



Prueba de choque RACE:

La peligrosidad de llevar el material de esquí en el habitáculo



Departamento de Seguridad Vial y Movilidad de RACE

Introducción

En caso de accidente, una carga mal colocada en el vehículo es un factor clave en la gravedad del accidente. No será la primera vez que al tener que llevar objetos pesados o de gran volumen dentro de un coche oímos: "Conduciré con cuidado" o "No voy tan lejos". Lamentablemente, los accidentes son imprevisibles y aun cuando los vehículos son cada vez más seguros, no hay que subestimar el peligro que puede suponer un objeto que sale volando.

La prueba de choque desarrollada por el RACE y otros automóviles club europeos demuestran los peligros de llevar la carga dentro del habitáculo mal colocada. En la prueba de choque se ha cargado el turismo con diversos elementos que podrían ser necesarios para pasar un día en una estación de esquí, para de esta forma enseñar cómo es posible transportar de forma segura los esquís, palos, trineos y botas. Esto es necesario para nuestra seguridad, porque los objetos que salen volando pueden desarrollar un peso equivalente hasta 50 veces su propia masa durante un accidente a sólo 50 km/h. ¡Duplicar la velocidad significa multiplicar por cuatro la energía de la colisión!

¡Un solo esquí llega a desarrollar la fuerza cinética equivalente a un hombre adulto!

En el ensayo se ha utilizado un VW Golf IV Kombi con los objetos típicos para una excursión invernal, por ejemplo, dos pares de esquís con sus botas, un trineo y algo de equipaje.

En la primera prueba de choque los objetos se apilaron rápidamente sin muchas complicaciones, pero después se vieron las consecuencias de sufrir un choque a 50 km/h.

En un segundo ensayo, todos los objetos, como los esquís, están amarrados y se apoyan sobre una chapa de madera, en tanto que el trineo se apoya contra los

asientos traseros abatidos sólo por la mitad, con objeto de demostrar la importancia de colocar correctamente el equipaje.



No importa si se trata de una excursión a una estación de esquí, la compra de materiales de construcción o cualquier otro elemento que podamos transportar en un coche. Los dispositivos de seguridad más modernos de los vehículos no son capaces de proteger a quien se expone imprudentemente dentro de la cabina a una carga potencialmente peligrosa. En cualquier caso, es conveniente llevar siempre cintas tensoras, ya que muchas compras se realizan sobre la marcha espontáneamente y dedicar algunos minutos a asegurar la carga o realizar el transporte en varias etapas, puede salvar vidas en caso de accidente.

1. Organización del ensayo

1.1. Disposición y velocidad del trineo

Alrededor de la mitad de las colisiones son accidentes frontales, por lo que en el ensayo se reprodujo sólo el escenario de un choque frontal.

Para realizar los ensayos se montó la carrocería de un vehículo sobre un trineo móvil, que, para simular el impacto, se frenó desde la velocidad de ensayo hasta la detención completa en una distancia muy corta. En la figura 2, se representa el ejemplo de esta organización del ensayo.

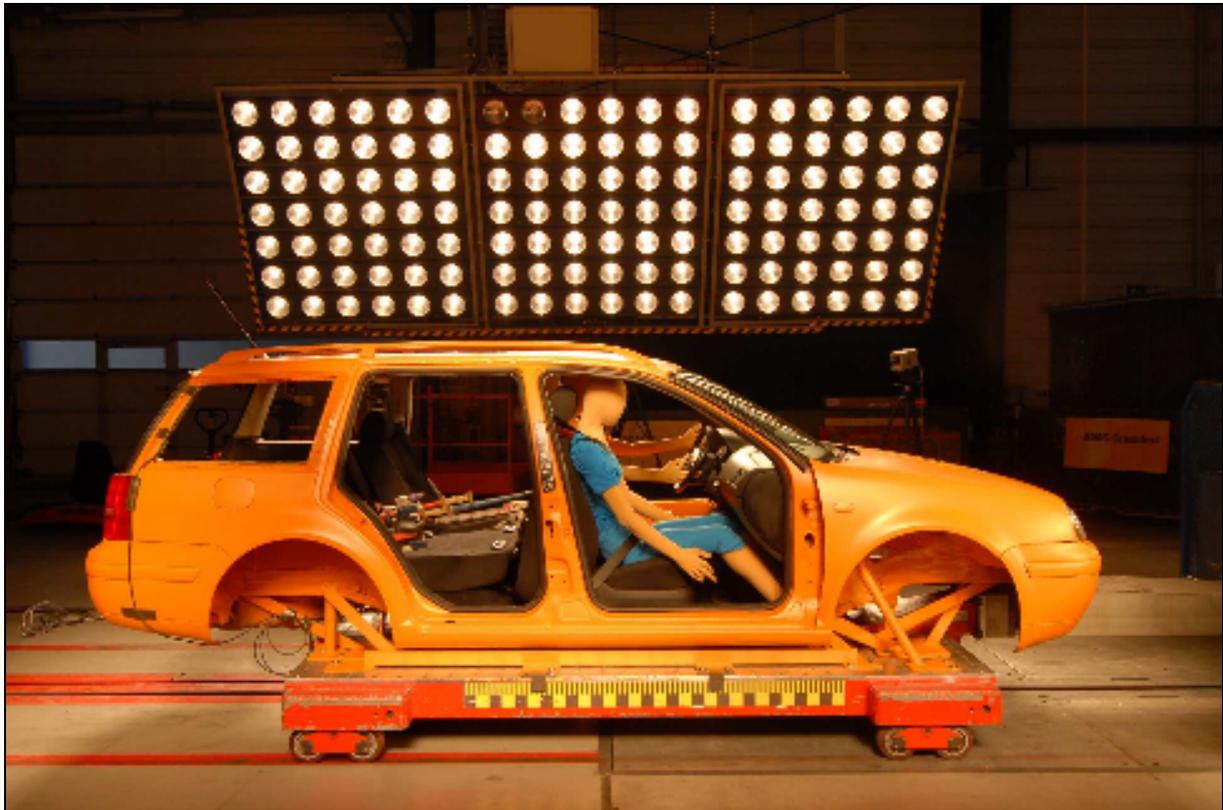


Figura 1: Ejemplo de organización del ensayo.

Como la atención principal está puesta en la carga, se prescinde de la activación de los airbags. Para evitar que los maniqués y la técnica de medición se dañen debido a los objetos que salen volando, los ensayos se realizaron respectivamente con dos muñecos de goma espuma.

Tomando como referencia la norma DIN 75410-2: "Aseguramiento de la carga en turismos, turismos combi y vehículos multiusos", la velocidad para el ensayo se fijó

en 50 Km/h y se frenó el trineo con el recorrido de la curva de retardo que se representa en la figura 2.

