

I

(Actos adoptados en aplicación de los Tratados CE/Euratom cuya publicación es obligatoria)

REGLAMENTOS

REGLAMENTO (CE) N° 631/2009 DE LA COMISIÓN

de 22 de julio de 2009

por el que se establecen las normas de desarrollo del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública, por el que se modifica la Directiva 2007/46/CE y por el que se derogan las Directivas 2003/102/CE y 2005/66/CE

LA COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea,

Visto el Reglamento (CE) n° 78/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de enero de 2009, relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública, por el que se modifica la Directiva 2007/46/CE y por el que se derogan las Directivas 2003/102/CE y 2005/66/CE ⁽¹⁾, y, en particular, su artículo 4, apartado 6,

Considerando lo siguiente:

- (1) El Reglamento (CE) n° 78/2009 es uno de los actos jurídicos independientes en el contexto del procedimiento de homologación establecido en la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes técnicos y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos («Directiva marco») ⁽²⁾.
- (2) El Reglamento (CE) n° 78/2009 establece los requisitos básicos para la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública en forma de ensayos y valores límite, para la homologación de vehículos y de sistemas de protección delantera como unidades técnicas independientes.
- (3) Los ensayos establecidos en el Reglamento (CE) n° 78/2009 se basan en los requisitos establecidos en la Directiva 2003/102/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de

17 de noviembre de 2003, relativa a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública antes y en caso de colisión con un vehículo de motor y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE del Consejo ⁽³⁾, y por la Directiva 2005/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de octubre de 2005, relativa al uso de sistemas de protección delantera en vehículos de motor y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE del Consejo ⁽⁴⁾.

- (4) Un estudio realizado ⁽⁵⁾ sobre las especificaciones de determinados requisitos establecidos en la Directiva 2003/102/CE puso de manifiesto la necesidad de introducir modificaciones.
- (5) Las prescripciones técnicas necesarias para la aplicación de los requisitos del Reglamento (CE) n° 78/2009 deben basarse en las especificaciones de la Decisión 2004/90/CE de la Comisión, de 23 de diciembre de 2003, relativa a las prescripciones técnicas para la aplicación del artículo 3 de la Directiva 2003/102/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública en caso de colisión con un vehículo de motor y antes de la misma, y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE ⁽⁶⁾, y de la Decisión 2006/368/CE de la Comisión, de 20 de marzo de 2006, sobre los requisitos técnicos detallados para realizar los ensayos especificados en la Directiva 2005/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al uso de sistemas de protección delantera en vehículos de motor ⁽⁷⁾.

⁽³⁾ DO L 321 de 6.12.2003, p. 15.

⁽⁴⁾ DO L 309 de 25.11.2005, p. 37.

⁽⁵⁾ *A Study on the feasibility of measures relating to the protection of pedestrians and other vulnerable road users* (Estudio sobre la viabilidad de las medidas sobre protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública) — Final 2006, Transport Research Laboratory, Reino Unido.

⁽⁶⁾ DO L 31 de 4.2.2004, p. 21.

⁽⁷⁾ DO L 140 de 29.5.2006, p. 33.

⁽¹⁾ DO L 35 de 4.2.2009, p. 1.

⁽²⁾ DO L 263 de 9.10.2007, p. 1.

- (6) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité técnico sobre vehículos de motor.

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El presente Reglamento establece las prescripciones técnicas necesarias para realizar los ensayos y cumplir los requisitos que recoge el anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

Artículo 2

Los ensayos recogidos en el anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009 se realizarán con arreglo a lo dispuesto en el anexo del presente Reglamento.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 22 de julio de 2009

Artículo 3

En el caso de los ensayos para homologación de vehículos equipados con un sistema de protección delantera o para homologación de estos sistemas como unidades técnicas independientes, si el sistema de protección delantera que debe someterse a ensayo ha sido diseñado para ser utilizado en varios tipos de vehículo, deberá homologarse independientemente para cada uno de los tipos de vehículo a los que va destinado.

No obstante, el servicio técnico podrá decidir abstenerse de realizar ensayos adicionales cuando los modelos de sistema de protección delantera o los tipos de vehículo a los que estén destinados se consideren lo bastante similares.

Artículo 4

El presente Reglamento entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Por la Comisión
Günter VERHEUGEN
Miembro de la Comisión

ANEXO

PARTE I:	REQUISITOS GENERALES Y DEFINICIONES
PARTE II:	ESPECIFICACIONES DE LOS ENSAYOS DE VEHÍCULOS
Capítulo I:	Condiciones generales
Capítulo II:	Ensayo de impacto del simulador de pierna contra el parachoques
Capítulo III:	Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el parachoques
Capítulo IV:	Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó
Capítulo V:	Ensayo de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño contra la parte superior del capó
Capítulo VI:	Ensayo de impacto del simulador de cabeza de adulto contra el parabrisas
Capítulo VII:	Ensayos de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño y de adulto contra la parte superior del capó
PARTE III:	ESPECIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ASISTENCIA EN LA FRENADA
Apéndice I:	Método de determinación de F_{ABS} y a_{ABS}
Apéndice II:	Tratamiento de los datos de los sistemas de asistencia en la frenada
PARTE IV:	ESPECIFICACIONES DE HOMOLOGACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DELANTERA
Capítulo I:	Condiciones generales aplicables
Capítulo II:	Ensayo de impacto del simulador de la pierna contra el sistema de protección delantera
Capítulo III:	Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el sistema de protección delantera
Capítulo IV:	Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera
Capítulo V:	Ensayo de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño contra el sistema de protección delantera
PARTE V	IMPACTADORES DE ENSAYO
Apéndice I:	Homologación de los impactadores

PARTE I

REQUISITOS GENERALES Y DEFINICIONES**1. Generalidades**

Para realizar las mediciones de un vehículo descritas en la presente parte, el vehículo estará en disposición normal de circulación.

Si el vehículo está provisto de algún emblema, figura u otra estructura que pudiera doblarse o ceder al aplicarse una carga ligera de 100 N como máximo, esta deberá aplicarse antes de las mediciones o durante las mismas.

Todo componente de vehículo que pueda cambiar de forma o posición, diferentes de los componentes de la suspensión u otros sistemas activos de protección de los peatones, deberán encontrarse en su posición fija.

2. Definiciones

A los efectos del presente anexo se aplicarán las siguientes definiciones:

- 2.1. «Altura del borde delantero del capó» (de cualquier sección de un vehículo): distancia vertical entre el suelo y la línea de referencia del borde delantero del capó en un punto determinado.

- 2.2. «Línea de referencia del borde frontal del capó»: trazo geométrico que forman los puntos de contacto entre una regla de 1 000 mm de longitud y la superficie delantera del capó cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada 50° hacia atrás y con el extremo inferior a 600 mm por encima del suelo, pasa por el borde frontal del capó manteniéndose en contacto con el mismo (véase la figura 16).

En los vehículos cuya parte superior del capó tenga una inclinación de 50°, de forma que la regla esté en contacto continuo o en contacto con múltiples puntos en lugar de tener un punto de contacto único, la línea de referencia se determinará con la regla inclinada 40° hacia atrás con respecto a la vertical.

En los vehículos en los que el primer contacto se produzca entre el extremo inferior de la regla y el vehículo, se tomará ese contacto como línea de referencia del borde frontal del capó, en esa posición lateral.

En los vehículos en los que el primer contacto se produzca entre el extremo superior de la regla y el vehículo, se tomará como línea de referencia del borde frontal del capó en esa posición lateral el trazo geométrico de la distancia perimétrica de 1 000 mm.

El borde superior del parachoques se considerará también borde frontal del capó cuando haya contacto entre este y la regla.

- 2.3. «Línea de referencia trasera del capó»: trazo geométrico de los puntos de contacto posteriores entre una esfera de 165 mm y la superficie superior delantera, cuando la esfera se coloca en la superficie superior delantera en contacto con el parabrisas (véase la figura 1). Para realizar esta operación se retirarán las escobillas y las varillas de los limpiaparabrisas.

Si se encuentra a una distancia perimétrica superior a 2 100 mm, la línea de referencia trasera del capó se define por el trazo geométrico de la distancia perimétrica de 2 100 mm. Si la línea de referencia trasera del capó y las líneas de referencia laterales no se cruzan, se modificará la primera de acuerdo con el procedimiento establecido en el punto 2.17.

- 2.4. «Saliente del parachoques» (de cualquier corte longitudinal del vehículo): distancia horizontal medida en un determinado plano vertical longitudinal del vehículo entre la línea de referencia superior del parachoques y la línea de referencia del borde delantero del capó.
- 2.5. «Centro de la rodilla»: punto efectivo de flexión de la rodilla.
- 2.6. «Ángulo del parachoques»: punto de contacto del vehículo con un plano vertical que forma un ángulo de 60° con el plano vertical longitudinal del vehículo y es tangencial a la superficie exterior del parachoques (véase la figura 2).
- 2.7. «Ángulo del sistema de protección delantera»: punto de contacto del sistema de protección delantera con un plano vertical que forma un ángulo de 60° con el plano vertical longitudinal del vehículo y es tangencial a la superficie exterior del sistema de protección delantera (véase la figura 3).
- 2.8. «Ángulo del borde delantero del sistema de protección delantera»: punto de contacto del sistema de protección delantera con un plano vertical que forma un ángulo de 45° con el plano vertical longitudinal del vehículo y es tangencial a la superficie exterior del sistema de protección delantera. El borde inferior del plano debe estar a una altura de 600 mm, o bien situarse 200 mm por debajo de la parte más alta del sistema de protección delantera; de estas dos posiciones, se elegirá la que resulte más alta.
- 2.9. «Punto de referencia angular»: punto de intersección entre la línea de referencia del borde delantero del capó y la línea de referencia lateral (véase la figura 4).
- 2.10. «Dimensiones esenciales del extremo frontal externo»: puntos sólidos en el espacio del marco de ensayo, que representan todos los puntos del tipo de vehículo real previsto sobre los que el sistema de protección delantera puede impactar durante el ensayo.
- 2.11. «Fémur»: conjunto de componentes o partes de componentes (incluidos la masa muscular, el recubrimiento dérmico, los amortiguadores, los instrumentos y soportes, las poleas y otros accesorios fijados al impactador para su lanzamiento) situados por encima del centro de la rodilla.
- 2.12. «Frente del sistema de protección delantera» (respecto a cualquier punto situado en el sistema): distancia horizontal entre la línea de referencia superior del sistema de protección delantera y la posición del punto en cuestión en dicho sistema. Esta distancia debe medirse en un plano vertical paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo.

- 2.13. «Borde delantero del sistema de protección delantera»: la estructura externa superior del sistema de protección delantera, excluidos el capó y las aletas, los elementos superiores y laterales del marco de los faros y cualquier otro accesorio acoplable que solo sirva para proteger los faros, como las rejillas.
- 2.14. «Altura del borde delantero del sistema de protección delantera» (respecto a cualquier sección vertical longitudinal del sistema): distancia vertical entre el nivel de referencia del suelo y la línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera en esa sección, con el vehículo en disposición normal de circulación.
- 2.15. «Línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera»: trazo geométrico que forman los puntos de contacto entre una regla de 1 000 mm de longitud y la superficie delantera del sistema de protección delantera cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo, inclinada 50° hacia atrás y con el extremo inferior a 600 mm del suelo, pasa por el borde delantero del capó manteniéndose en contacto con él. En el caso de que la parte superior del sistema de protección delantera tenga una inclinación global de 50°, de forma que la regla esté en contacto continuo o entre en contacto con múltiples puntos en lugar de tener un punto de contacto único, la línea de referencia se determinará con la regla inclinada en un ángulo de 40° hacia atrás. En los sistemas de protección delantera en los que el primer contacto se produzca con el extremo inferior de la regla, se tomará ese contacto como línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera, en esa posición lateral. En los sistemas de protección delantera en los que el primer contacto se produzca con el extremo superior de la regla, se tomará como línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera en esa posición lateral el trazo geométrico de la distancia perimétrica de 1 000 mm. El borde superior del sistema de protección delantera se considerará también como borde delantero del sistema de protección delantera a los efectos del presente Reglamento cuando haya contacto entre este y la regla durante este procedimiento (véase la figura 5).
- 2.16. «Punto de impacto»: punto del vehículo con el que se produce el primer contacto al realizarse el ensayo. La proximidad entre este punto y el objetivo depende del ángulo de desplazamiento del impactador de ensayo y del contorno de la superficie del vehículo (véase el punto B en la figura 6).
- 2.17. «Intersección entre las líneas de referencia trasera y lateral del capó»: si las líneas de referencia trasera y lateral del capó no se cruzan, la primera se ampliará o modificará por medio de una plantilla semicircular de 100 mm de radio. La plantilla será una hoja delgada flexible que pueda curvarse fácilmente en cualquier dirección. En la medida de lo posible, la plantilla deberá resistir una curvatura doble o compleja que pudiera resultar en su arrugado. El material recomendado es una fina chapa de plástico revestida de espuma para que la plantilla pueda «agarrarse» a la superficie del vehículo.

Con la plantilla extendida en una superficie plana, se determinarán en ella cuatro puntos, «A» a «D», como se indica en la figura 7. La plantilla se colocará sobre el vehículo de manera que los puntos «A» y «B» coincidan con la línea de referencia lateral. Tras asegurarse de que los dos puntos coinciden con la línea de referencia lateral, la plantilla se deslizará progresivamente hacia atrás hasta que su arco entre en contacto con la línea de referencia trasera del capó. En este proceso, la plantilla deberá adoptar de la manera más precisa posible el contorno exterior del capó del vehículo sin arrugarse ni doblarse. Si el contacto entre la plantilla y la línea de referencia trasera del capó es tangencial y el punto de tangencia se encuentra fuera del arco delimitado por los puntos «C» y «D», deberá extenderse o modificarse la línea de referencia trasera del capó siguiendo la circunferencia de la plantilla hasta la línea de referencia lateral, como se ilustra en la figura 8.

Si no se consigue que la plantilla esté en contacto simultáneo con la línea de referencia lateral en los puntos «A» y «B» y, de manera tangencial, con la línea de referencia trasera del capó, o si el punto en el que se tocan la línea de referencia trasera del capó y la plantilla se encuentra dentro del arco delimitado por los puntos «C» y «D», se utilizarán plantillas adicionales con incrementos progresivos del radio de 20 mm hasta que se cumplan todos los requisitos descritos anteriormente.

Una vez determinada, la línea de referencia trasera del capó modificada será la que se tenga en cuenta en todos los apartados posteriores y dejarán de utilizarse los extremos originales de la línea.

- 2.18. «Altura inferior del parachoques» (en cualquier posición transversal): distancia vertical entre el suelo y la línea de referencia inferior del parachoques, con el vehículo en disposición normal de circulación.
- 2.19. «Línea de referencia inferior del parachoques»: línea que identifica el extremo inferior respecto a los puntos de contacto significativos entre el parachoques y un peatón. La línea equivale al trazo geométrico que forman los puntos inferiores de contacto entre una regla de 700 mm de longitud y el parachoques cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada 25° hacia delante, pasa por la parte delantera del vehículo manteniéndose en contacto con el suelo y con la superficie del parachoques (véase la figura 9).
- 2.20. «Altura inferior del sistema de protección delantera» (en cualquier posición transversal): distancia vertical entre el suelo y la línea de referencia inferior del sistema de protección delantera, con el vehículo en disposición normal de circulación.

