cuando la motocicleta derrapa lateralmente y tras una fase de deslizamiento el motorista puede impactar de forma descontrolada contra un obstáculo.

Para la prueba de choque se ha seleccionado la situación del típico accidente en un cruce, una motocicleta que impacta a 50 km/h contra un vehículo parado, con un ángulo de impacto de 90°. Este escenario de accidente permite comprobar y evaluar diferentes sistemas de protección, ya que se incluyen, después de una fase de lanzamiento, un impacto primario contra el turismo y otro impacto secundario contra la calzada. Con este escenario el riesgo de sufrir un traumatismo mortal es moderado, ya que la cabeza no impacta con excesiva virulencia, pero el accidentado podría sufrir muchos traumatismos aislados, como lesiones de la columna vertebral cervical, una posible fractura de columna, fracturas de brazos y piernas, así como fracturas de costillas, excoiaciones y contusiones múltiples.

En el choque la parte frontal del vehículo es empujada casi un metro hacia un lado, el motorista sale despedido de la motocicleta, golpea el capó del motor con la cabeza, inicia un vuelo y hace contacto con el suelo a 5,5 metros de distancia, para deslizarse otros 2 metros más, deteniéndose más de 7 metros por detrás del lugar del accidente.

En los ensayos de activación se ha comprobado que todos los sistemas **activan el mecanismo de airbag antes de que el motorista se separe por completo de la motocicleta**, con un tiempo de activación inferior a 150 ms, y a pesar de que la caída al suelo del maniquí resulta ser muy violenta, ninguno de los sistemas resultó dañado; **y todos los airbags de los sistemas de protección se encuentran llenos de aire después del choque.**

En estas pruebas se observa el elevado potencial protector de los airbag, ya que **los retardos y las fuerzas se reducen significativamente gracias a un largo recorrido elástico**, demostrando que estos sistemas de airbag tienen un claro efecto protector sobre algunas partes del cuerpo.

Para conocer el potencial protector de estos dispositivos sobre la espalda, se dejó caer un maniquí sobre su espalda desde una altura definida y se midió la aceleración de la caja torácica en el maniquí.

El nivel de carga es enorme sin protección, ya que la zona ósea de la columna vertebral está protegida únicamente por una fina capa de piel. Las pruebas demostraron que **con una prenda con airbag este nivel de carga sobre la espalda puede descender hasta un 80%**. Aquí se demuestra el elevado potencial protector de los airbag, ya que las fuerzas pueden reducirse significativamente mediante un largo recorrido elástico. Los protectores de espalda sin airbag sirven para reducir las cargas puntuales y ambos son importantes para una amplia protección de la espalda.

La protección de la zona torácica es vital. Para comprobar el potencial protector se dejó caer el maniquí desde una altura predefinida sobre su torax. Como la caja torácica es flexible, es capaz de amortiguar por sí sola un impacto leve, pero si se trata de un impacto más fuerte **el uso de chaquetas con airbag pueden reducir la deformación torácica en casi un 25 %**. No obstante, debido a la flexibilidad de la caja torácica, un protector torácico pasivo sin airbag, que reparta las cargas puntuales que se produzcan, también resulta idóneo para evitar la fractura de algunas costillas.

Por regla general, habría que **recomendar en la zona torácica un protector pasivo para la ropa de motorista**. Si bien este protector no puede reducir significativamente las aceleraciones, sí es capaz de distribuir las cargas puntuales para evitar la fractura de algunas costillas.

Los traumatismos en la columna vertebral cervical pueden tener consecuencias muy graves, una amplia sobreextensión hacia atrás, hiperextensión, puede dar lugar a que las apófisis espinosas de la columna se junten y se fracturen.

En la prueba para reproducir una hiperextensión de la nuca, el maniquí oscila con el borde superior del casco contra el suelo con objeto de doblar la cabeza hacia atrás.

Durante la prueba, tanto el sistema de protección cervical o “neck-brace”, como las chaquetas y casco con airbag, alcanzan un efecto positivo y reducen el ángulo de flexión de la nuca, siendo **el casco con airbag el que consigue obtener la mayor reducción del ángulo de flexión de la nuca, con más de un 32% de reducción..** La gran ventaja del “neck brace” es que puede derivar más fuerza debido a su estructura rígida.

De la estadística de accidentes de motocicletas se desprende que existe un número elevado de accidentes sin que hubiera un tercero implicado, con frecuencia se trata de derrapes en una curva. En este tipo de accidente el primer impacto se produce casi siempre contra el asfalto y, después de una fase de deslizamiento existe el riesgo de un impacto secundario contra un obstáculo o un vehículo.

Para poder reproducir de forma realista este accidente y su cinemática, se acelera a 100 km/h y se lanza lateralmente, detrás de un vehículo, un maniquí vestido y sin instrumental de medición. En esta prueba se evalúa la resistencia a la abrasión del airbag, ya que el tubo flexible de aire en el caso de una colisión secundaria tiene que mantenerse intacto también durante el deslizamiento sobre el asfalto. En la prueba se observa que cuando el motorista cae de espaldas y se desliza por el asfalto existe un riesgo de rotura por abrasión del airbag, lo que ocurre durante las pruebas con algún modelo de chaqueta con airbag, por lo que para que el tubo flexible de aire del chaleco se mantenga intacto y resista perfectamente la abrasión del asfalto; el material debe ser lo suficientemente robusto.

Departamento de Seguridad Vial
RACE