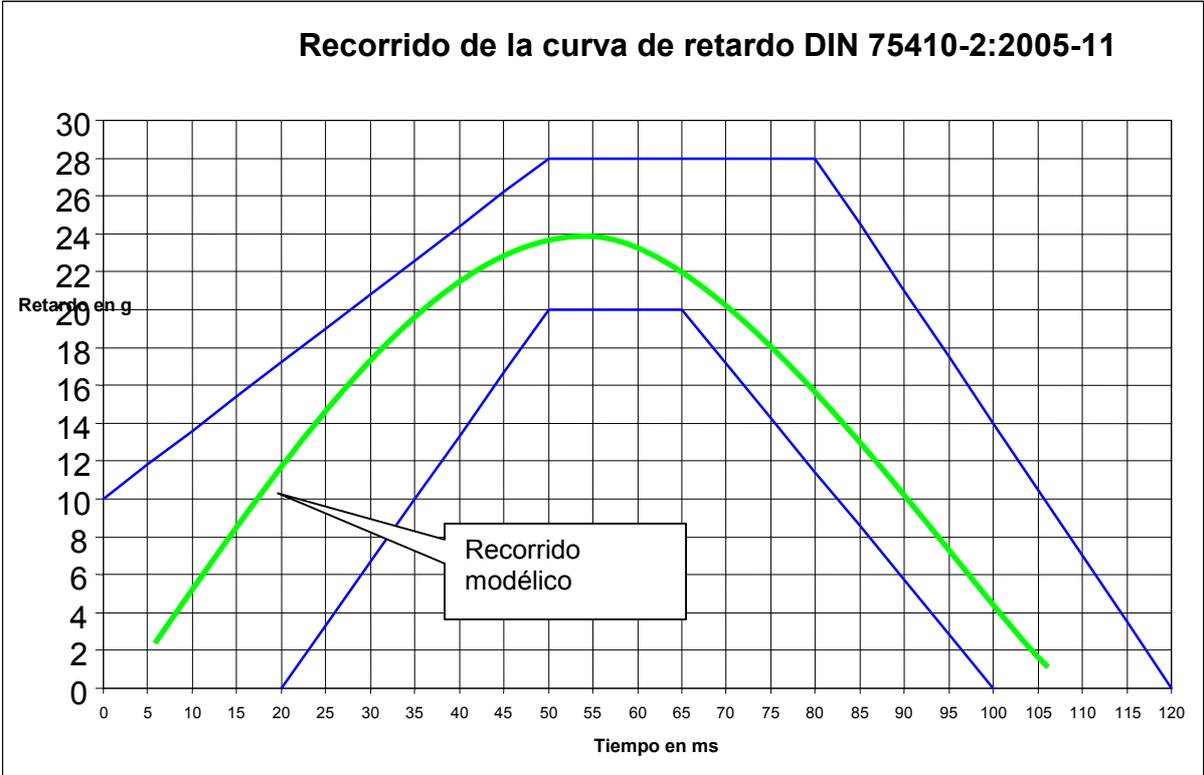


Figura 2: Corredor de retardo según la norma DIN 75410-2 a 50 Km/h (idéntico a ECE-R44 y ECE-R17)

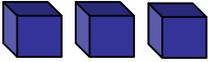
Durante el ensayo, el retardo máximo del trineo estuvo en 24 g, aproximadamente.

1.2. Carga y pesos

Buscando una situación muy común de la época invernal se eligió una escapada a una estación de esquí, ya que para esta actividad suelen transportarse objetos pesados, como esquís y patines de hielo. Los objetos cargados constituyen un ejemplo típico de esta situación.



Figura 3: Objetos cargados.

Objeto	Peso	Símbolo
2 pares de esquís	5 kg / par	
Trineo	4 kg	
2 pares de botas para esquiar	2,5 kg / unid.	
Equipaje	5 kg	
Equipaje	10 kg	
Jarra termo	1,5 kg	

1.3.

Con el fin de crear un ejemplo lo más general y cotidiano posible se utilizó un turismo combi de categoría media.

2. Realización del ensayo

En el marco de la serie experimental, se realizaron dos ensayos para demostrar cuál era la carga correcta e ilustrar las consecuencias de una carga errónea.

2.1. Carga colocada y sujeta correctamente

Los esquís se amarraron firmemente y se utilizó una chapa de madera para proteger la parte posterior del asiento del acompañante. Las botas de esquiar se colocaron en el suelo, en tanto que las piezas de equipaje quedaron seguras debajo del trineo amarrado.