- 2.21. «Línea de referencia inferior del sistema de protección delantera»: extremo inferior de los puntos de contacto significativo entre el sistema de protección delantera y un peatón. Se define como el trazo geométrico que forman los puntos inferiores de contacto entre una regla de 700 mm de longitud y el sistema de protección delantera cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada 25° hacia delante, pasa por la parte delantera del vehículo manteniéndose en contacto con el suelo y con la superficie del sistema de protección delantera (véase la figura 10).
- 2.22. «Línea de referencia trasera del parabrisas»: trazo geométrico de los puntos de contacto delanteros entre una esfera y el parabrisas, cuando la esfera, de 165 mm de diámetro, se coloca de forma que se mantenga en contacto tanto con el marco superior del parabrisas, incluida cualquier franja, como con el parabrisas (véase la figura 11).
- 2.23. «Línea de referencia lateral»: trazo geométrico que forman los puntos de contacto superiores entre una regla de 700 mm de longitud y el lado de un vehículo, cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical transversal del vehículo e inclinada 45° hacia la parte interior, pasa por el lado y se mantiene en contacto con los laterales de la superficie superior delantera (véase la figura 12).
- 2.24. «Punto objetivo»: intersección de la proyección del eje longitudinal del simulador de cabeza con la superficie delantera del vehículo (véase el punto A de la figura 6).
- 2.25. «Tercio del borde delantero del capó»: trazo geométrico comprendido entre los puntos de referencia angulares, medido con una cinta métrica flexible que recorra el contorno exterior del borde delantero, dividido en tres partes iguales.
- 2.26. «Tercio de la parte superior del capó»: trazo geométrico comprendido entre las líneas de referencia laterales, medido con una cinta métrica flexible que recorra el contorno exterior de cualquier sección transversal del capó, dividido en tres partes iguales.
- 2.27. «Tercio del sistema de protección delantera»: trazo geométrico comprendido entre los ángulos del sistema de protección delantera, medido con una cinta métrica flexible que recorra el contorno externo horizontal del sistema de protección delantera, dividido en tres partes iguales.
- 2.28. «Tercio del borde delantero del sistema de protección delantera»: trazo geométrico comprendido entre los ángulos del borde delantero superior del sistema de protección delantera, medido con una cinta métrica flexible que recorra el contorno externo horizontal del sistema de protección delantera, dividido en tres partes iguales.
- 2.29. «Tercio del parachoques»: trazo geométrico comprendido entre los ángulos del parachoques, medido con una cinta métrica flexible que recorra el contorno exterior del parachoques, dividido en tres partes iguales.
- 2.30. «Tibia»: conjunto de componentes o partes de componentes (incluidos la masa muscular, el recubrimiento dérmico, los amortiguadores, los instrumentos y soportes, las poleas y otros accesorios fijados al impactador para su lanzamiento) situados por debajo del centro de la rodilla. Conviene observar que la tibia, tal como se define, incluye márgenes de tolerancia para la masa, etc., del pie.
- 2.31. «Línea de referencia superior del parachoques»: línea que identifica el extremo superior respecto a los puntos de contacto significativos entre el parachoques y un peatón.

En relación con los vehículos dotados de un parachoques con estructura identificable, equivale al trazo geométrico que forman los puntos superiores de contacto entre una regla y el parachoques cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada hacia atrás 20° con respecto a la vertical, pasa por la parte delantera del vehículo manteniéndose en contacto con la superficie del parachoques (véase la figura 13).

En relación con los vehículos dotados de un parachoques con estructura no identificable, se define como el trazo geométrico que forman los puntos superiores de contacto entre una regla de 700 mm de longitud y el parachoques, cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada hacia atrás 20° con respecto a la vertical, pasa por la parte delantera del vehículo manteniéndose en contacto con el suelo y con la superficie del parachoques (véase la figura 13).

Si es necesario, se cortará la regla para evitar el contacto con estructuras situadas por encima del parachoques.

- 2.32. «Altura superior del sistema de protección delantera» (en cualquier posición transversal): distancia vertical entre el suelo y la línea de referencia superior del sistema de protección delantera, con el vehículo en disposición normal de circulación.

- 2.33. «Línea de referencia superior del sistema de protección delantera»: línea que identifica el extremo superior de los puntos de contacto significativos entre el sistema de protección delantera y un peatón. Se define como el trazo geométrico que forman los puntos superiores de contacto entre una regla de 700 mm de longitud y el sistema de protección delantera, cuando la regla, mantenida en paralelo al plano vertical longitudinal del vehículo e inclinada 20° hacia atrás, pasa por la parte delantera del vehículo manteniéndose en contacto con el suelo y con la superficie del sistema de protección delantera (véase la figura 14).

Si es necesario, se cortará la regla para evitar el contacto con estructuras situadas por encima del sistema de protección delantera.

- 2.34. «Tipo de vehículo»: categoría de vehículo cuya parte anterior a los montantes A no difiere en ninguno de los aspectos siguientes, en la medida en que se considere que las diferencias puedan tener un efecto negativo sobre los resultados de los ensayos de impacto establecidos en el Reglamento (CE) n° 78/2009:
- la estructura;
 - las dimensiones principales;
 - los materiales de las superficies exteriores del vehículo;
 - la disposición de los componentes (externos o internos);
 - el método de instalación de un sistema de protección delantera, si dispone de uno.

Para poder homologar los sistemas de protección delantera como unidades técnicas independientes, cualquier referencia al vehículo podrá interpretarse como una referencia al bastidor en que se monta el sistema para su ensayo y cuya finalidad es representar las dimensiones delantera y exterior del vehículo concreto para el que se desea homologar el sistema.

- 2.35. «Distancia perimétrica»: trazo geométrico descrito en la superficie superior delantera del sistema de protección delantera por el extremo de una cinta métrica flexible colocada en un plano vertical longitudinal del vehículo de manera que pase por la superficie superior delantera del sistema de protección delantera. La cinta métrica se mantendrá tensa durante la operación, manteniendo un extremo en contacto con el nivel de referencia del suelo en la vertical de la cara delantera del parachoques o del sistema de protección delantera y el otro extremo en contacto con la superficie superior delantera o el sistema de protección delantera (véase la figura 15, por ejemplo). El vehículo deberá encontrarse en disposición normal de circulación.

Este procedimiento se aplicará, utilizando cintas métricas de longitud adecuada, para describir distancias perimétricas de 900 mm (WAD900), 1 000 mm (WAD1000), 1 700 mm (WAD1700) y 2 100 mm (WAD2100).

Figura 1

Determinación de la línea de referencia trasera del capó

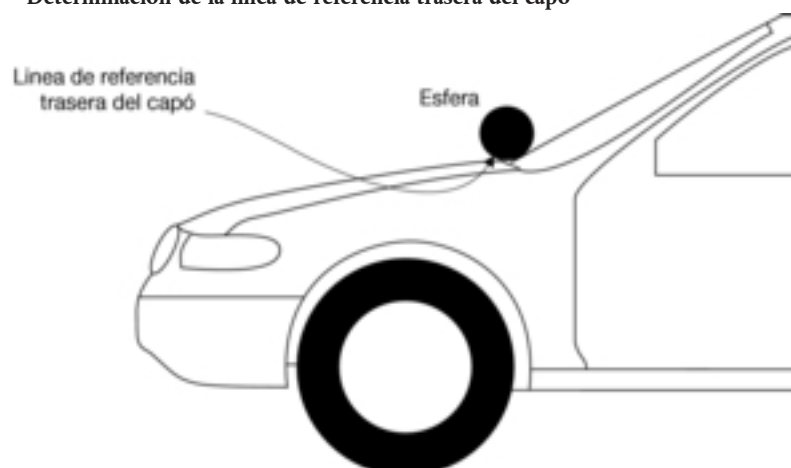


Figura 2

Determinación del ángulo del parachoques

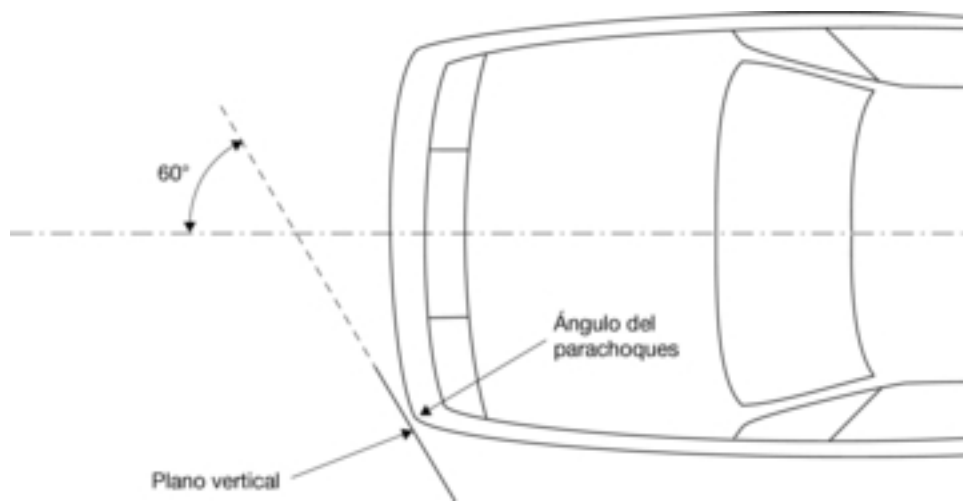


Figura 3

Determinación del ángulo del sistema de protección delantera

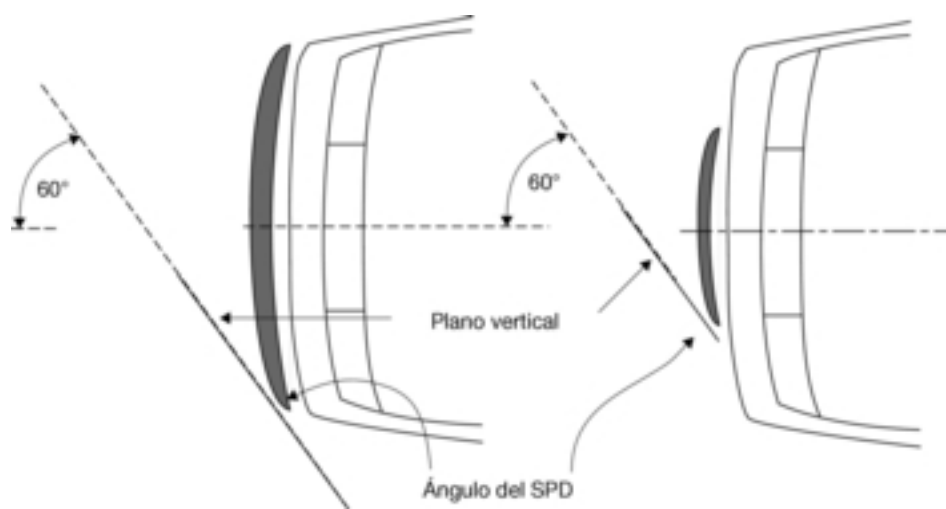


Figura 4

Determinación del punto de referencia angular; punto de intersección entre la línea de referencia del borde delantero del capó y la línea de referencia lateral

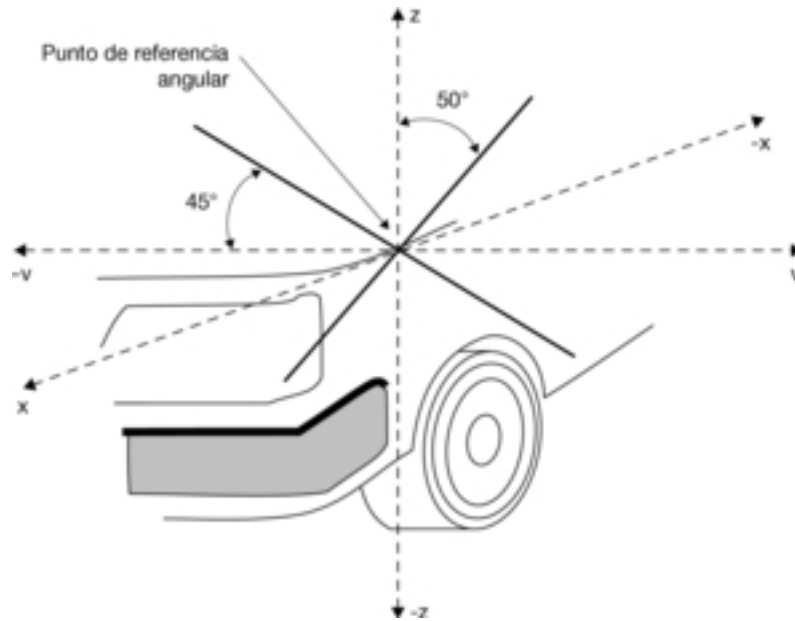


Figura 5

Determinación de la línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera

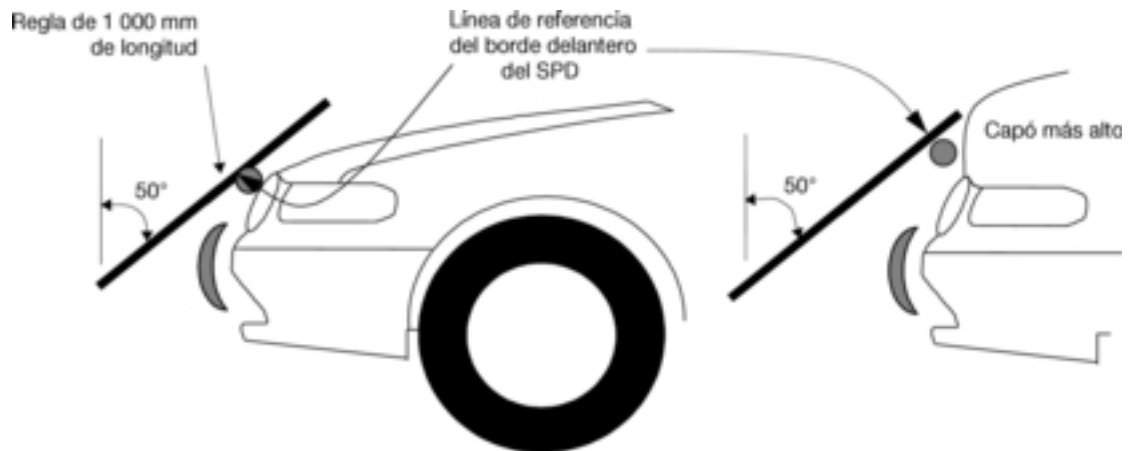


Figura 6

Punto de impacto y punto objetivo

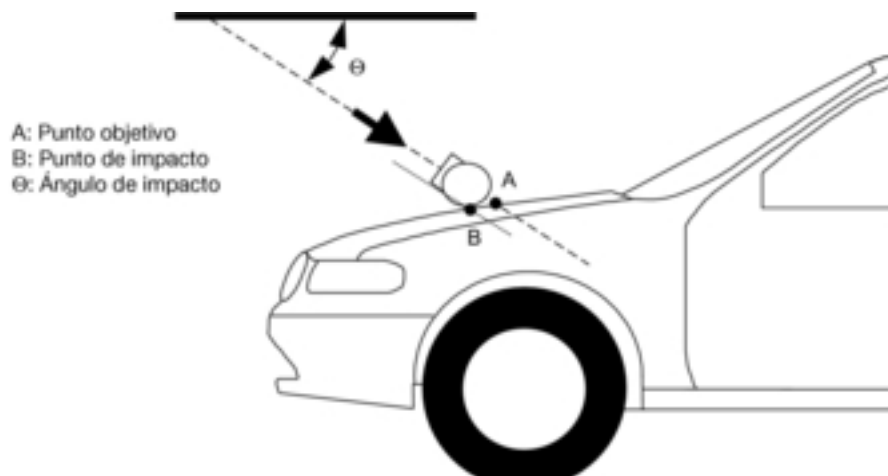


Figura 7

Diseño de la plantilla e indicación de los puntos utilizados para enlazar la línea de referencia trasera del capó y la línea de referencia lateral

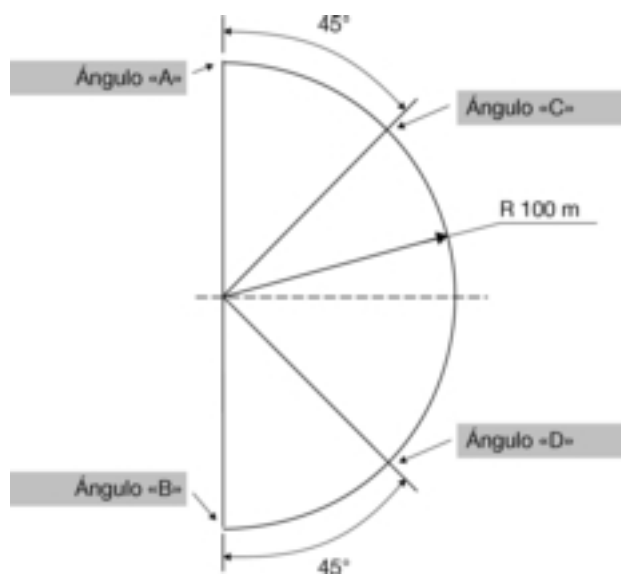


Figura 8

Vista cenital del ángulo trasero del capó: extensión de la línea de referencia trasera del capó para que enlace con la línea de referencia lateral siguiendo la circunferencia de la plantilla