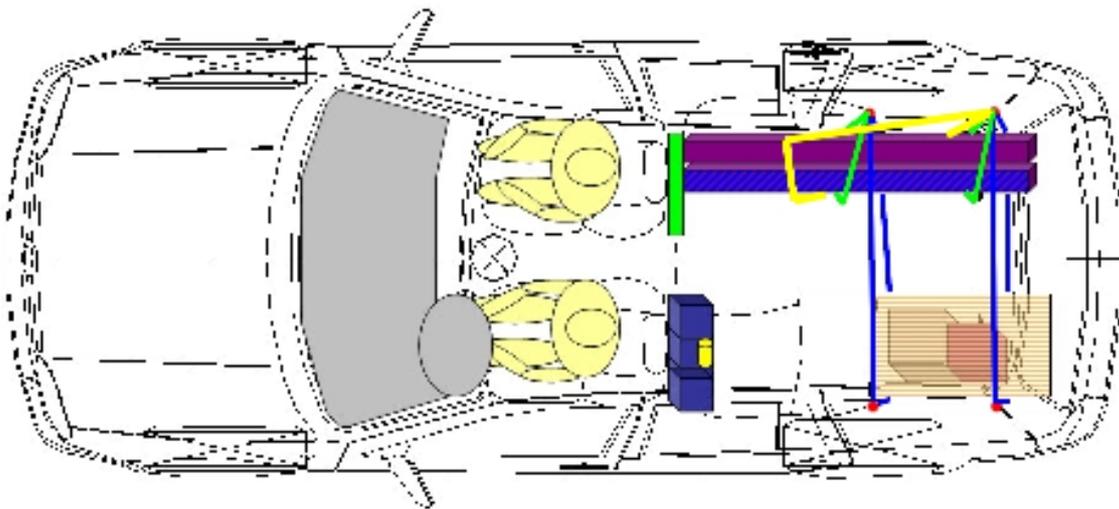
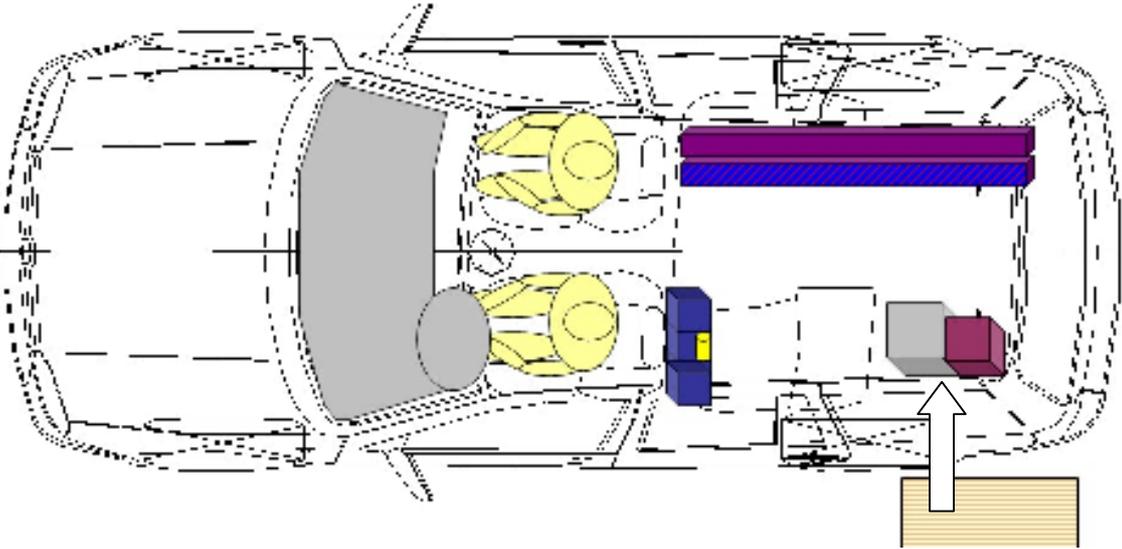
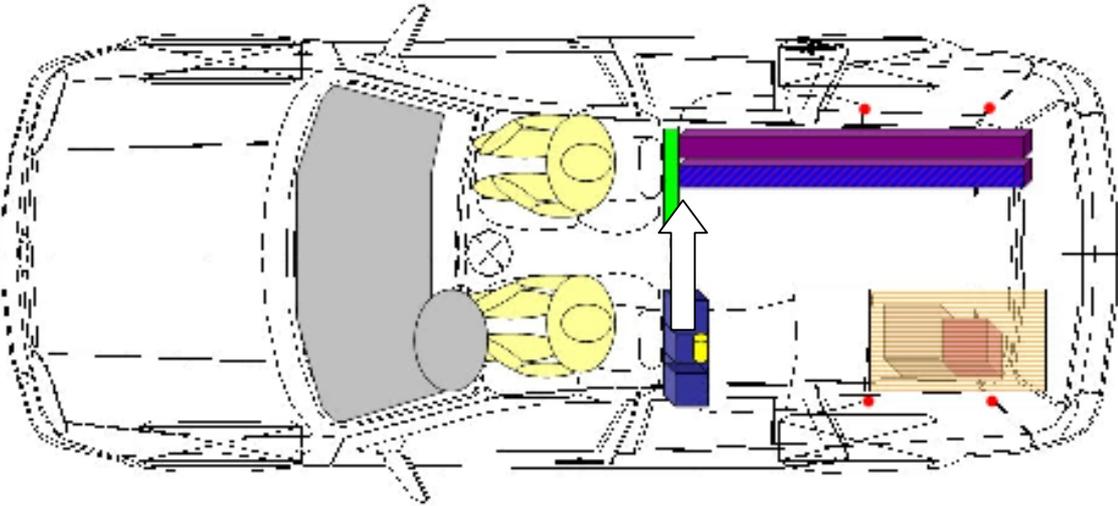


Figura 4: Ilustración de carga colocada y sujeta correctamente

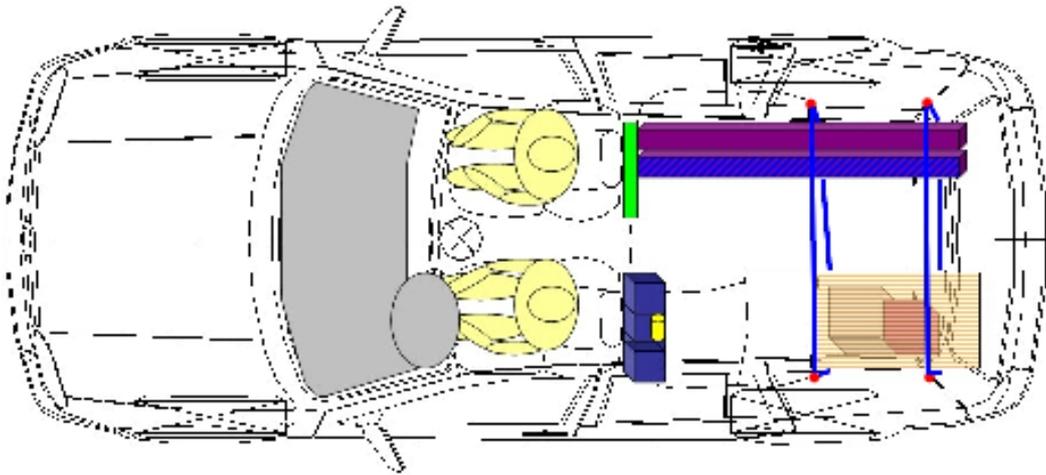
Los objetos se aseguraron siguiendo estos pasos:



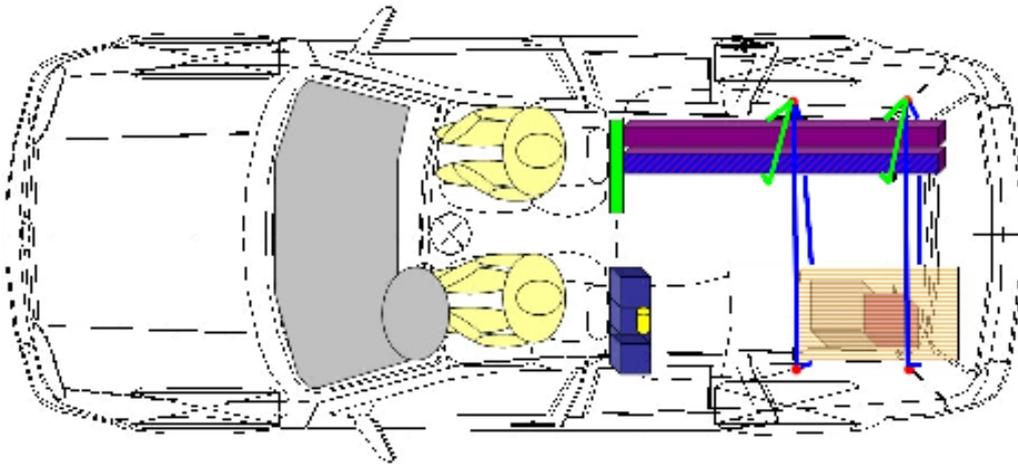
1. El trineo se utilizó a modo de cesta para las piezas del equipaje.