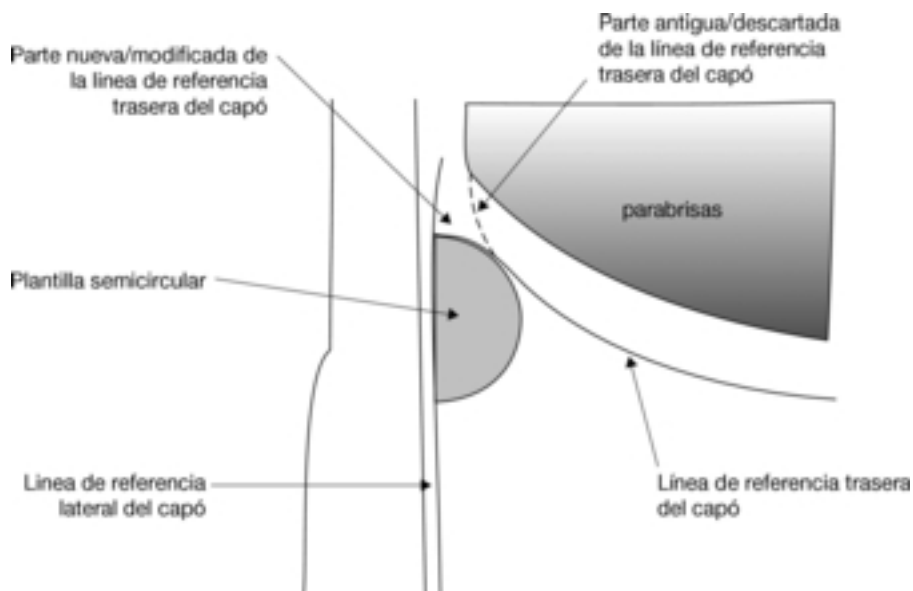


Figura 9

Determinación de la línea de referencia inferior del parachoques

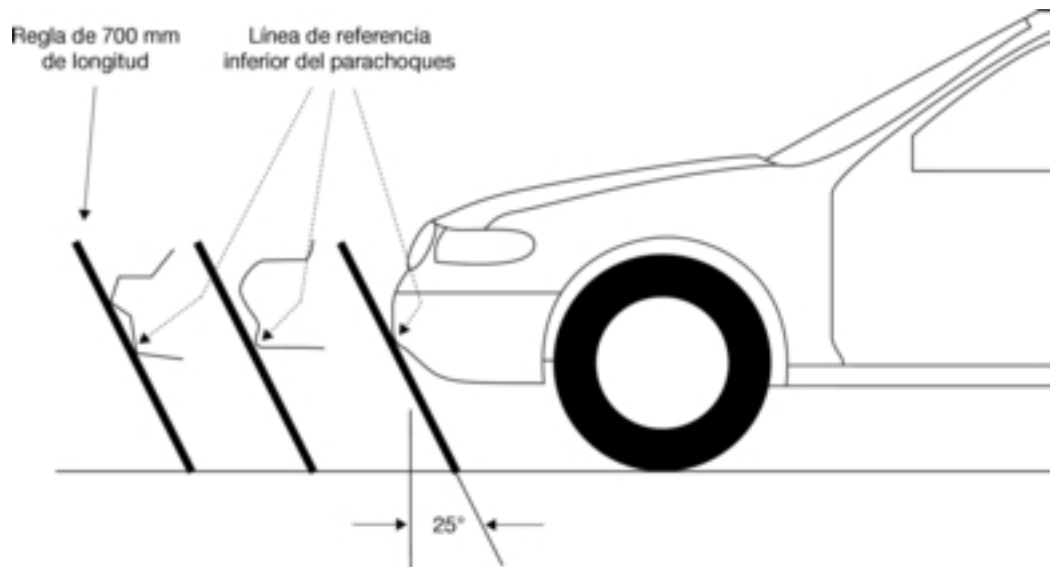


Figura 10

Determinación de la línea de referencia inferior del sistema de protección delantera

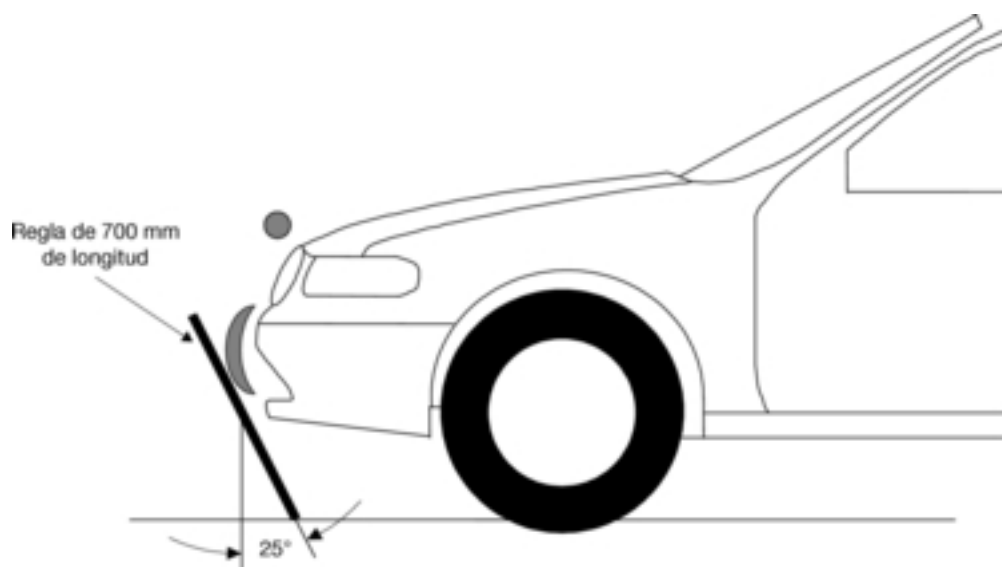


Figura 11

Determinación de la línea de referencia trasera del parabrisas

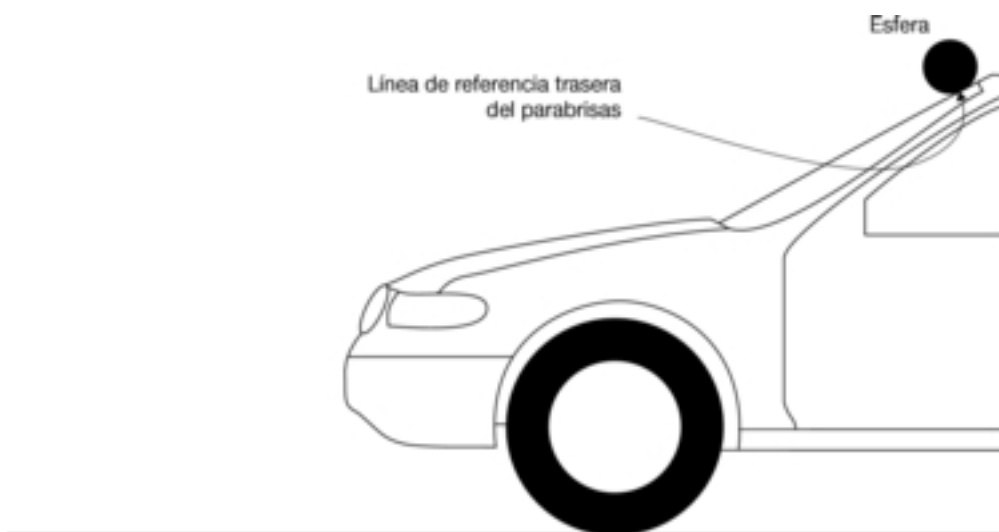


Figura 12

Determinación de la línea de referencia lateral

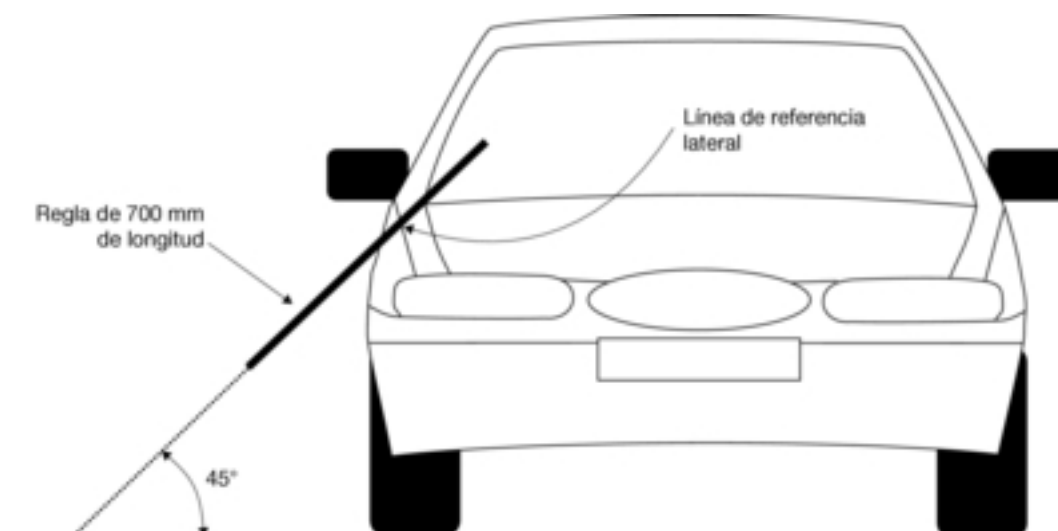


Figura 13

Determinación de la línea de referencia superior del parachoques

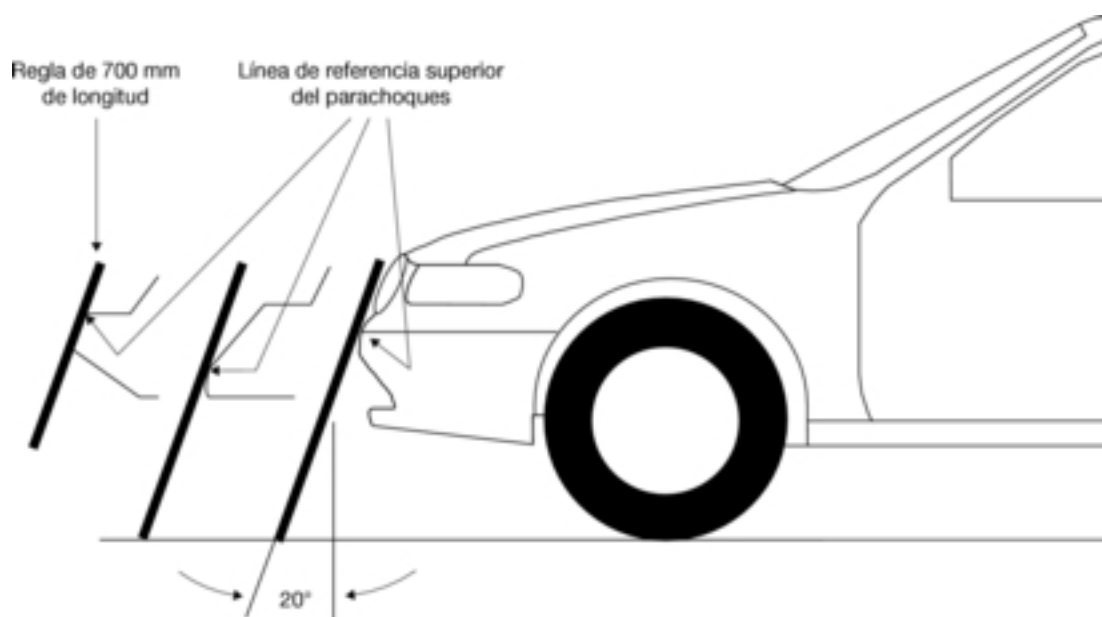


Figura 14

Determinación de la línea de referencia superior del sistema de protección delantera

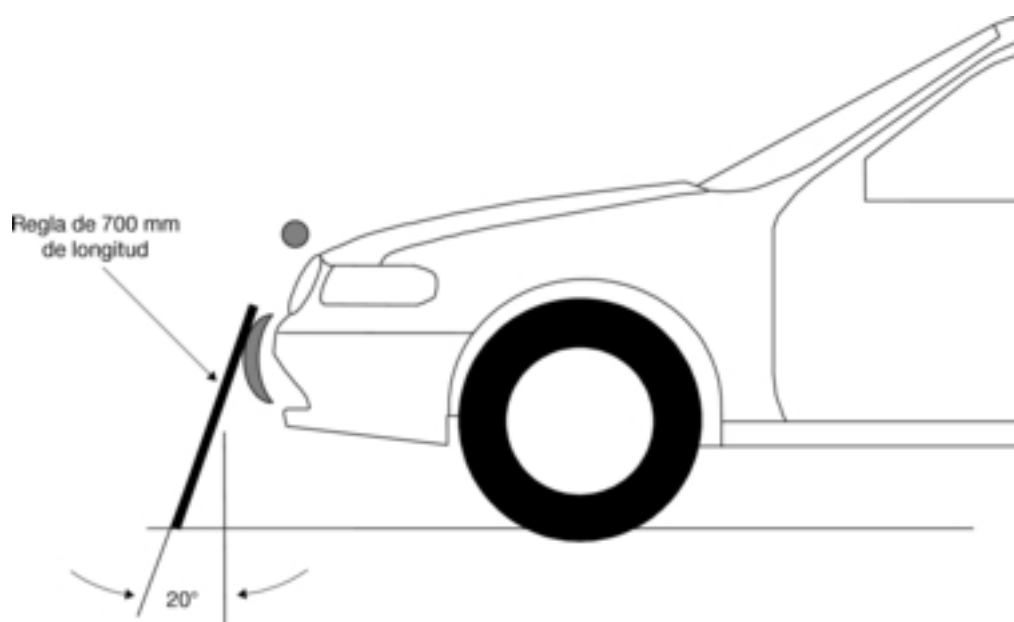


Figura 15

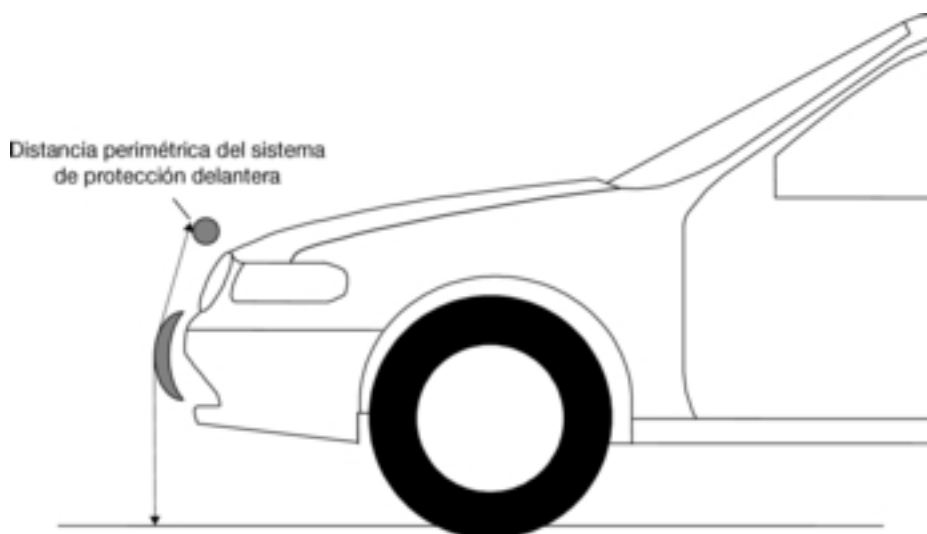
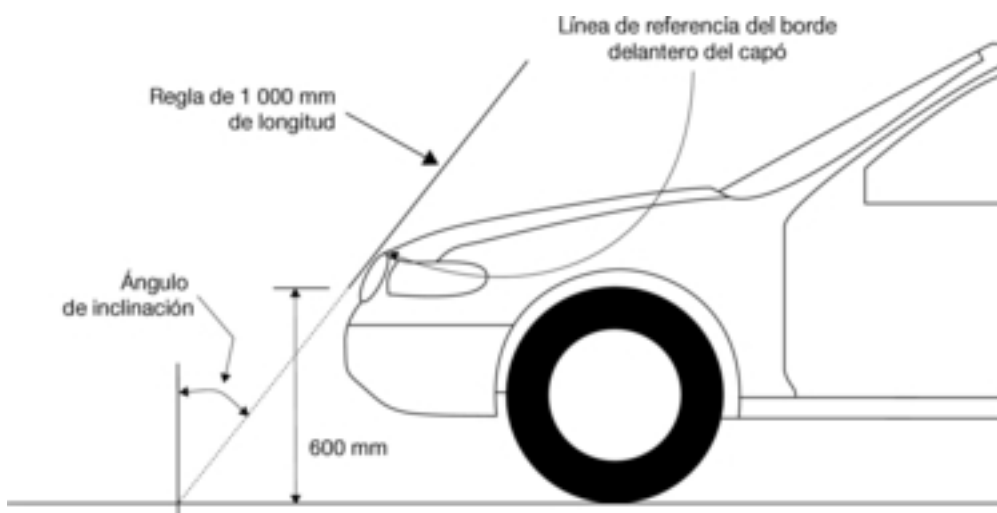
Determinación de la distancia perimétrica del sistema de protección delantera

Figura 16

Determinación de la línea de referencia del borde delantero del capó

PARTE II

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO DE LOS VEHÍCULOS

CAPÍTULO I

Condiciones generales

1. Vehículo completo

1.1. Los ensayos en vehículos completos se ajustarán a las condiciones detalladas en los puntos 1.1.1, 1.1.2 y 1.1.3.

1.1.1. El vehículo estará en disposición normal de circulación y montado de forma segura sobre soportes elevados o parado en una superficie plana con el freno de mano echado.

1.1.2. Todos los dispositivos concebidos para proteger a los usuarios vulnerables de la vía pública estarán correctamente activados antes de realizarse el ensayo correspondiente o en funcionamiento durante el mismo. La responsabilidad de demostrar que los dispositivos actúan de la forma prevista en caso de atropello de un peatón corresponderá al solicitante de la homologación.