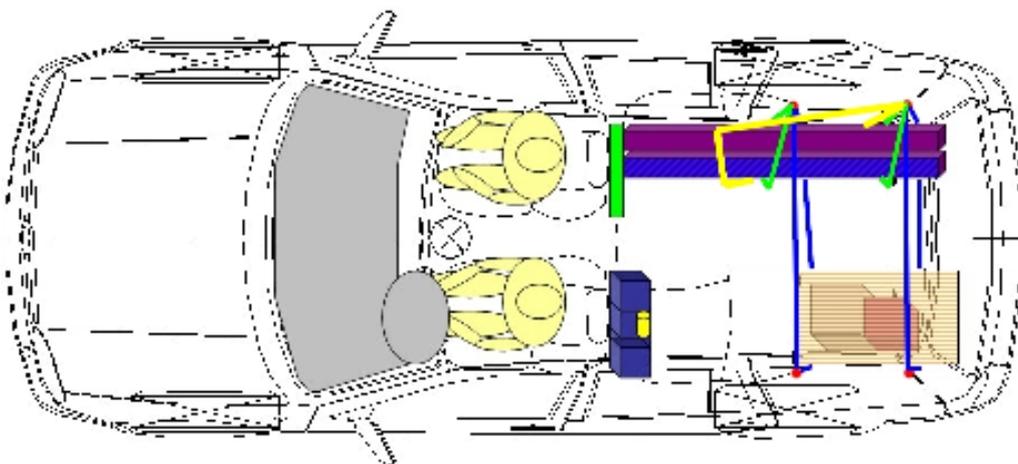
2. Colocación de una chapa protectora adicional.



3. Arriostramiento transversal del trineo.



4. Arriostramiento transversal de los esquís.



5. Enganche de las ataduras en sentido longitudinal.



Figura 5: Carga asegurada correctamente.

Los asientos traseros se abatieron sólo por la mitad para sostener los esquís en el sentido de la marcha.



Figura 6: Botas de esquiar en el suelo del vehículo.

2.2. Carga colocada y sujeta incorrectamente

En esta prueba de choque la carga no se aseguró con cintas tensoras. Se abatieron los dos asientos traseros y los objetos se colocaron libremente en el maletero sin aprovechar los espacios disponibles en el suelo.

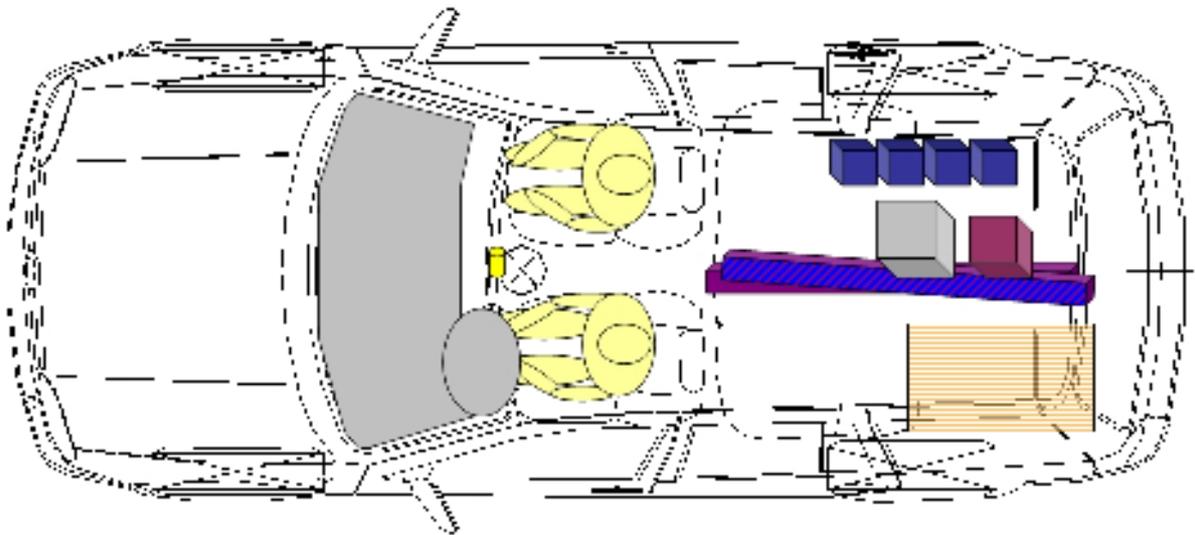


Figura 7: Ilustración de carga colocada y sujeta incorrectamente

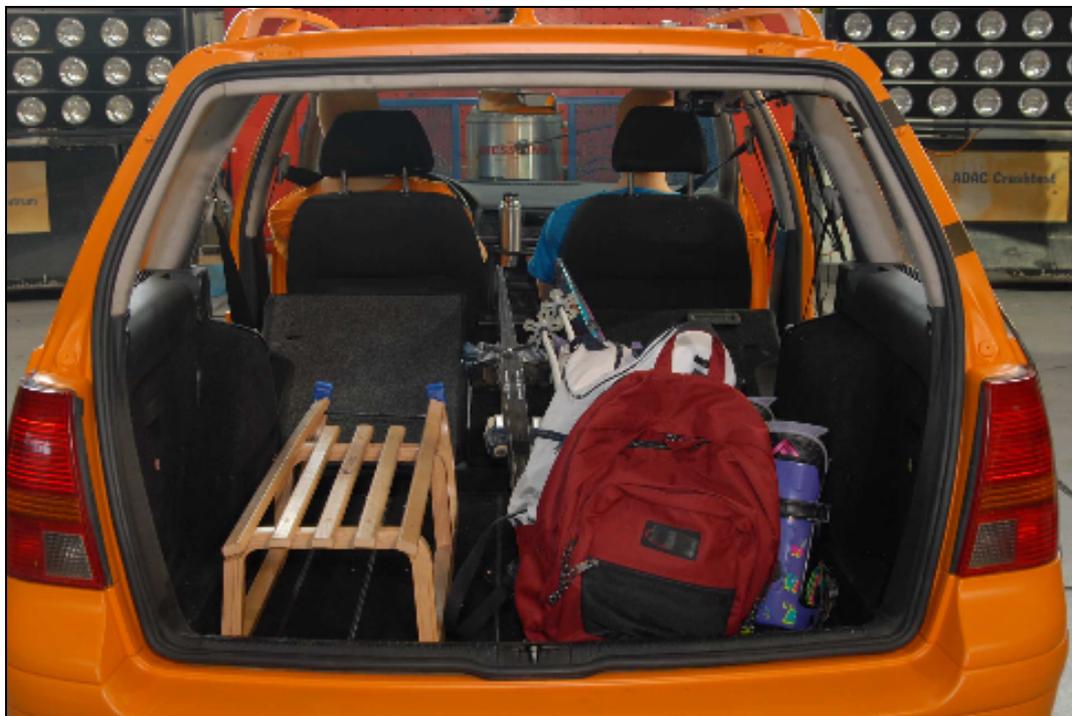


Figura 8: Carga asegurada incorrectamente.

3. Evaluación del ensayo

Como en la totalidad de los ensayos el retardo de trineo medido fue casi igual, se reproducirá sólo el diagrama de un ensayo. Como las diferencias son sólo marginales, se supondrá que todos los demás son idénticos.