- 1.1.3. Los vehículos que dispongan de componentes que puedan cambiar de forma o posición que no sean dispositivos activos de protección de los peatones y que tengan más de una forma o posición fijas deberán cumplir los requisitos con esos componentes en cada una de las formas o posiciones fijas.
2. **Subsistema del vehículo**
 - 2.1. Cuando solo se suministre un subsistema del vehículo para los ensayos, este deberá ajustarse a las condiciones especificadas en los puntos 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 y 2.1.4.
 - 2.1.1. En el ensayo se incluirán todas las partes de la estructura del vehículo, el capó y los componentes situados debajo del capó o detrás del parabrisas, que puedan intervenir en una colisión frontal con un usuario vulnerable de la vía pública, a fin de que pueda comprobarse el comportamiento y las interacciones de todas las partes implicadas del vehículo.
 - 2.1.2. El subsistema estará bien montado en el vehículo y en disposición normal de circulación.
 - 2.1.3. Todos los dispositivos concebidos para proteger a los usuarios vulnerables de la vía pública estarán correctamente activados antes de realizarse el ensayo correspondiente, o estar en funcionamiento durante el mismo. La responsabilidad de demostrar que los dispositivos actúan de la forma prevista en caso de atropello de un peatón corresponderá al solicitante de la homologación.
 - 2.1.4. Los vehículos que dispongan de componentes que puedan cambiar de forma o posición que no sean dispositivos activos de protección de los peatones y que tengan más de una forma o posición fijas deberán cumplir los requisitos con esos componentes en cada una de estas formas o posiciones.

CAPÍTULO II

Ensayo de impacto del simulador de pierna contra el parachoques

1. **Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en la letra a) de los puntos 2.1 y 3.1 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. **Generalidades**

- 2.1. Para los ensayos del parachoques, el impactador simulador de la pierna se encontrará en situación de «vuelo libre» en el momento del impacto. El impactador se dejará en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entre en contacto con el sistema de propulsión e influya en los resultados del ensayo.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. **Especificaciones del ensayo**

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en la letra a) de los puntos 2.1 y 3.1 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.
- 3.2. Este ensayo es aplicable a los vehículos con una altura inferior del parachoques menor de 425 mm.

Para los vehículos con una altura inferior del parachoques igual o mayor de 425 mm pero menor de 500 mm, el fabricante podrá elegir llevar a cabo el ensayo establecido en el capítulo III.

En los vehículos con una altura igual o superior a 500 mm, se aplicará el capítulo III.

- 3.3. Se realizarán como mínimo tres ensayos de impacto del simulador de pierna contra el parachoques, uno con cada tercio (tercio central y tercios exteriores) del parachoques, en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura. Los puntos de ensayo seleccionados estarán separados por una distancia mínima de 132 mm y se situarán entre los ángulos definidos del parachoques, a 66 mm de estos como mínimo. Estas distancias mínimas se medirán con una cinta métrica flexible tensada a lo largo de la superficie exterior del vehículo. En el informe de ensayo se indicarán los puntos ensayados por los laboratorios.

4. **Procedimiento de ensayo**

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I.
 - 4.1.1. El impactador de ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrá durante un mínimo de cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada de 35 % ± 15 % y una temperatura estable de 20 ± 4 °C antes de retirar el impactador para el ensayo. Después de retirarlo de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.

- 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se va a utilizar.
- 4.2. El impactador simulador de pierna que se utilizará a los efectos de este ensayo se ajustará a la descripción de la parte V, sección I.
- 4.3. El impactador deberá montarse, propulsarse y liberarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección del vector de velocidad del impacto se situará en el plano horizontal y será paralela al plano vertical longitudinal del vehículo. El margen de tolerancia aplicable a la dirección del vector de velocidad en el plano horizontal y el plano longitudinal será de $\pm 2^\circ$ en el momento del primer contacto.
- 4.5. El eje del impactador será perpendicular al plano horizontal, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$ en los planos lateral y longitudinal. Los planos horizontal, longitudinal y lateral serán ortogonales entre sí (véase la figura 1).
- 4.6. En el momento del primer contacto con el parachoques, la base del impactador estará 25 mm por encima del nivel de referencia del suelo (véase la figura 2), con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- Al fijar la altura del sistema de propulsión, deberá preverse un margen para el efecto de la gravedad durante el período de vuelo libre del impactador.
- En el momento del primer contacto, el impactador estará debidamente orientado sobre su eje vertical de forma que la articulación de rodilla funcione correctamente, con un margen de tolerancia de $\pm 5^\circ$ (véase la figura 1).
- 4.7. En el momento del primer contacto, el eje central del impactador coincidirá con el punto de impacto elegido, con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 4.8. Durante el contacto entre el impactador y el vehículo, el primero no deberá tocar el suelo ni objeto alguno que no forme parte del vehículo.
- 4.9. La velocidad de impacto del impactador al golpear el parachoques será de $11,1 \pm 0,2$ m/s. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, deberá tenerse en cuenta el efecto de la fuerza de la gravedad.

Figura 1

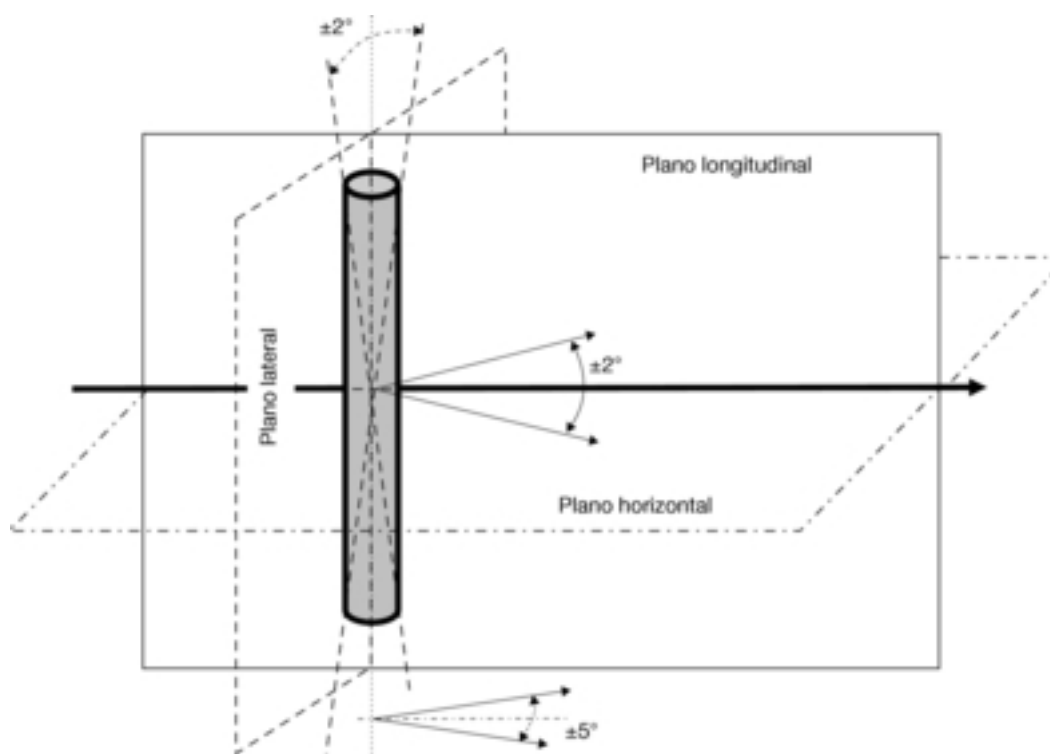
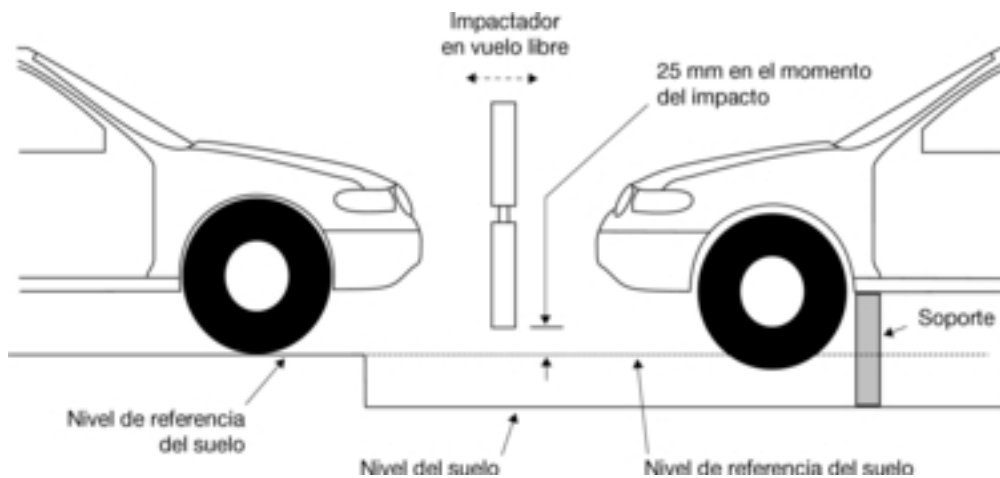
Márgenes de tolerancia de los ángulos para el impactador simulador de pierna en el momento del primer impacto

Figura 2

Ensayos de impacto del simulador de pierna contra el parachoques con vehículo completo en disposición normal de circulación (izquierda) y con vehículo completo o subsistema montado sobre soportes (derecha)



CAPÍTULO III

Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el parachoques

1. **Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en la letra b) de los puntos 2.1 y 3.1 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. **Generalidades**

- 2.1. Para el ensayo contra el parachoques, el impactador simulador de muslo y cadera se montará en el sistema de propulsión mediante una junta limitadora de la torsión que evite que el sistema de guía resulte dañado por la aplicación de cargas pesadas fuera de eje. El sistema de guía estará equipado con guías de baja fricción, insensibles a las cargas fuera de eje, que permitan que, al entrar en contacto con el vehículo, el impactador se mueva únicamente en la dirección de impacto especificada. Las guías evitarán el movimiento en otras direcciones, incluida la rotación sobre cualquier eje.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. **Especificaciones del ensayo**

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en la letra b) de los puntos 2.1 y 3.1 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.
- 3.2. Este ensayo es aplicable a los vehículos con una altura inferior del parachoques igual o superior a 500 mm.

Para los vehículos con una altura inferior del parachoques igual o mayor de 425 mm pero menor de 500 mm, el fabricante podrá elegir llevar a cabo el ensayo establecido en el capítulo II.

En los vehículos con una altura inferior del parachoques de menos de 425 mm, será aplicable el capítulo II.
- 3.3. Los ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el parachoques se llevarán a cabo en relación con las posiciones de ensayo seleccionadas en el capítulo II, punto 3.3.

4. **Procedimiento de ensayo**

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I.
 - 4.1.1. El impactador de ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrá durante un mínimo de cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada de $35\% \pm 15\%$ y una temperatura estable de $20 \pm 4\text{ °C}$ antes de retirar el impactador para el ensayo. Después de retirarlo de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.

- 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se va a utilizar.
- 4.2. El impactador simulador de muslo y cadera que se utilizará a los efectos de este ensayo se ajustará a la descripción de la parte V, sección 2.
- 4.3. El impactador de ensayo deberá montarse, propulsarse y liberarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección del impacto será paralela al eje longitudinal del vehículo, con el eje del simulador de muslo y cadera en posición vertical en el momento del primer contacto. El margen de tolerancia de estas indicaciones será de $\pm 2^\circ$. En el momento del primer contacto, la línea central del impactador deberá coincidir con un punto equidistante verticalmente entre las líneas de referencia superior e inferior del parachoques, con un margen de tolerancia de ± 10 mm; la línea central vertical del impactador se colocará lateralmente con respecto al lugar de impacto elegido, con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 4.5. La velocidad del impactador de muslo y cadera al golpear el parachoques será de $11,1 \pm 0,2$ m/s.

CAPÍTULO IV

Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó

1. **Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo se aplica a los requisitos establecidos en los puntos 2.2 y 3.2 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. **Generalidades**

- 2.1. Para el ensayo contra el borde delantero del capó, el impactador simulador de muslo y cadera se montará en el sistema de propulsión mediante una junta limitadora de la torsión que evite que el sistema de guía resulte dañado por cargas pesadas fuera de eje. El sistema de guía estará equipado con guías de baja fricción, insensibles a las cargas fuera de eje, que permitan que, al entrar en contacto con el vehículo, el impactador se mueva únicamente en la dirección de impacto especificada. Las guías evitarán el movimiento en otras direcciones, incluida la rotación sobre cualquier eje.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. **Especificaciones del ensayo**

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en los puntos 2.2 y 3.2 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.
- 3.2. Se realizarán como mínimo tres ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó, uno con cada tercio (tercio central y tercios exteriores) del borde delantero del capó, en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones. No obstante, el punto de ensayo de cada tercio se seleccionará, siempre que sea posible, de forma que la energía cinética de impacto requerida, definida en el punto 4.8, sea superior a 200 J. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura. Los puntos de ensayo seleccionados estarán separados por una distancia mínima de 150 mm y se situarán entre los puntos de referencia angulares, como mínimo a 75 mm de ellos. Estas distancias mínimas se medirán con una cinta métrica flexible tensada a lo largo de la superficie exterior del vehículo. En el informe de ensayo se indicarán los puntos ensayados por los laboratorios.
- 3.3. Deberá estar instalado todo equipamiento de serie de la parte delantera del vehículo.

4. **Procedimiento de ensayo**

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I.
 - 4.1.1. El impactador de ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrán durante al menos cuatro horas en una zona de almacenamiento controlado con una humedad estabilizada de $35\% \pm 15\%$ y una temperatura estable de $20^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$ antes de retirar el impactador para los ensayos. Después de retirarlo de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
 - 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se va a utilizar.
- 4.2. El impactador simulador de muslo y cadera que se utilizará a los efectos de este ensayo se ajustará a la descripción de la parte V, sección 2.
- 4.3. El impactador simulador de muslo y cadera deberá montarse y propulsarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.

- 4.4. El impactador simulador de muslo y cadera se alineará de modo que la línea central del sistema de propulsión y el eje longitudinal del impactador sean paralelos al plano vertical longitudinal del vehículo sometido a ensayo. El margen de tolerancia de estas indicaciones será de $\pm 2^\circ$. En el momento del primer contacto, la línea central del impactador coincidirá con la línea de referencia del borde delantero del capó, con un margen de tolerancia de ± 10 mm (véase la figura 3), y lateralmente con el punto de impacto elegido, también con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 4.5. La velocidad y dirección del impacto, así como la masa del impactador simulador de muslo y cadera, se determinarán de acuerdo con lo establecido en los puntos 4.7 y 4.8. El margen de tolerancia con respecto a la velocidad del impacto será $\pm 2\%$ y con respecto a la dirección del impacto, $\pm 2^\circ$. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, se tendrá en cuenta el efecto de la gravedad. La masa del impactador simulador de muslo y cadera deberá medirse con una precisión superior a $\pm 1\%$ y, si el valor medido difiere del requerido, la diferencia se compensará ajustando la velocidad requerida, como se especifica en el punto 4.8.
- 4.6. Determinación de la forma del vehículo
- 4.6.1. La posición de la línea de referencia superior del parachoques se establecerá de acuerdo con las disposiciones de la parte I.
- 4.6.2. La línea de referencia del borde delantero del capó se establecerá de acuerdo con las disposiciones de la parte I.
- 4.6.3. Para el ensayo relativo al borde delantero del capó, la altura del mismo y el saliente del parachoques se establecerán de acuerdo con las disposiciones de la parte I.
- 4.7. Deberá determinarse la velocidad y la dirección de impacto (figuras 4 y 5) en relación con los valores de la altura del borde delantero del capó y del saliente del parachoques establecidos en el punto 4.6.3.
- 4.8. La masa total del impactador simulador de muslo y cadera incluirá los elementos de propulsión y de guía que formen parte integrante del mismo durante el impacto, incluidos los pesos añadidos.

La masa del impactador simulador de muslo y cadera se calculará mediante la fórmula:

$$M = 2E / V^2$$

donde:

M = Masa [kg]

E = Energía del impacto [J]

V = Velocidad [m/s]

La velocidad requerida será el valor obtenido con arreglo a las disposiciones del punto 4.7, y la energía se obtendrá conforme a la figura 6, con referencia a los valores de la altura del borde delantero del capó y del saliente del parachoques establecidos en el punto 4.6.3.

La masa del impactador simulador de muslo y cadera podrá ajustarse a partir del valor calculado hasta un $\pm 10\%$, a condición de que la velocidad de impacto requerida también se modifique aplicando la fórmula indicada, para mantener la energía cinética del impactador.

- 4.9. Para obtener la masa del impactador simulador de muslo y cadera calculada de acuerdo con lo establecido en el punto 4.8 podrán añadirse los pesos necesarios a la parte trasera del elemento posterior del impactador o a los componentes del sistema de guía que formen parte integrante del impactador en el momento del impacto.