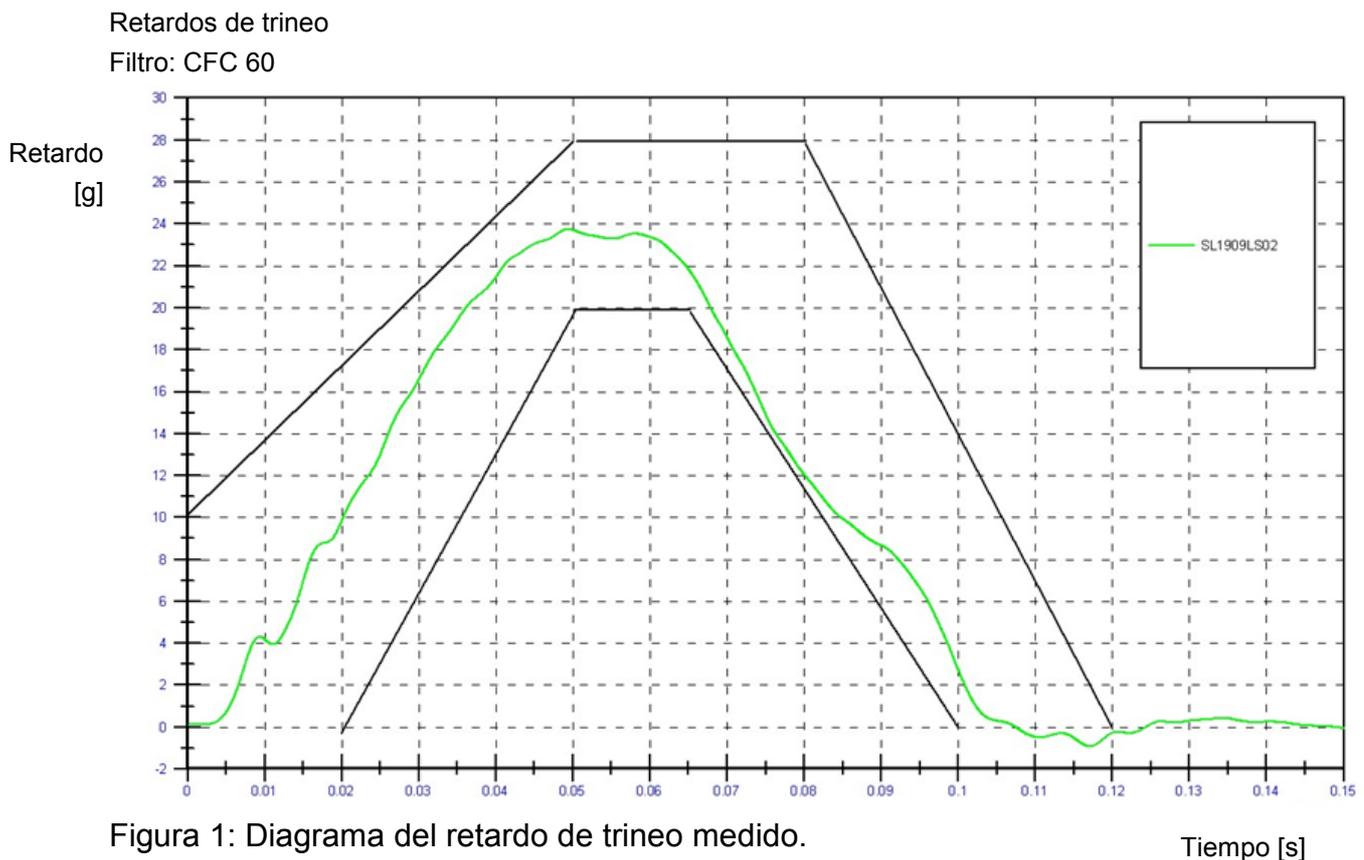


Figura 1: Diagrama del retardo de trineo medido.

Como faltó la activación de los airbags y los ocupantes fueron sustituidos por muñecos, el comportamiento dinámico de los pasajeros en el vídeo no puede considerarse próximo a la realidad. El movimiento relativo de un maniquí H3 o de una persona hubiese sido significativamente mayor en la curva de retardo recorrida.

La dinámica realista muestra sólo la carga.

3.1. Ejemplo de carga bien colocada

Número de ensayo: SL1909LS02

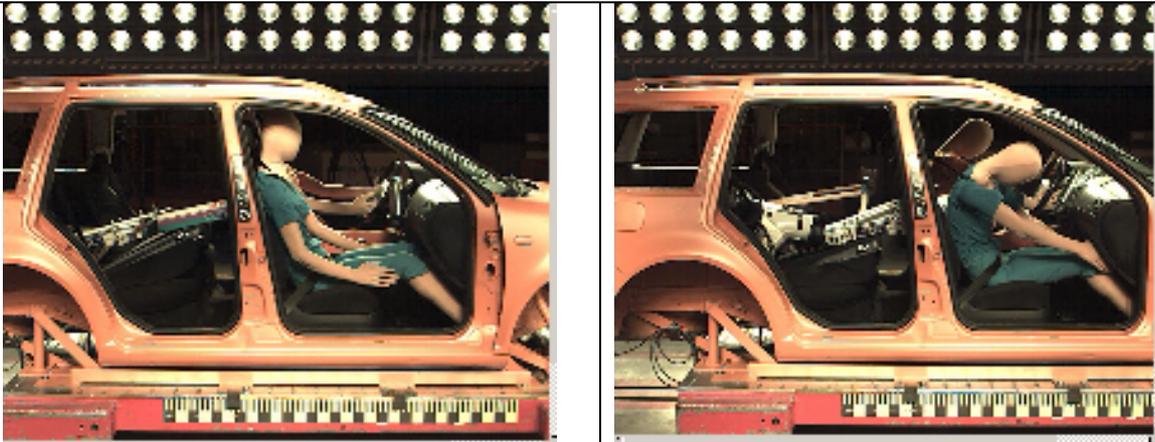
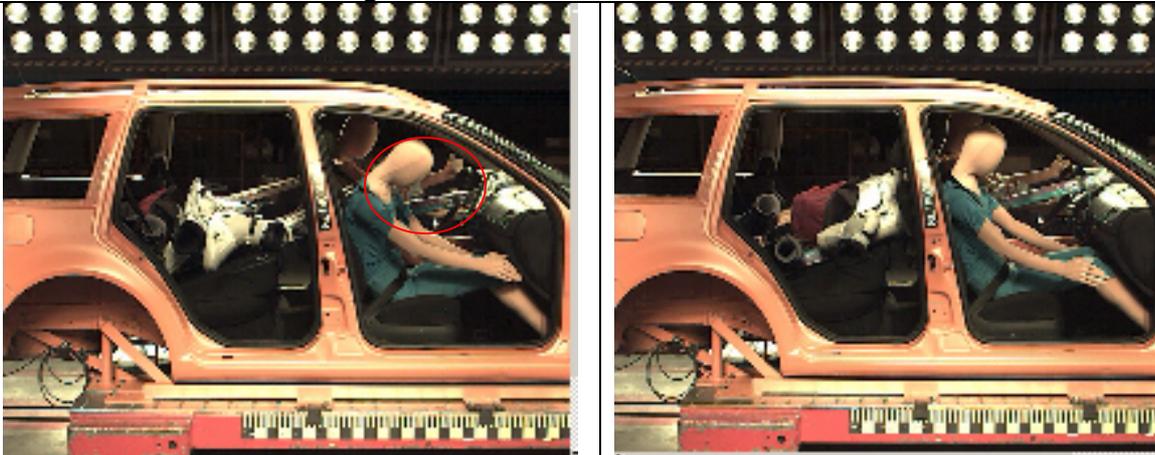
En ningún momento los objetos llegaron a soltarse, por lo que no existió ningún riesgo para los pasajeros como consecuencia de los objetos que pudieran salir volando. Aunque las cinchas de amarre utilizadas se doblaron, sin embargo cumplieron su función.

Tiempo	
30 – 96 ms	<div data-bbox="576 647 1171 1128"></div> <div data-bbox="576 1167 1171 1648"></div> <p data-bbox="336 1686 1418 1794">A pesar de un leve desplazamiento hacia delante, no se soltó ningún objeto. Los esquíes se apoyaron en el asiento no abatido y la chapa de madera adicional.</p>

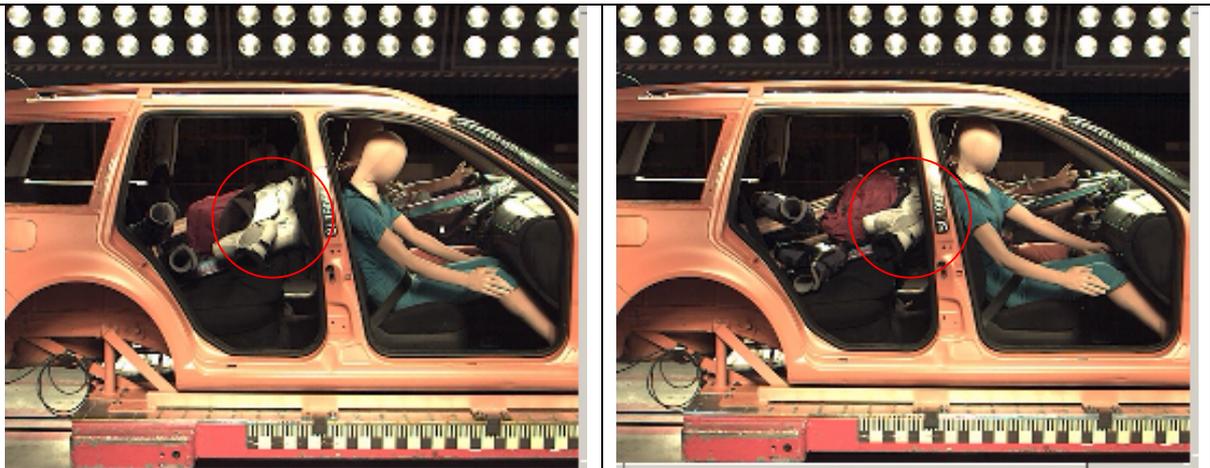
3.2. Ejemplo de carga mal colocada

Número de ensayo: SL1909LS03

Los esquís con bordes cortantes penetraron entre los ocupantes y las botas golpearon contra los asientos.

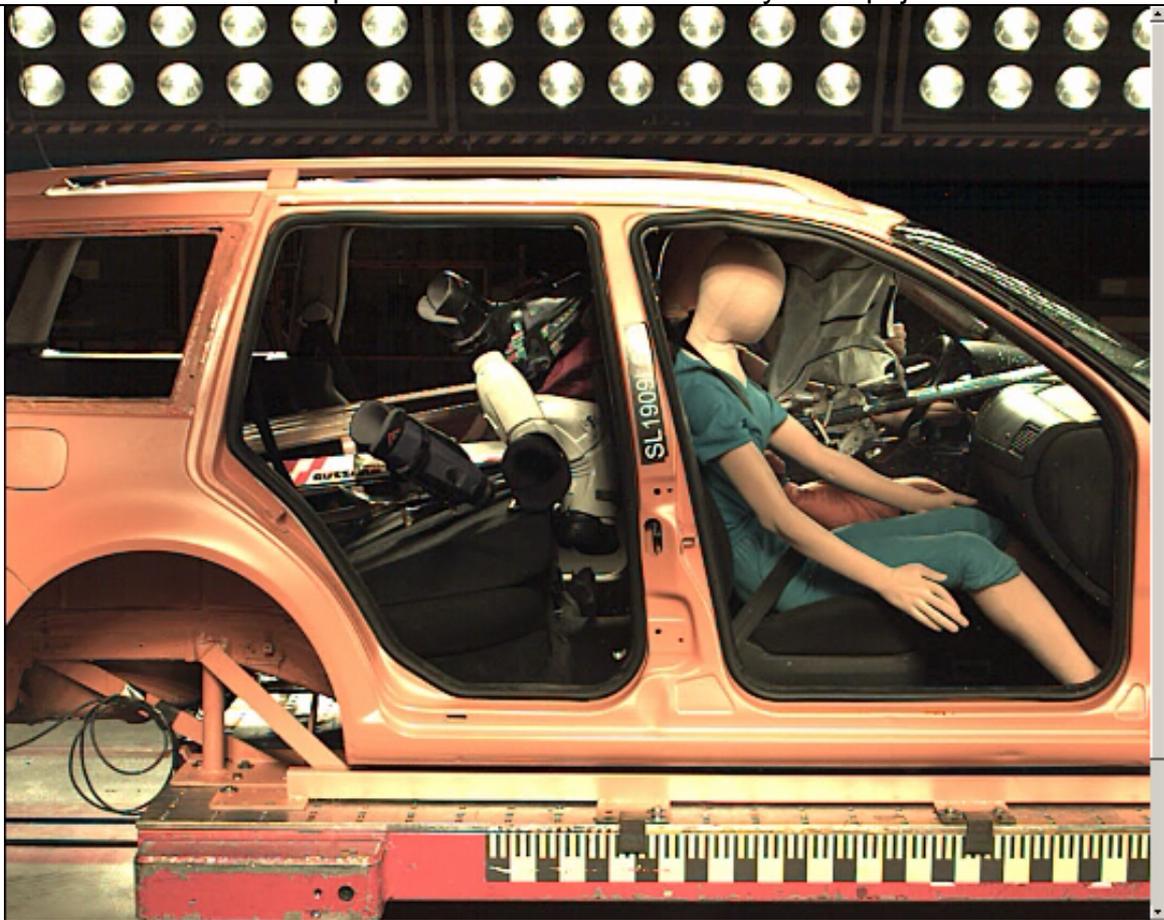
Tiempo		
33 – 100 ms		
La carga comienza a deslizarse hacia delante		
125 – 150 ms		
	Los esquís se encuentran ya casi junto al salpicadero, en tanto que las botas de esquiar salen volando.	

150 -
180 ms



El acompañante ya se encuentra realizando el movimiento de retorno (rebound) cuando las botas de esquiar chocan contra el asiento y lo empujan hacia delante.