Figura 3

Ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó

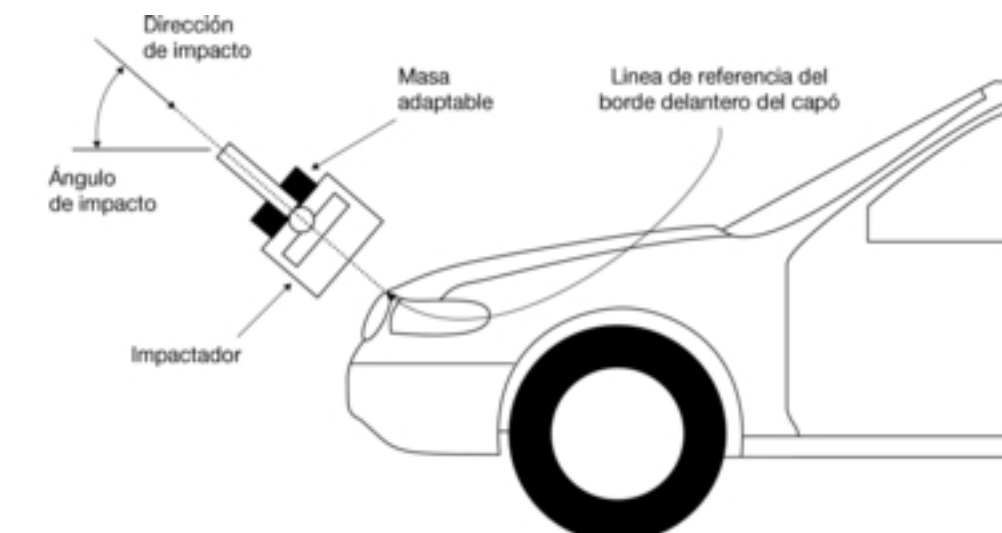
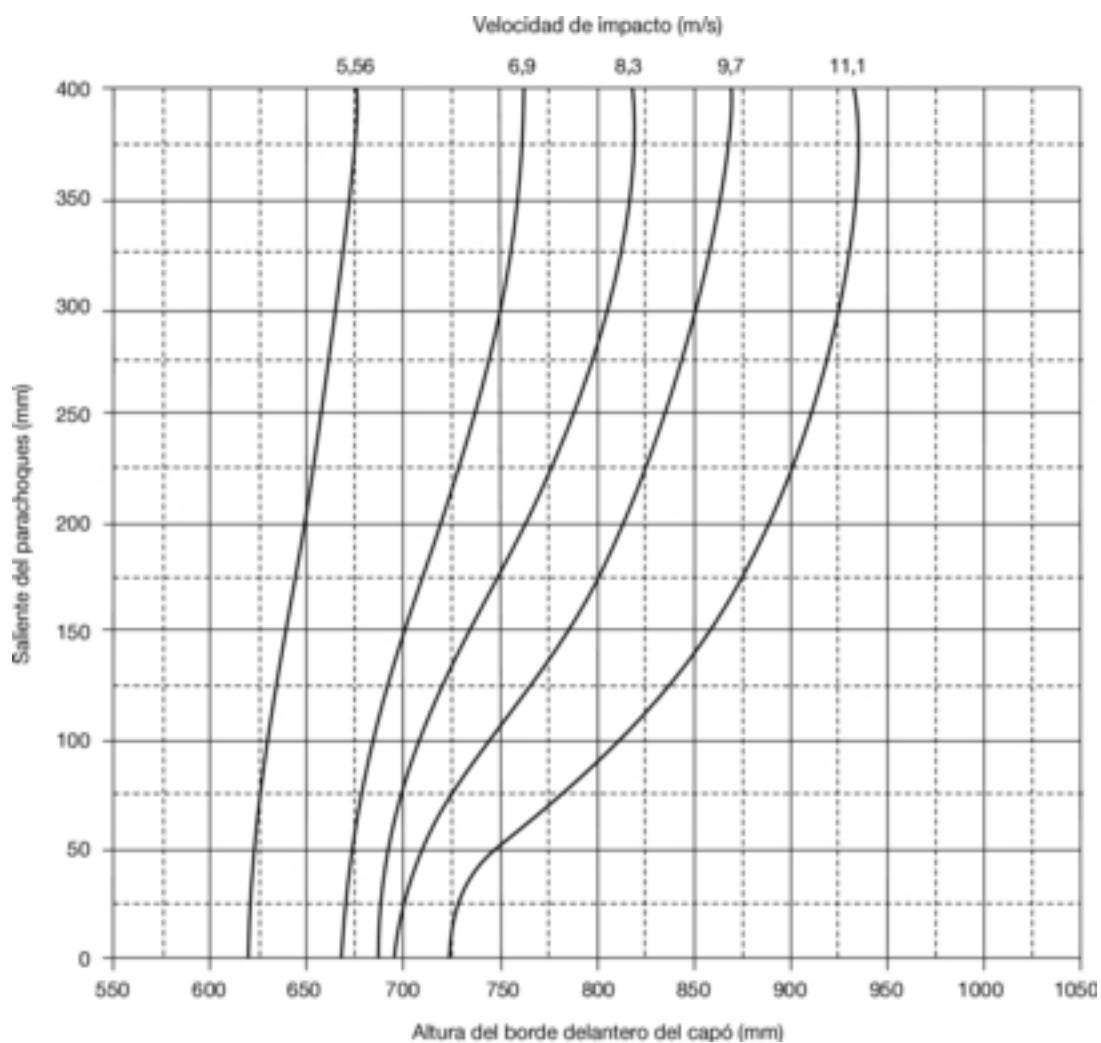


Figura 4

Velocidad de los ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó en función de la forma del vehículo

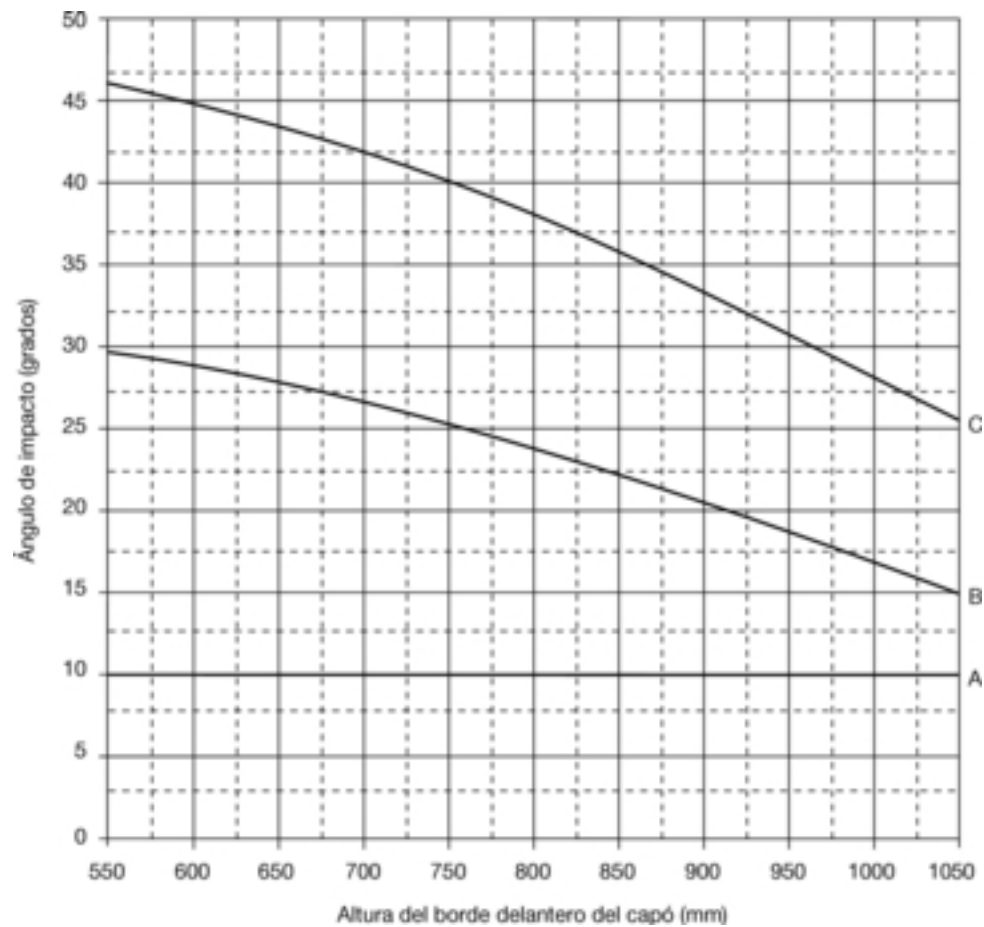


Notas:

1. Interpolar horizontalmente entre curvas.
2. Con configuraciones por debajo de 5,56 m/s, realizar el ensayo a 5,56 m/s.
3. Con configuraciones por debajo de 11,1 m/s, realizar el ensayo a 11,1 m/s.
4. Los salientes de parachoques negativos se asimilarán a un saliente nulo.
5. Los salientes de parachoques superiores a 400 mm se asimilarán a salientes de 400 mm.

Figura 5

Ángulo del ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó en función de la forma del vehículo

*Leyenda:*

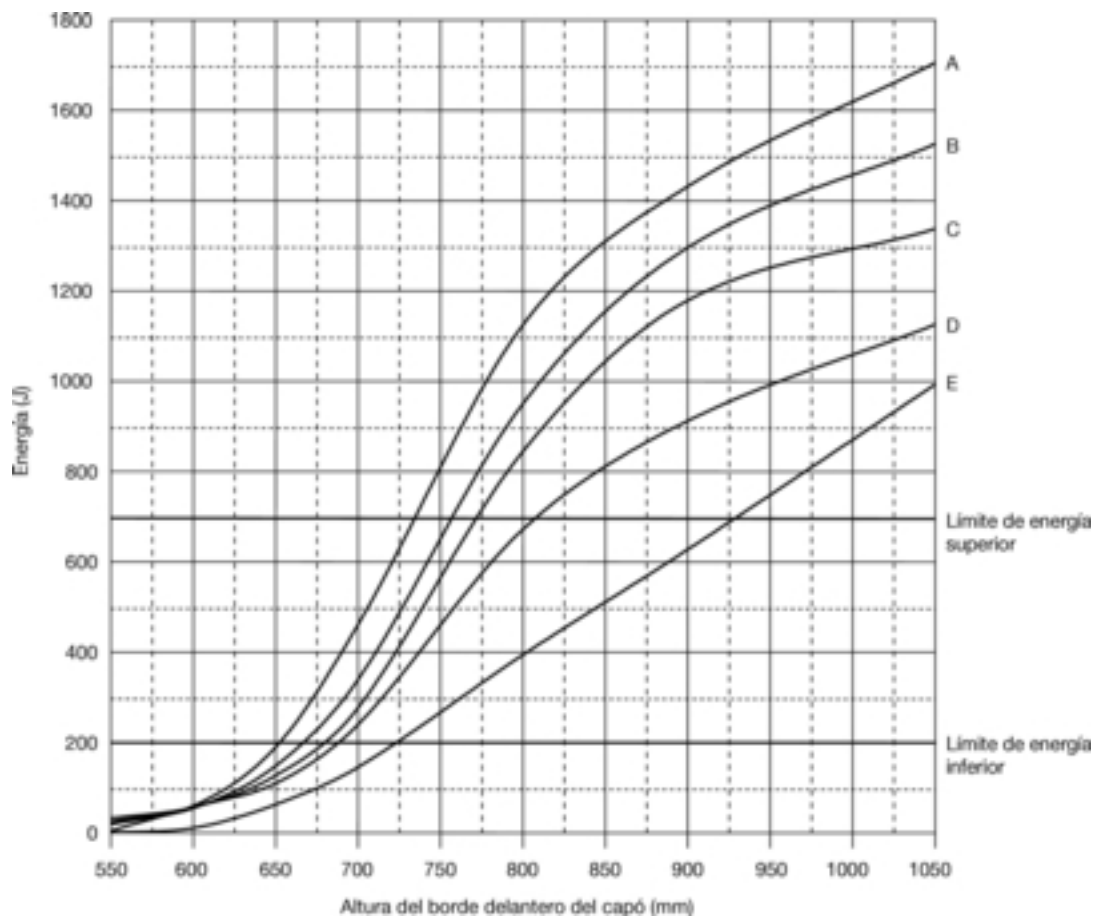
A = saliente del parachoques de 0 mm
 B = saliente del parachoques de 50 mm
 C = saliente del parachoques de 150 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Los salientes de parachoques negativos se asimilarán a un saliente nulo.
3. Los salientes de parachoques superiores a 150 mm se asimilarán a salientes de 150 mm.
4. Toda altura de borde delantero del capó superior a 1 050 mm se asimilará a una altura de 1 050 mm.

Figura 6

Energía cinética de los ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó en función de la forma del vehículo

**Leyenda:**

- A = saliente del parachoques de 50 mm
 B = saliente del parachoques de 100 mm
 C = saliente del parachoques de 150 mm
 D = saliente del parachoques de 250 mm
 E = saliente del parachoques de 350 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Los salientes de parachoques superiores a 50 mm se asimilarán a salientes de 50 mm.
3. Toda altura de borde delantero del capó superior a 1 050 mm se asimilará a una altura de 1 050 mm.
4. Si se requiere una energía cinética superior a 700 J, se efectuará el ensayo a 700 J.
5. Si se requiere una energía cinética igual o inferior a 200 J, no es necesario realizar ensayos.
6. Los salientes de parachoques superiores a 350 mm se asimilarán a salientes de 350 mm.

CAPÍTULO V**Ensayos de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño contra la parte superior del capó****1. Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el punto 2.3 del anexo I del Reglamento (CE) nº 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. En el ensayo con la parte superior del capó, en el momento del impacto el impactador simulador de cabeza se encontrará en situación de «vuelo libre». El impactador se dejará en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entre en contacto con el sistema de propulsión e influya en los resultados del ensayo.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en el punto 2.3 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.
- 3.2. Los ensayos con el impactador simulador de cabeza se realizarán contra la parte superior del capó. Se llevarán a cabo como mínimo 18 ensayos (seis con los tercios centrales y doce con los tercios exteriores) de la parte superior del capó, en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura.

Entre el mínimo de 18 ensayos que deben realizarse, al menos 12 deberán realizarse con el impactador simulador de cabeza en la «zona HPC1000» y un mínimo de seis en la «zona HPC2000», tal como se indica en el punto 3.2.1.

Los puntos de ensayo estarán situados de forma que el impactador no golpee primero de refilón en la parte superior del capó y rebote fuertemente contra el parabrisas o un montante.

Los puntos seleccionados para el ensayo con el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño deberán estar separados por una distancia mínima de 165 mm y estar situados entre las líneas de referencia lateral establecidas, a un mínimo de 82,5 mm de las mismas y a 82,5 mm como mínimo por delante de la línea de referencia trasera del capó.

Asimismo, cada punto seleccionado para el ensayo con el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño deberá encontrarse un mínimo de 165 mm por detrás de la línea de referencia delantera del borde del capó, a menos que ninguno de los puntos situados en la zona de ensayo del borde delantero del capó, dentro de una franja de 165 mm de ancho, en caso de ser escogido para un ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del capó, requiera una energía cinética de impacto superior a 200 J.

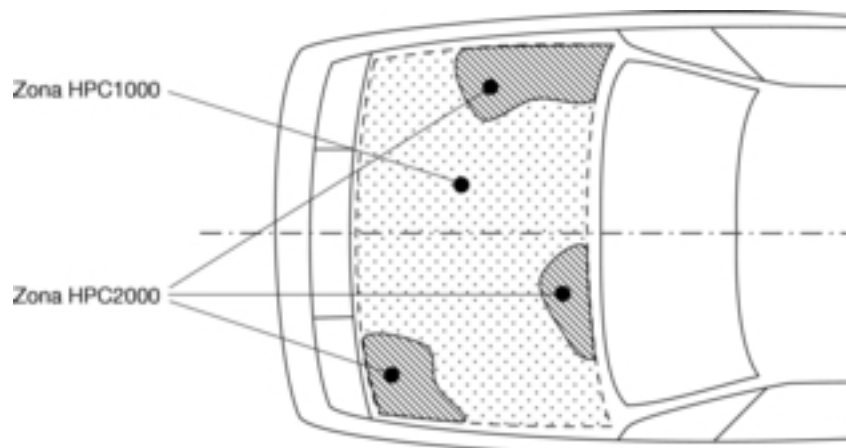
Estas distancias mínimas se medirán con una cinta métrica flexible tensada a lo largo de la superficie exterior del vehículo. Si se seleccionan varias posiciones de ensayo y la zona de ensayo restante es demasiado pequeña para seleccionar otra posición de ensayo respetando la separación mínima entre los ensayos, el número de los mismos podrá ser inferior a 18. Los puntos ensayados por los laboratorios se indicarán en el informe de ensayo.