270 ms



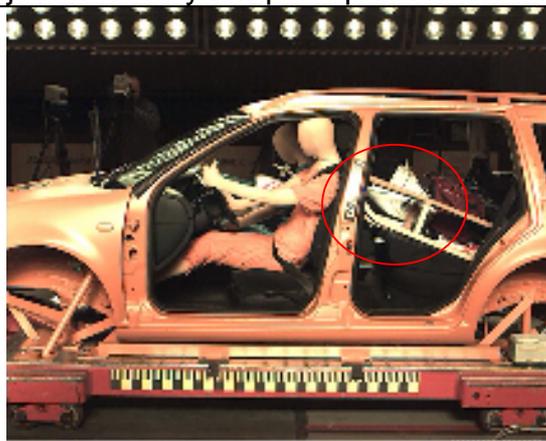
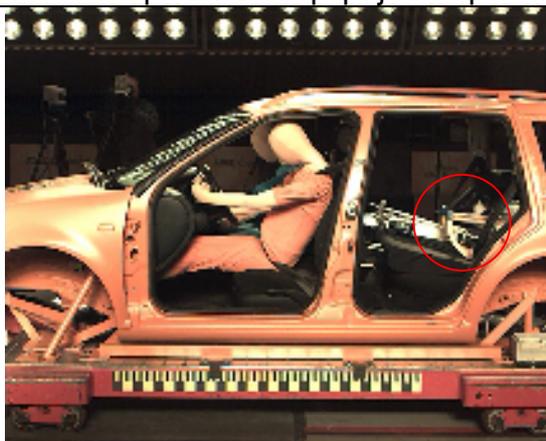
Las piezas del equipaje se desplazan hasta quedar por delante de los asientos delanteros.

300 –
400 ms



Una pieza del equipaje rompe el espejo retrovisor y rompe el parabrisas.

80 -
140 ms



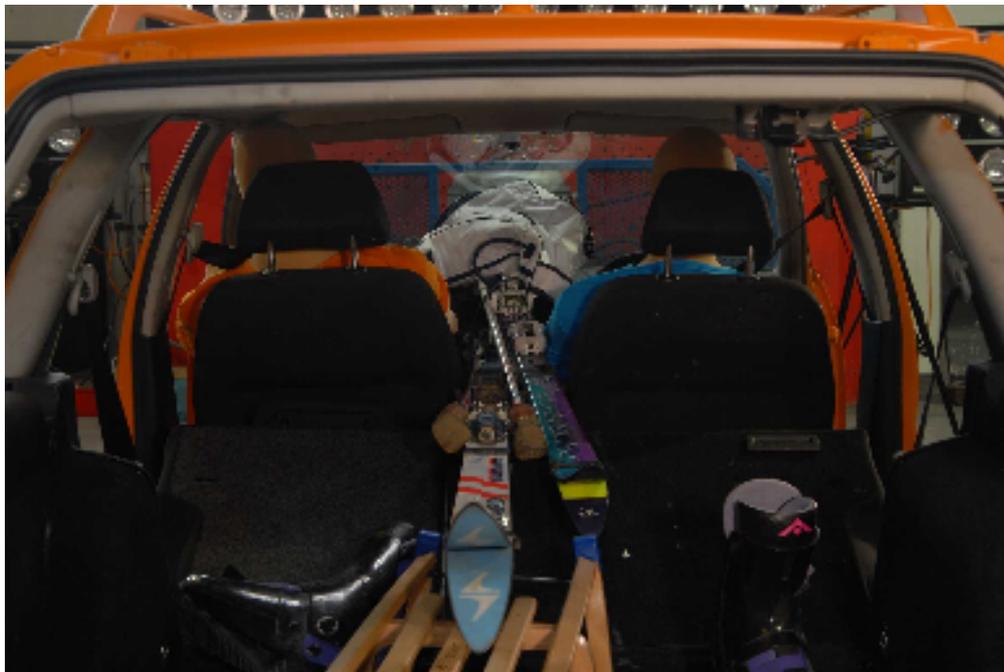
El trineo se desliza hacia delante y choca contra el asiento del conductor, golpeando la parte superior de la espalda.

50 –
160 ms



Los objetos salen disparados hacia delante.

Después



Las piezas del equipaje van a parar sobre el salpicadero.

4. Resultados del ensayo

Los ensayos han mostrado los riesgos derivados de llevar objetos incorrectamente sujetos en el vehículo y cómo se pueden tomar las precauciones adecuadas. Al observar el retardo del vehículo durante un choque a 50 km/h, la aceleración terrestre incide hasta 24 veces más sobre pasajeros y objetos sueltos. Esto significa que una caja de botellas de 18 kg de peso, colocada junto al asiento trasero y que experimenta el mismo retardo que el vehículo, sería comprimida contra el asiento trasero con una fuerza de ($F = m \cdot a$), es decir, de casi media tonelada ($18 \text{ kg} \cdot 24 \text{ g} = 432 \text{ kg}$).

Al observar los objetos sueltos que se mueven libremente en el vehículo, vemos que estas fuerzas se multiplican, ya que un objeto sin asegurar puede continuar moviéndose sin freno alguno y no es posible que su energía se degrade mediante la deformación prevista del vehículo.

Un ensayo preliminar debe mostrar las aceleraciones que inciden sobre los objetos que salen volando. Un cubo de ensayo de 18 kg de peso, según la DIN 75410, se equipó con un sensor de aceleración de tres ejes y se posicionó cerca del borde de carga en el trineo del Golf IV. Desde una distancia de 620 mm, el cubo chocó contra el asiento trasero (ensayo según la DIN con una distancia de 200 mm). El retardo del trineo equivale al mostrado en la figura 11.

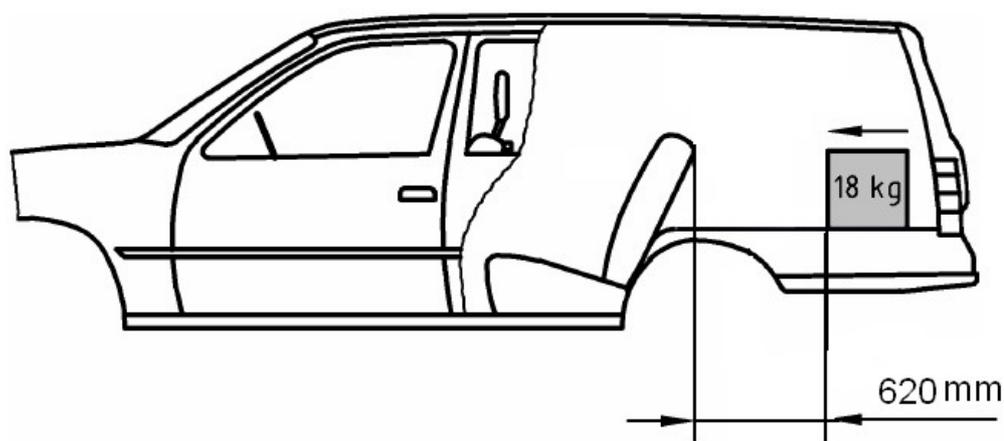


Figura 2: Organización del ensayo con un cubo de 18 kg.