No obstante, los servicios técnicos responsables realizarán tantos ensayos como sea necesario para garantizar la conformidad del vehículo con los valores límite de los criterios de protección de la cabeza (HPC), a saber, 1 000 para la «zona HPC1000» y 2 000 para la «zona HPC2000», especialmente en los puntos próximos a los límites entre los dos tipos de zona.

- 3.2.1. Delimitación de la «zona HPC1000» y de la «zona HPC2000». El constructor identificará las zonas de la parte superior del capó en las que el criterio de protección de la cabeza (HPC) no excederá de, respectivamente, 1 000 (zona HPC1000) y 2 000 (zona HPC2000), de acuerdo con los requisitos establecidos en el punto 2.3 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009 (véase la figura 7).

Figura 7

Delimitación de las zonas HPC1000 y HPC2000



- 3.2.2. La delimitación de la zona de impacto de la parte superior del capó, así como de la «zona HPC1000» y de la «zona HPC2000» se basará en un dibujo del constructor visto desde un plano aéreo horizontal paralelo al plano horizontal cero del vehículo. El constructor indicará un número suficiente de coordenadas «x» e «y» para delimitar las zonas en el vehículo, teniendo en cuenta el perfil externo del mismo en la dirección «z».
- 3.2.3. La «zona HPC1000» y la «zona HPC2000» pueden constar de un número ilimitado de partes.
- 3.2.4. El cálculo de la superficie de la zona de impacto, de la «zona HPC1000» y de la «zona HPC2000» se basará en una proyección del capó visto desde un plano aéreo horizontal paralelo al plano horizontal cero del vehículo, sobre la base de los datos de un dibujo del constructor.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I. La temperatura estable del dispositivo de ensayo y del vehículo o subsistema será de $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$.
- 4.2. El impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño que se utilizará para los fines del presente ensayo se ajustará a lo establecido en la parte V, sección 3.
- 4.3. El impactador deberá montarse, propulsarse y liberarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. Los ensayos realizados con la parte trasera del capó se realizarán sin que el impactador simulador de cabeza entre en contacto con el parabrisas o los montantes A antes de golpear el capó.
- 4.5. La dirección de impacto se situará en el plano longitudinal vertical del vehículo a través del punto de impacto. El margen de tolerancia de esta dirección será de $\pm 2^\circ$. La dirección de impacto de los ensayos realizados con la parte superior del capó será descendente y hacia la parte trasera, como si el vehículo se encontrase sobre el suelo. En los ensayos con impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño, el ángulo de impacto será de $50^\circ \pm 2^\circ$ respecto al nivel de referencia del suelo. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, deberá tenerse en cuenta el efecto de la fuerza de gravedad.
- 4.6. En el momento del primer contacto, el punto de contacto del impactador simulador de cabeza deberá encontrarse dentro de un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$ respecto al punto de impacto elegido.
- 4.7. La velocidad de impacto del impactador simulador de cabeza al golpear la parte superior del capó será de $9,7 \pm 0,2\text{ m/s}$.
- 4.7.1. La velocidad del mismo se medirá en un punto durante el vuelo libre antes del impacto, conforme al método establecido en la norma ISO 3784:1976. La medición de la velocidad se hará con una precisión de $\pm 0,01\text{ m/s}$. La velocidad medida se ajustará teniendo en cuenta todos los factores que puedan afectar al impactador entre el punto de medición y el punto de impacto, a fin de determinar la velocidad del impactador en el momento del impacto.
- 4.8. Se registrarán las resultantes aceleración-tiempo y se calculará el HIC. Se registrará el primer punto de contacto con la estructura frontal del vehículo. El registro de los resultados de los ensayos será conforme a la norma ISO 6487:2002.

CAPÍTULO VI

Ensayo de impacto del simulador de cabeza de adulto contra el parabrisas

1. Ámbito de aplicación

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el punto 2.4 del anexo I del Reglamento (CE) n.º 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. En el ensayo con la parte superior del parabrisas, el impactador simulador de cabeza se encontrará en situación de «vuelo libre» en el momento del impacto. El impactador se dejará en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entre en contacto con el sistema de propulsión e influya en los resultados del ensayo.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en el punto 2.4 del anexo I del Reglamento (CE) nº 78/2009.
- 3.2. Los ensayos del impactador simulador de cabeza de adulto se realizarán contra el parabrisas. Se realizará un mínimo de cinco ensayos con el impactador simulador de cabeza en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones.

Los puntos seleccionados para el ensayo del impactador simulador de cabeza de adulto contra el parabrisas deberán estar separados por una distancia mínima de 165 mm, y situarse entre los límites del parabrisas, a un mínimo de 82,5 mm de los mismos, tal como se indica en la Directiva 77/649/CEE, y un mínimo de 82,5 mm por delante de la línea de referencia trasera del parabrisas (véase la figura 8).

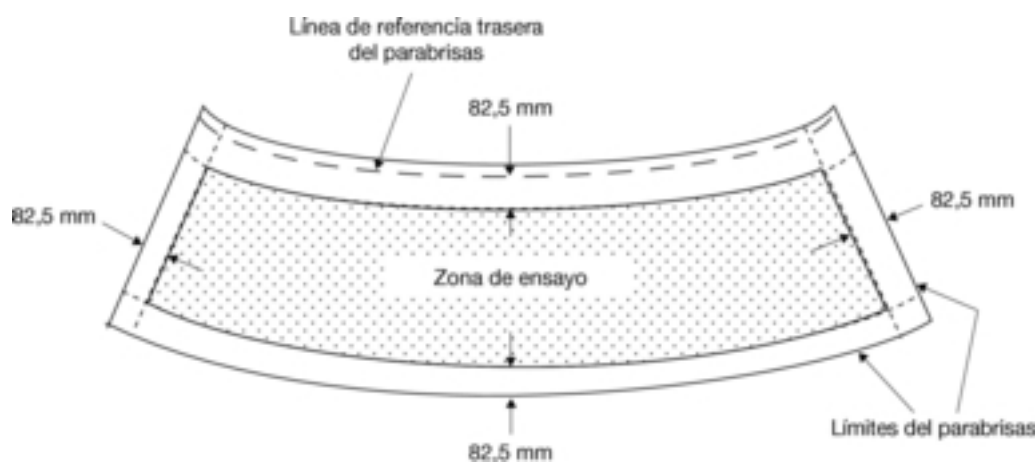
Estas distancias mínimas se medirán con una cinta métrica flexible tensada a lo largo de la superficie exterior del vehículo. Si se seleccionan varias posiciones de ensayo y la zona de ensayo restante es demasiado pequeña para seleccionar otra posición de ensayo respetando la separación mínima entre los ensayos, el número de estos podrá ser inferior a cinco. En el informe de ensayo se indicarán los puntos ensayados por los laboratorios.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I. La temperatura estable del dispositivo de ensayo y del vehículo o subsistema será de $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$.
- 4.2. El impactador simulador de cabeza de adulto que se utilizará para los fines del presente ensayo se ajustará a lo establecido en la parte V, sección 4.
- 4.3. El impactador simulador de cabeza deberá montarse, propulsarse y liberarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección de impacto se situará en un plano longitudinal vertical del vehículo que pase por el punto de impacto. El margen de tolerancia de esta dirección será de $\pm 2^\circ$. El ángulo de impacto será de $35^\circ \pm 2^\circ$ en sentido descendente y hacia atrás respecto al nivel de referencia del suelo. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, deberá tenerse en cuenta el efecto de la fuerza de gravedad.
- 4.5. En el momento del primer contacto, el punto de primer punto de contacto del impactador simulador de cabeza deberá coincidir con el punto de impacto elegido, con un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$.
- 4.6. La velocidad de impacto del impactador simulador de cabeza al golpear el parabrisas será de $9,7 \pm 0,2\text{ m/s}$.
- 4.6.1. La velocidad del impactador simulador de cabeza se medirá en un punto durante el vuelo libre antes del impacto, conforme al método establecido en la norma ISO 3784:1976. La medición de la velocidad se hará con una precisión de $\pm 0,01\text{ m/s}$. La velocidad medida se ajustará teniendo en cuenta todos los factores que puedan afectar al impactador entre el punto de medición y el punto de impacto, a fin de determinar la velocidad del impactador en el momento del impacto.
- 4.7. Se registrarán las resultantes aceleración-tiempo y se calculará el HIC. Se registrará el primer punto de contacto con la estructura frontal del vehículo. El registro de los resultados de los ensayos será conforme a la norma ISO 6487:2002.

Figura 8

Área de impacto del parabrisas



CAPÍTULO VII

Ensayo de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño y de adulto contra la parte superior del capó**1. Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en los puntos 3.3 y 3.4 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. En el ensayo con la parte superior del capó el impactador simulador de cabeza se encontrará en situación de «vuelo libre» en el momento del impacto. Los impactadores se dejarán en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entren en contacto con el sistema de propulsión e influyan en los resultados del ensayo.
- 2.2. Los impactadores podrán propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

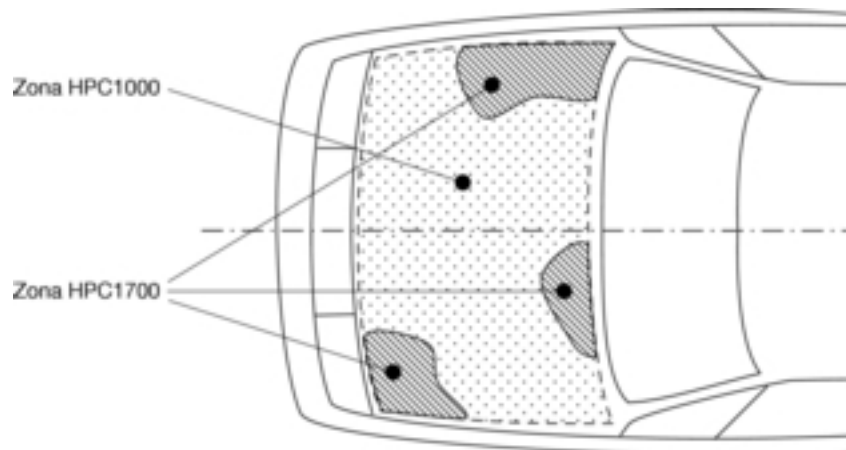
3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. El objetivo de este ensayo es asegurarse del cumplimiento de los requisitos establecidos en los puntos 3.3 y 3.4 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.
 - 3.1.1. Se realizarán como mínimo nueve ensayos (tres con los tercios centrales y seis con los tercios exteriores de las zonas de ensayo) con cada impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño o de adulto contra la correspondiente parte superior del capó, en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones. Los ensayos con la sección delantera de la parte superior del capó, definida en el punto 3.2, se realizarán con impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño. Los ensayos con la sección posterior de la parte superior del capó, definida en el punto 3.3, se realizarán con impactador simulador de cabeza de adulto. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura, en las posiciones consideradas más susceptibles de causar lesiones.
- 3.2. Los puntos seleccionados para el ensayo con el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño deberán:
 - a) estar separados por una distancia mínima de 165 mm;
 - b) situarse entre las líneas de referencia lateral, a un mínimo de 82,5 mm de las mismas;
 - c) situarse a un mínimo de 82,5 mm por delante de la línea de referencia trasera del capó, o por delante de una distancia perimétrica de 1 700 mm, la que esté situada más adelante en el punto de ensayo seleccionado;
 - d) situarse a un mínimo de 82,5 mm por detrás de la línea de referencia del borde delantero del capó, o por detrás de una distancia perimétrica de 1 000 mm, la que esté situada más atrás en el punto de ensayo seleccionado.
- 3.3. Los puntos seleccionados para el ensayo con el impactador simulador de cabeza de adulto deberán:
 - a) estar separados por una distancia mínima de 165 mm;
 - b) situarse entre las líneas de referencia lateral, a un mínimo de 82,5 mm de las mismas;
 - c) situarse a un mínimo de 82,5 mm por delante de la línea de referencia trasera del capó, o por delante de una distancia perimétrica de 2 100 mm, la que esté situada más adelante en el punto de ensayo seleccionado;
 - d) situarse a un mínimo de 82,5 mm por detrás de la línea de referencia del borde delantero del capó, o por detrás de una distancia perimétrica de 1 700 mm, la que esté situada más atrás en el punto de ensayo seleccionado.
- 3.3.1. Los puntos de ensayo estarán situados de forma que el impactador no golpee primero de refilón en la parte superior del capó y rebote después con fuerza contra el parabrisas o un montante. Estas distancias mínimas se medirán con una cinta métrica flexible tensada a lo largo de la superficie exterior del vehículo. Si se seleccionan varias posiciones de ensayo y la zona de ensayo restante es demasiado pequeña para seleccionar otra posición de ensayo respetando la separación mínima entre ensayos, el número de estos podrá ser inferior a nueve. En el informe de ensayo se indicarán los puntos ensayados por los laboratorios. No obstante, los servicios técnicos responsables realizarán tantos ensayos como sea necesario para garantizar la conformidad del vehículo con los valores límite de los criterios de protección de la cabeza (HPC), a saber, 1 000 para la zona de impacto HPC1000 y 1 700 para la zona de impacto HPC1700, especialmente en los puntos próximos a los límites entre los dos tipos de zona.

- 3.3.2. Identificación de las zonas de impacto HPC1000 y HPC1700. El constructor identificará las zonas de impacto de la parte superior del capó en las que el criterio de protección de la cabeza (HPC) no excederá de, respectivamente, 1 000 (zona HPC1000) y 1 700 (zona HPC1700), de acuerdo con los requisitos establecidos en el punto 3.5 del anexo I del Reglamento (CE) n° 78/2009.

Figura 9

Determinación de las zonas HPC1000 y HPC1700



- 3.3.3. La delimitación de la zona de impacto de la parte superior del capó, así como de las zonas de impacto HPC1000 y HPC1700 se basará en un dibujo del constructor visto desde un plano aéreo horizontal paralelo al plano en el que se encuentra el vehículo. El constructor indicará un número suficiente de coordenadas «x» e «y» para delimitar las zonas en el vehículo, teniendo en cuenta el perfil externo del mismo en la dirección «z». La «zona HPC1000» y la «zona HPC1700» pueden constar cada una de un número ilimitado de partes. El cálculo de la superficie de la zona de impacto y de las zonas de impacto HPC1000 y HPC1700 se basará en una proyección del capó visto desde un plano horizontal paralelo al plano horizontal cero aéreo del vehículo, sobre la base de los datos de un dibujo del constructor.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o del subsistema se ajustará a los requisitos establecidos en el capítulo I. La temperatura estable del dispositivo de ensayo y del vehículo o subsistema será de $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$.
- 4.2. Los impactadores simuladores de cabeza de niño o adulto pequeño y de adulto que se utilizarán para los fines del presente ensayo se ajustarán a lo establecido en la parte V, secciones 3 y 4.
- 4.3. Los impactadores deberán montarse, propulsarse y liberarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. Los ensayos realizados contra la parte trasera de la parte superior del capó se realizarán sin que el impactador simulador de cabeza entre en contacto con el parabrisas o los montantes A antes de golpear la parte superior del capó.
- 4.4.1. La dirección de impacto se situará en un plano longitudinal vertical del vehículo que pase por el punto de impacto. El margen de tolerancia de esta dirección será de $\pm 2^\circ$. La dirección de impacto de los ensayos realizados con la parte superior del capó será descendente y hacia la parte trasera, como si el vehículo se encontrase sobre el suelo. En los ensayos con impactador simulador de cabeza de niño, el ángulo de impacto será de $50^\circ \pm 2^\circ$ respecto al nivel de referencia del suelo. En los ensayos con impactador simulador de cabeza de adulto, el ángulo de impacto será de $65^\circ \pm 2^\circ$ respecto al nivel de referencia del suelo. Al calcular el ángulo de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, deberá tenerse en cuenta el efecto de la fuerza de gravedad.
- 4.5. En el momento del primer contacto, el punto de contacto del impactador simulador de cabeza deberá estar dentro de un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$ respecto al punto de impacto elegido.
- 4.6. La velocidad de impacto de los impactadores simuladores de cabeza al golpear la parte superior del capó será de $9,7 \pm 0,2\text{ m/s}$.
- 4.6.1. La velocidad del impactador simulador de cabeza se medirá en un punto durante el vuelo libre antes del impacto, conforme al método establecido en la norma ISO 3784:1976. La medición de la velocidad se hará con una precisión de $\pm 0,01\text{ m/s}$. La velocidad medida se ajustará teniendo en cuenta todos los factores que puedan afectar al impactador entre el punto de medición y el punto de impacto, a fin de determinar la velocidad del impactador en el momento del impacto.

- 4.7. Se registrarán las resultantes aceleración-tiempo y se calculará el HIC. Se registrará el primer punto de contacto con la estructura frontal del vehículo. El registro de los resultados de los ensayos será conforme a la norma ISO 6487:2002.

PARTE III

ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ASISTENCIA EN LA FRENADA

1. Generalidades

El objetivo de esta parte es asegurar el cumplimiento de los requisitos de ensayo para la verificación de los sistemas de asistencia en la frenada, como dispone el anexo I, sección 4, del Reglamento (CE) n° 78/2009.

1.1. Características de funcionamiento de los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «A»

Si se detecta una fuerza relativamente elevada sobre el pedal como consecuencia de una situación de emergencia, la fuerza adicional del pedal para activar completamente el sistema antibloqueo de frenos (ABS) se reducirá en comparación con la fuerza sobre el pedal necesaria si el sistema ABS no se activa.

El cumplimiento de este requisito está sujeto al cumplimiento de las disposiciones de los puntos 7.1 a 7.3.

1.2. Características de funcionamiento de los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «B» y categoría «C».

Si se detecta una situación de emergencia a consecuencia, por lo menos, de una manipulación brusca del pedal del freno, el sistema de asistencia en la frenada incrementará la presión para proporcionar el coeficiente máximo de frenado o para activar completamente el sistema antibloqueo de frenos (ABS).

El requisito establecido en el presente punto está sujeto al cumplimiento de las disposiciones de los puntos 8.1 a 8.3.

2. A efectos de la presente parte se entenderá por:

- 2.1. Sistema de asistencia en la frenada de categoría «A»: dispositivo que detecta una situación de frenada de emergencia sobre la base de la fuerza que el conductor aplica sobre el pedal del freno.
- 2.2. Sistema de asistencia en la frenada de categoría «B»: dispositivo que detecta una situación de frenada de emergencia sobre la base de la velocidad a la que el conductor utiliza el pedal de freno.
- 2.3. Sistema de asistencia en la frenada de categoría «C»: dispositivo que detecta una situación de frenada de emergencia sobre la base de varios criterios, uno de los cuales será el coeficiente de uso del pedal del freno.

3. Requisitos

Al realizar los ensayos especificados en la presente parte se medirán las siguientes variables:

- 3.1. Fuerza ejercida sobre el pedal de freno, F_p , aplicada en el centro de la palanca del pedal del freno, a lo largo de una curva tangencial al pivote del pedal del freno.
- 3.2. Velocidad longitudinal del vehículo, v_x .
- 3.3. Aceleración longitudinal del vehículo, a_x .
- 3.4. Temperatura del freno, T_d , medida en la superficie del recorrido de frenado del disco o tambor de los frenos delanteros.
- 3.5. Presión de freno, P , si es aplicable.
- 3.6. Carrera del pedal de freno, S_p , medida en el centro de la palanca del pedal o desde una posición en el mecanismo del pedal con un desplazamiento proporcional al desplazamiento desde el centro de la palanca del pedal, permitiendo un calibrado simple de la medición.

4. Mediciones

- 4.1. Las variables enumeradas en la sección 3 se medirán mediante los transductores adecuados. En la norma ISO 15037-1:2006 se describen la precisión, los rangos de funcionamiento, las técnicas de filtrado, el tratamiento de datos y otros requisitos.
- 4.2. La precisión de las mediciones de la fuerza sobre el pedal y la temperatura del disco serán las indicadas a continuación:

Medición	Rango de funcionamiento típico de los transductores	Máximos errores de registro recomendados
Fuerza sobre el pedal	0 a 2 000 N	± 10 N
Temperatura del disco de freno	0-1 000 °C	± 5 °C
Presión de freno (*)	0-20 MPa (*)	± 100 kPa (*)

(*) Aplicable según se especifica en el punto 7.2.5.

- 4.2.1. Se requiere una frecuencia de muestreo para la recopilación de datos de 500 Hz como mínimo.
- 4.2.2. El apéndice 2 de la presente parte contiene información más detallada sobre el tratamiento digital y analógico de los datos relativos a los procedimientos de ensayo del sistema de asistencia en la frenada.
- 4.2.3. Podrán permitirse métodos de medición alternativos siempre que se demuestre que tienen un nivel de precisión al menos equivalente a los mencionados.

5. Condiciones del ensayo

- 5.1. Condición de carga del vehículo de ensayo

El vehículo deberá encontrarse sin carga. Podrá haber, además del conductor, una segunda persona sentada en el asiento delantero, encargada de tomar nota de los resultados de los ensayos.

6. Método de ensayo

- 6.1. Para realizar los ensayos descritos en las secciones 7 y 8, la velocidad de arranque será de 100 ± 2 km/h. El vehículo se conducirá en línea recta a la velocidad de ensayo.
- 6.2. Antes de los ensayos, la temperatura media de los frenos delanteros, que se medirá de conformidad con el punto 3.4 y se registrará antes de cada ensayo, deberá estar entre los 65 °C y los 100 °C.
- 6.3. Los ensayos de frenado se realizarán en una pista de ensayo asfaltada y seca, de conformidad con la norma ISO 15037-1:1998.
- 6.4. A efectos de los ensayos, el tiempo de referencia, t_0 , se define como el momento en el que la fuerza del pedal del freno alcanza los 20 N.

Nota:

En los vehículos provistos de un sistema de frenado asistido por una fuente de energía, la fuerza aplicada sobre el pedal depende necesariamente del nivel de energía existente en el dispositivo de acumulación de energía. Por tanto, al principio del ensayo se asegurará un nivel de energía suficiente.

7. Evaluación de la presencia de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «A»

Los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «A» se ajustarán a los requisitos establecidos en las secciones 7.1 y 7.2.

- 7.1. *Ensayo 1: ensayo de referencia para determinar F_{ABS} y a_{ABS} .*

- 7.1.1. Los valores de referencia F_{ABS} y a_{ABS} se determinarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el apéndice 1.

- 7.2. Ensayo 2: activación del sistema de asistencia en la frenada
- 7.2.1. Cuando se haya detectado una situación de frenado de emergencia, los sistemas sensibles a la fuerza sobre el pedal permitirán un incremento significativo del ratio entre:
- la presión del circuito de frenado y la fuerza sobre el pedal del freno, en la medida que lo permitan las disposiciones del punto 7.2.5, o
 - la deceleración del vehículo y la fuerza sobre el pedal del freno.
- 7.2.2. Los requisitos de funcionamiento de los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «A» se cumplen si se puede determinar una característica específica de frenado en la que la fuerza sobre el pedal requerida experimente un descenso de entre el 40 % y el 80 % para ($F_{ABS} - F_T$) en comparación con ($F_{ABS, extrapolación} - F_T$).
- 7.2.3. F_T y a_T son, respectivamente, el límite de fuerza y el límite de deceleración, tal como muestra la figura 1. Los valores de F_T y a_T se suministrarán al servicio técnico al presentar la solicitud de homologación. El valor de a_T se encontrará entre $3,5 \text{ m/s}^2$ y $5,0 \text{ m/s}^2$.
- 7.2.4. Se marcará una línea recta que, desde el origen, pase por el punto F_T, a_T (como muestra la figura 1a). El valor «F» relativo a la fuerza sobre el pedal del freno, en el punto de intersección entre esta línea y una línea horizontal expresada como $a = a_{ABS}$, se definirá como $F_{ABS, extrapolada}$:

$$F_{ABS, extrapolada} = \frac{F_T \times a_{ABS}}{a_T}$$

- 7.2.5. En el caso de los vehículos de categoría N_1 y un peso bruto de más de 2 500 kg, o de categoría M_1 derivados de los anteriores, el fabricante puede optar por basar los valores $F_T, F_{ABS, min}, F_{ABS, max}$ y $F_{ABS, extrapolada}$ relativos a la fuerza ejercida sobre el pedal del freno en la reacción a la presión del circuito de frenado, en vez de basarlos en la deceleración del vehículo. Esta característica se medirá al aumentar la fuerza sobre el pedal del freno.
- 7.2.5.1. La presión a la que se activará el ABS se determinará mediante cinco ensayos a $100 \pm 2 \text{ km/h}$ en los que se pisará el pedal del freno hasta que se active el ABS; las cinco presiones a las que esto ocurre, determinadas a partir de la presión en la rueda delantera, se registrarán y el valor medio obtenido se designará como p_{abs} .
- 7.2.5.2. El umbral de presión P_T viene determinado por el fabricante y corresponde a una deceleración del orden de 2,5 a $4,5 \text{ m/s}^2$.
- 7.2.5.3. La figura 1b se construirá de acuerdo con las disposiciones del punto 7.2.4, pero utilizando las mediciones de la presión de funcionamiento para definir los parámetros enumerados en el punto 7.2.5, donde:

$$F_{ABS, extrapolada} = \frac{F_T \times P_{ABS}}{P_T}$$

Figura 1a

Valor de la fuerza sobre el pedal necesaria para alcanzar una deceleración máxima con un sistema de asistencia en la frenada de categoría «A»

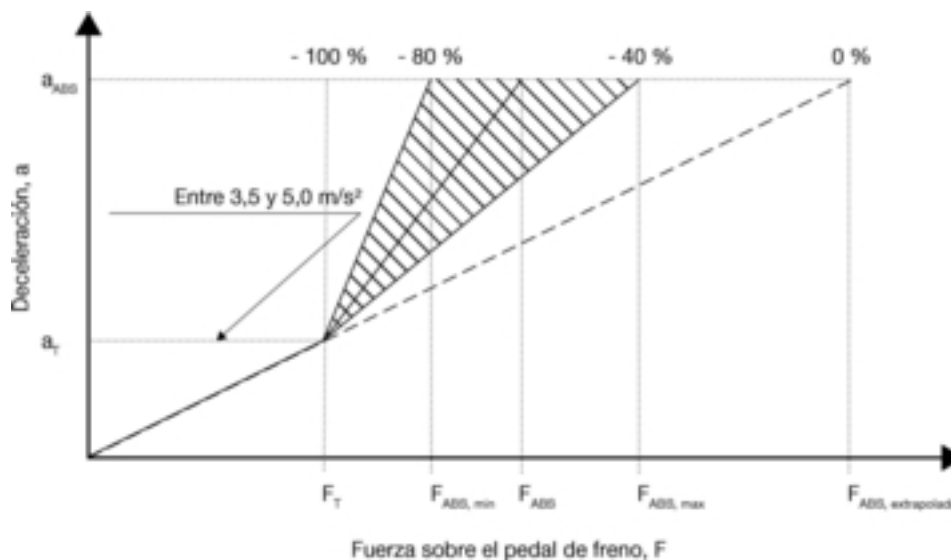
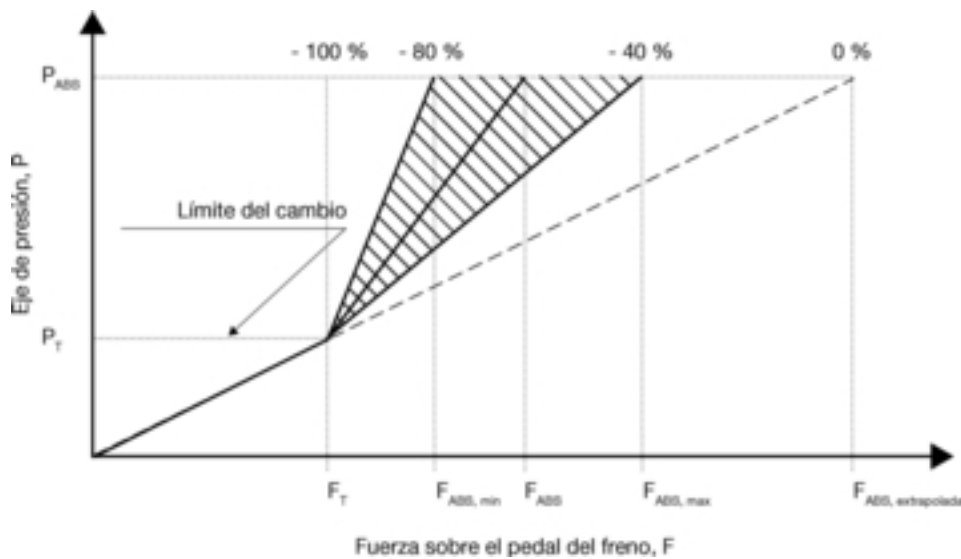


Figura 1b

Valor de la fuerza sobre el pedal necesaria para alcanzar una deceleración máxima con un sistema de asistencia en la frenada de categoría «A»



7.3. Evaluación de los datos

La presencia de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «A» queda probada si

$$F_{ABS,min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,max}$$

donde

$$F_{ABS,max} - F_T \leq (F_{ABS,extrapolada} - F_T) \times 0,6$$

y

$$F_{ABS,min} - F_T \geq (F_{ABS,extrapolada} - F_T) \times 0,2$$

8. Evaluación de la presencia de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «B»

Los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «B» se ajustarán a los requisitos establecidos en las secciones 8.1 y 8.2.

8.1. Ensayo 1: ensayo de referencia para determinar F_{ABS} y a_{ABS} .

8.1.1. Los valores de referencia F_{ABS} y a_{ABS} se determinarán de acuerdo con el procedimiento descrito en el apéndice 1.

8.2. Ensayo 2: activación del sistema de asistencia en la frenada

8.2.1. El vehículo se conducirá en línea recta a la velocidad de ensayo establecida en el punto 6.1. El conductor activará bruscamente el pedal del freno de conformidad con la figura 2, simulando una situación de frenado de emergencia a fin de que el sistema de asistencia en la frenada se active y el ABS funcione plenamente.

8.2.2. Para activar el sistema de asistencia en la frenada es preciso pisar el pedal del freno siguiendo las instrucciones del fabricante del vehículo. Este notificará al servicio técnico los valores de entrada del pedal del freno requeridos al presentar la solicitud de homologación. Es preciso demostrar, a satisfacción del servicio técnico, que, en las condiciones especificadas por el fabricante, el sistema de asistencia en la frenada se activa como sigue:

8.2.2.1. En los sistemas de categoría B, mediante la definición de la velocidad del pedal del freno que deberá alcanzarse para que se active el sistema de asistencia en la frenada (por ejemplo, una velocidad de carrera del pedal de 9 mm/s durante un intervalo de tiempo determinado).

8.2.2.2. En los sistemas de categoría C, mediante la definición de las variables de entrada que influyen en la activación del sistema de asistencia en la frenada y la relación entre las mismas, así como la fuerza sobre el pedal necesaria para activar el sistema de asistencia en la frenada en los ensayos descritos en la presente parte.

8.2.3. Después de $t = t_0 + 0,8$ s y hasta que la velocidad del vehículo se haya reducido a 15 km/h, deberá mantenerse la fuerza sobre el pedal del freno en un intervalo situado entre $F_{ABS, superior}$ y $F_{ABS, inferior}$. El valor de $F_{ABS, superior}$ será de $0,7 \times F_{ABS}$ y el de $F_{ABS, inferior}$ de $0,5 \times F_{ABS}$.

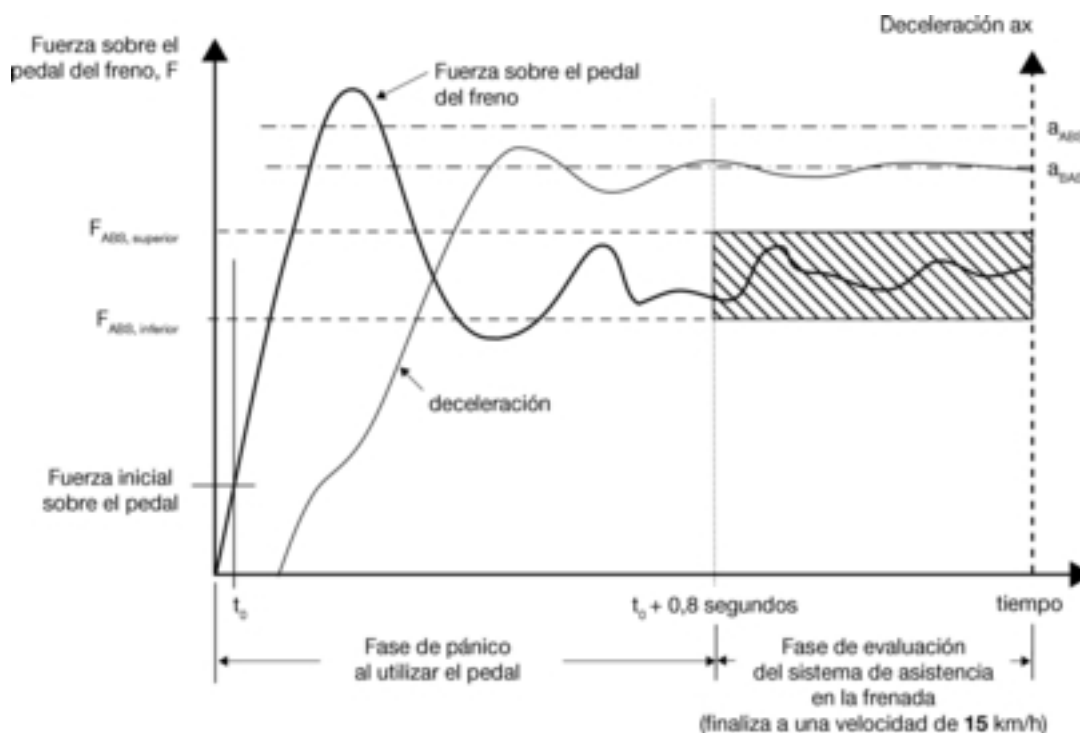
8.2.4. Se considera que también se cumplen los requisitos si después de $t = t_0 + 0,8$ s la fuerza sobre el pedal se sitúa por debajo de $F_{ABS, inferior}$, siempre que se cumpla el requisito del punto 8.3.