La aceleración medida en este caso (más de 3 ms) supera, con la reducción de la distancia de frenado, cuatro veces el retardo medido en el trineo. Con más de 100 g y, por tanto, el cubo se apoyará contra el asiento trasero con una fuerza cinética de 1,8 toneladas,. El recorrido de la curva de retardo, filtrado con dos clases diferentes de filtro, se representa en la figura 12. Para obtener un resultado realista y eliminar vértices cortos, se observó una resultante superior a 3 ms, obteniéndose con la clase de filtro CFC60 un máximo de 108 g.º

Número de ensayo: Retardo resultante, cubo equipaje
 Resultante de la aceleración 3 ms: 107,91 g (CFC60)
 Resultante de la aceleración 3 ms: 152,64 g (CFC180)

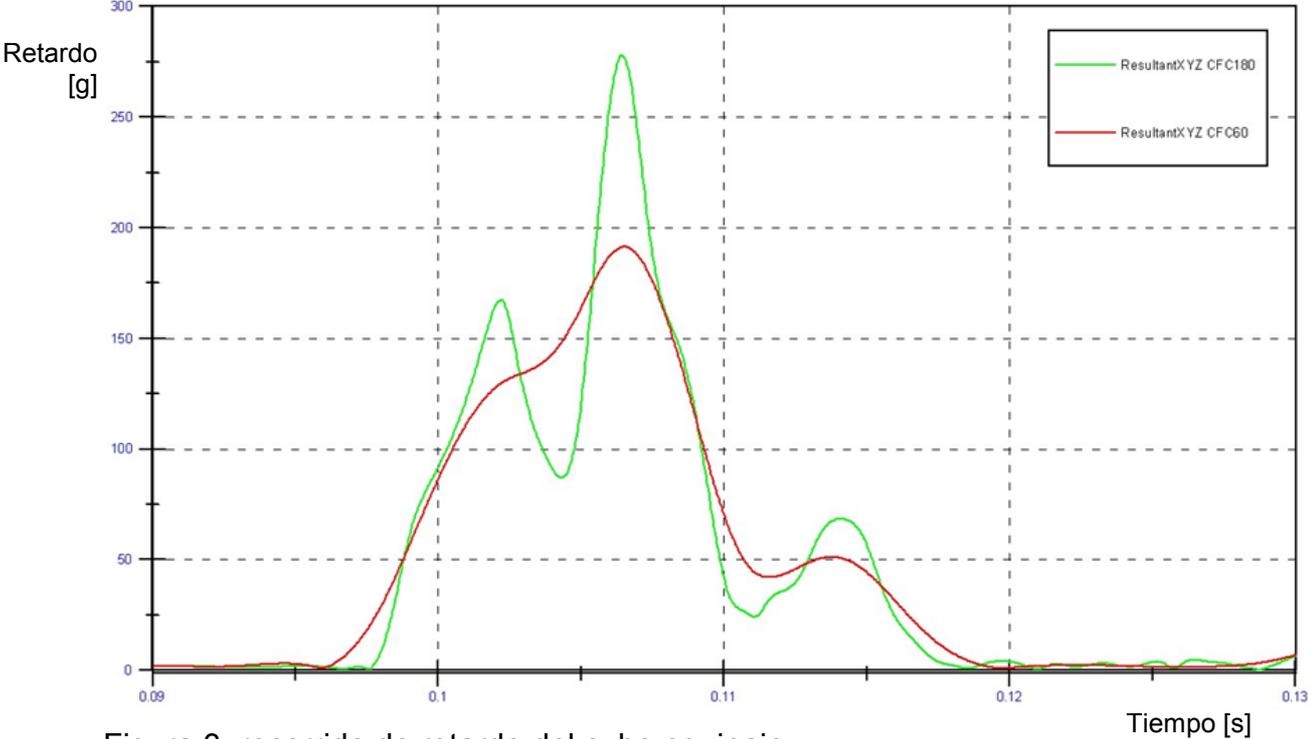


Figura 3: recorrido de retardo del cubo equipaje.

Este valor tan alto se debe a que, por una parte, el cubo equipaje es rígido y, por tanto, no es posible degradar energía a través de la deformación. Por otra, el asiento trasero ha resistido el impacto y ha detenido el cubo en una distancia muy corta.

Como resultado del retardo del trineo en unos 25 g y el retardo del objeto suelto en unos 100 g, se puede deducir como fórmula empírica que, en un choque a 50 km/h, un objeto no asegurado puede desarrollar un peso equivalente entre 30 y 50 veces su peso en energía cinética.

De todo lo anterior, resultaron las masas siguientes en el choque:

Objeto	Masa estática	"Peso de choque" a 50 km/h (Suponiendo un retardo de 30 g)
Esquíes	5 kg / par	150 kg
Trineo	4 kg	120 kg
Par de botas para esquiar	2,5 kg / unid.	75 kg
Pieza de equipaje	5 kg	150 kg
Pieza de equipaje	10 kg	600 kg
Jarra termo	1,5 kg	45 kg

Si se aumenta la velocidad, incluso elementos de retención como los asientos traseros o las armellas de amarre pueden alcanzar sus límites físicos, puesto que el doble de velocidad multiplica por 4 la energía de impacto.

Las cinchas de amarre en los turismos combi tienen que estar previstas, según la DIN 75410, para una carga de tracción de 350 kg, como mínimo.

5. Recomendaciones

- Si los objetos son muy voluminosos para llevarlos en el maletero, se deberán alojar en una baca cerrada o un porta esquíes.
- Distribuir uniformemente la carga y con el centro de gravedad lo más bajo posible, es decir, colocar los objetos de mayor peso directamente sobre la plataforma del interior del vehículo, en la parte inferior y preferiblemente entre los dos ejes.
- Sujetar la carga para evitar que pueda moverse. Debemos tener en cuenta que los objetos pueden pesar hasta 50 veces más en caso de accidente.
- Apoyar la carga en la zona más adelantada contra la superficie fija del vehículo, para que no se desplace hacia la parte delantera acumulando una mayor energía cinética durante su recorrido.
- Aproveche los puntos de amarre existentes en el vehículo.
- Lleve cintas tensoras en el coche; muchas compras son inesperadas y los necesitaremos.
- Los objetos que superen los 25 kg de peso no se deberán colocar detrás de las personas.
- Compruebe la presión de los neumáticos y las cargas sobre ejes según las instrucciones de servicio.
- Siempre que sea posible, coloque los objetos particularmente pesados sobre el suelo.
- Muchas veces es posible utilizar el cinturón de seguridad del vehículo para asegurar la carga.
- Cubra con una manta las cajas de botellas y las cestas que lleven elementos sueltos o cortantes.
- Invierta el tiempo necesario para asegurar la carga.