8.3. Evaluación de los datos

8.3.1. La presencia de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «B» queda probada si se mantiene una deceleración media de al menos $0,85 \times a_{ABS}$ desde el momento en que $t = t_0 + 0,8$ s hasta el momento en que la velocidad del vehículo se ha reducido a 15 km/h.

Figura 2

Ejemplo de ensayo 2 de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «B»



9. Evaluación de la presencia de un sistema de asistencia en la frenada de categoría «C»

9.1. Los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «C» se ajustarán a los requisitos establecidos en los puntos 8.2 y 8.3.

9.2. Evaluación de los datos

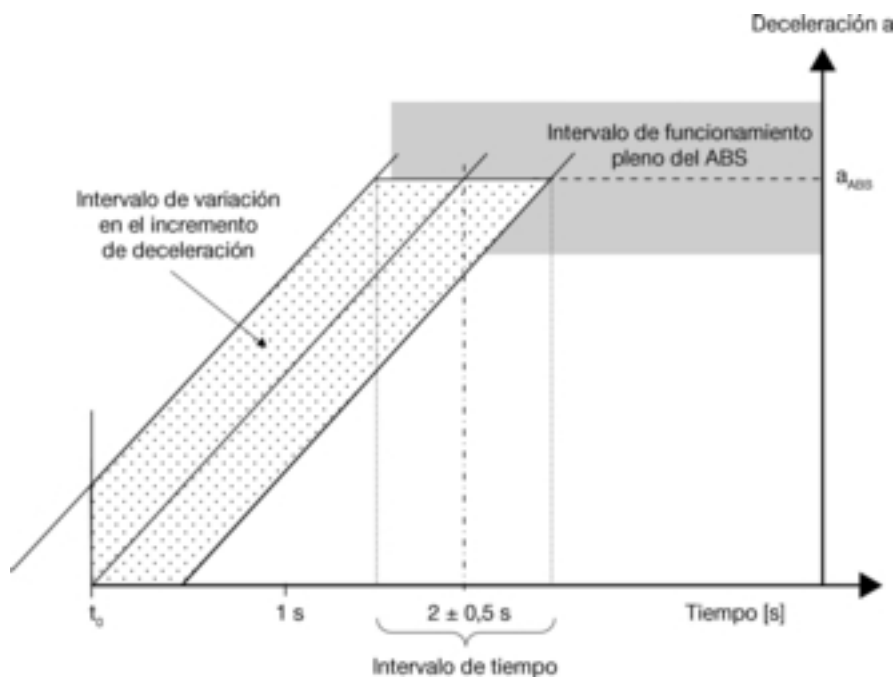
Los sistemas de asistencia en la frenada de categoría «C» se ajustarán a los requisitos del punto 8.3.

Apéndice I

Método de determinación de F_{ABS} y a_{ABS}

1. La fuerza sobre el pedal F_{ABS} es la fuerza mínima sobre el pedal que debe aplicarse en un vehículo determinado a fin de alcanzar la máxima deceleración que indica que el ABS funciona plenamente. El valor a_{ABS} designa la deceleración de un vehículo determinado durante la deceleración ABS definida en el punto 7.
2. El pedal del freno se debe accionar suavemente (sin activar el sistema de asistencia en la frenada en el caso de los dispositivos de categoría B o C) de forma que la deceleración aumente constantemente hasta que el ABS funcione plenamente (véase la figura 3).
3. La deceleración plena se alcanzará en un intervalo de tiempo de $2,0 \pm 0,5$ s. La curva de deceleración registrada en función del tiempo se situará en un intervalo de $\pm 0,5$ s alrededor de la línea central del intervalo de la curva de deceleración. El ejemplo de la figura 3 se origina en la intersección entre el tiempo t_0 y la línea a_{ABS} a dos segundos. Cuando se haya alcanzado la plena deceleración, la carrera del pedal S_p no disminuirá durante, al menos, un segundo. El tiempo de activación plena del sistema ABS se define como el momento en el que se alcanza la fuerza sobre el pedal F_{ABS} . La medición se realizará en el intervalo correspondiente a las variaciones en el incremento de deceleración (véase la figura 3).

Figura 3

Intervalo de deceleración para la determinación de F_{ABS} y a_{ABS} 

4. Se llevarán a cabo 5 ensayos conforme a los requisitos del punto 3. En cada uno de estos ensayos válidos, la deceleración del vehículo se representará gráficamente como una función de la fuerza registrada sobre el pedal del freno. Para realizar los cálculos descritos más adelante solo se tendrán en cuenta los datos registrados a velocidades superiores a los 15 km/h.
5. Para determinar a_{ABS} y F_{ABS} se aplicará un filtro de paso bajo de 2 Hz tanto para la deceleración del vehículo como para la fuerza sobre el pedal.
6. La deceleración media se calculará a partir de los valores de las cinco curvas individuales de «deceleración en función de la fuerza sobre el pedal del freno» con incrementos de 1 N. La curva así obtenida representará la deceleración media en función de la fuerza sobre el pedal del freno, designada en el presente apéndice como «curva maF».
7. El valor máximo de deceleración del vehículo se determina a partir de la «curva maF» y se denomina « a_{max} ».
8. Todos los valores de la «curva maF» por encima del 90 % de este valor de deceleración « a_{max} » se promedian. Este valor de «a» representa la deceleración « a_{ABS} » mencionada en la presente parte.
9. La fuerza mínima sobre el pedal ($F_{ABS, min}$) suficiente para alcanzar la deceleración a_{ABS} calculada en el punto 7 se define como el valor F correspondiente a $a = a_{ABS}$ en la curva maF.

Apéndice II

Tratamiento de los datos de los sistemas de asistencia en la frenada

1. Tratamiento analógico de los datos

El ancho de banda de todo el sistema combinado de transductor y registrador no será superior a 30 Hz.

Para poder llevar a cabo el filtrado de señales necesario, se utilizarán filtros de paso bajo de cuarto orden o superior. El ancho de la banda de paso (de 0 Hz a una frecuencia de f_0 a -3 dB) no será inferior a 30 Hz. Los errores de amplitud serán inferiores a un $\pm 0,5$ % en la gama de frecuencias pertinente entre 0 Hz y 30 Hz. Todas las señales analógicas se procesarán con filtros cuyas características de fase sean suficientemente parecidas para garantizar que los retardos debidos al filtrado no excedan los límites de precisión requeridos para la medición del tiempo.

Nota:

Durante el filtrado analógico de señales con contenidos de frecuencias diferentes se pueden producir desplazamientos de fase. Por tanto, es preferible utilizar un método de tratamiento de datos conforme a lo establecido en la sección 2.

2. Tratamiento digital de los datos

2.1. Consideraciones generales

La preparación de las señales analógicas incluye consideraciones relativas a la atenuación de la amplitud del filtro y a la frecuencia de muestreo para evitar errores de solape, así como desfases y retardos debidos al filtrado. Los parámetros de muestreo y digitalización incluyen un amplificado de las señales previo al muestreo a fin de reducir al mínimo los errores de digitalización; el número de bits por muestra; el número de muestras por ciclo; amplificadores para el muestreo y la retención de señales y un espaciado temporal adecuado de las muestras. Entre los parámetros adicionales para un filtrado digital sin fases se encuentra la selección de bandas de paso y bandas recortadas y la atenuación y ondulación admisible de cada una de ellas, así como la corrección de los desfases debidos al filtrado. Se tendrá en cuenta cada uno de estos factores a fin de lograr una precisión global relativa de $\pm 0,5$ % en la adquisición de los datos.

2.2. Errores de solape

Con objeto de evitar errores de solape imposibles de corregir, las señales analógicas deben filtrarse de forma adecuada antes del muestreo y la digitalización. El orden de los filtros utilizados, así como su banda de paso, se elegirán en función tanto del aplanamiento en la gama de frecuencias pertinente como de la frecuencia de muestreo requeridos.

Las características de filtrado y la frecuencia de muestreo mínimas deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) en la gama de frecuencias pertinente de 0 Hz a $f_{\max} = 30$ Hz, la atenuación será inferior a la resolución del sistema de adquisición de datos, y
- b) a una frecuencia equivalente a la mitad de la frecuencia de muestreo (es decir, la frecuencia Nyquist o frecuencia de «solape») se reducirán las magnitudes de todos los componentes de frecuencia de la señal y el ruido hasta valores inferiores a los de la resolución del sistema.

Para una resolución de 0,05 %, la atenuación del filtro será inferior al 0,05 % en la gama de frecuencias entre 0 y 30 Hz, y superior al 99,95 % en todas las frecuencias superiores a la mitad de la frecuencia de muestreo.

Nota:

La atenuación para un filtro Butterworth se determina por la siguiente fórmula:

$$A^2 = \frac{1}{1 + (f_{\max} / f_0)^{2n}} \text{ y } A^2 = \frac{1}{1 + (f_N / f_0)^{2n}}$$

donde:

n : representa el orden del filtro;

f_{\max} : representa la gama de frecuencias pertinente (30 Hz);

f_o : representa la frecuencia de corte del filtro

f_N : representa la frecuencia de Nyquist o frecuencia de «solape».

Con respecto a un filtro de cuarto orden

Si $A = 0,9995$:

$$f_o = 2,37 \times f_{\max}$$

Si $A = 0,0005$:

$$f_s = 2 \times (6,69 \times f_o), \text{ donde } f_s, \text{ representa la una frecuencia de muestro} = 2 \times f_N.$$

2.3. Desfases y retardos para un filtrado sin solapes

Se evitará el filtrado analógico excesivo y todos los filtros presentarán características de fase suficientemente similares para asegurar que los retardos debidos al filtrado no excedan los límites de precisión requeridos para la medición del tiempo. Los desfases son especialmente significativos si se multiplican entre sí las variables medidas para formar nuevas variables, ya que, al multiplicar las amplitudes, aumentan también los desfases y los retardos asociados. Los desfases y los retardos se reducen al aumentar el valor de f_o . Si las ecuaciones que describen los filtros de muestreo son conocidas, resulta práctico suprimir los desfases y retardos de las mismas aplicando algoritmos simples en el dominio de la frecuencia.

Nota:

En la gama de frecuencias en las que las características de amplitud del filtro permanecen planas, el desfase Φ de un filtro Butterworth se calculará por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\Phi = 81 \times (f/f_o) \text{ grados para un filtro de segundo orden}$$

$$\Phi = 150 \times (f/f_o) \text{ grados para un filtro de cuarto orden}$$

$$\Phi = 294 \times (f/f_o) \text{ grados para un filtro de octavo orden}$$

El retardo para todos los filtros, independientemente de su orden será: $t = (\Phi/360) \times (1/f_o)$.

2.4. Muestreo y digitalización de los datos

A 30 Hz, la amplitud de la señal puede sufrir variaciones de, como máximo, un 18 % por milésima de segundo. Para reducir hasta un 0,1 % los errores dinámicos debidos a los cambios en las señales analógicas de entrada, el tiempo de muestreo o de digitalización será inferior a 32 μ s. Todos los pares o conjuntos de datos de muestreo que deben compararse se recopilarán simultáneamente o en un período de tiempo suficientemente corto.

2.5. Requisitos de sistema

El sistema de datos tendrá una resolución de 12 bits ($\pm 0,05$ %) como mínimo, y una precisión de 2 LSB ($\pm 0,1$ %). Los filtros antisolape serán de cuarto orden o superiores y el intervalo de datos pertinente f_{\max} estará comprendido entre 0 y 30 Hz.

Para los filtros de cuarto orden, la frecuencia de la banda de paso f_o (entre 0 Hz y la frecuencia f_o) será superior a $2,37 \times f_{\max}$ si posteriormente se ajustan los errores de fase durante el tratamiento digital de los datos; en caso contrario, será superior a $5 \times f_{\max}$. La frecuencia de muestreo f_s para los filtros de cuarto orden será superior a $13,4 \times f_o$.

PARTE IV

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DELANTERA

CAPÍTULO I

Condiciones generales aplicables

1. Sistema de protección delantera como equipamiento original montado en un vehículo.

- 1.1. El sistema de protección delantera montado en el vehículo reunirá las condiciones establecidas en el anexo I, sección 6, del Reglamento (CE) n° 78/2009.
- 1.2. El vehículo estará en disposición normal de circulación y montado de forma segura sobre soportes elevados o parado en una superficie plana con el freno de mano echado. El vehículo estará equipado con el sistema de protección delantera que vaya a someterse a ensayo. Deberán seguirse las instrucciones de montaje del sistema de protección delantera del fabricante, que incluirán los pares de apriete de todas las fijaciones.
- 1.3. Todos los dispositivos concebidos para proteger a los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública deberán estar correctamente activados antes de realizarse el ensayo correspondiente, o estar en funcionamiento durante el mismo. El solicitante deberá demostrar que los dispositivos funcionarán como está previsto en el caso de que el vehículo golpee a un peatón u otro usuario vulnerable de la vía pública.
- 1.4. Los componentes del vehículo que puedan cambiar de forma o posición, por ejemplo los faros escamoteables, y que no sean dispositivos para proteger a los peatones y otros usuarios de la vía pública, se dispondrán en la forma o posición que los servicios técnicos consideren más adecuada para la realización del ensayo.

2. Sistema de protección delantera como unidad técnica independiente

- 2.1. Si únicamente se suministra el sistema de protección delantera para los ensayos, las condiciones establecidas en el anexo I, sección 6, del Reglamento (CE) n° 78/2009 deberán cumplirse cuando dicho sistema se monte en el tipo de vehículo con el que esté relacionada la homologación de tipo de la unidad técnica independiente.
- 2.2. El ensayo podrá realizarse con el sistema de protección delantera montado en un vehículo del tipo al que esté destinado o bien en un marco de ensayo que represente fielmente las dimensiones esenciales del extremo frontal externo del tipo de vehículo previsto. Si se utiliza un marco de ensayo y el sistema de protección delantera entra en contacto con él durante el ensayo, este deberá repetirse con el sistema de protección delantera montado en el tipo de vehículo real al que esté destinado. Cuando los ensayos se realicen con el sistema de protección delantera montado en un vehículo, serán aplicables las condiciones de la sección 1.

3. Información que debe proporcionarse

- 3.1. Todos los sistemas de protección delantera, tanto si forman parte de la homologación de un vehículo equipado con sistema de protección delantera como si deben homologarse como unidad técnica independiente, irán acompañados de información relativa al vehículo o vehículos para los cuales se han homologado.
- 3.2. Todos los sistemas de protección delantera homologados como unidades técnicas independientes irán acompañados de unas instrucciones de montaje detalladas con información suficiente para que una persona capacitada pueda instalarlos en el vehículo adecuadamente. Las instrucciones estarán redactadas en el idioma o idiomas del Estado miembro en el que vaya a comercializarse el sistema de protección delantera.

CAPÍTULO II

Ensayo de impacto del simulador de pierna contra el sistema de protección delantera**1. Ámbito de aplicación**

Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el anexo I, punto 5.1.1, del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. En el momento del impacto, el impactador simulador de pierna para los ensayos del sistema de protección delantera se encontrará en situación «de vuelo libre». El impactador se dejará en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entre en contacto con el sistema de propulsión e influya en los resultados del ensayo.
- 2.2. En todos los casos, el impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. Deberán realizarse como mínimo tres ensayos de impacto del simulador de pierna contra el sistema de protección delantera en puntos de ensayo situados entre las líneas de referencia superior e inferior del sistema de protección delantera. Los puntos de ensayo deberán situarse en las posiciones que la autoridad en materia de ensayos considere con más probabilidades de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán en los distintos tipos de estructura. En el informe de ensayo se indicarán los puntos sometidos a ensayo por los servicios técnicos.
- 3.2. Los requisitos de este ensayo se aplicarán a los vehículos con una línea de referencia inferior del sistema de protección delantera situada a menos de 425 mm de altura.

A discreción del fabricante, en los vehículos con una línea de referencia inferior del sistema de protección delantera situada a una altura de 425 mm o más, pero de menos de 500 mm, se podrán aplicar los requisitos establecidos en el capítulo III.

Los requisitos establecidos en el capítulo III serán aplicables a los vehículos con una línea de referencia inferior del sistema de protección delantera situada a una altura de 500 mm o más.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o el subsistema se ajustará a los requisitos del capítulo I.
 - 4.1.1. El impactador para el ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrá durante un período de al menos cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada del 35 % ± 15 % y una temperatura estabilizada de 20 ± 4 °C antes de la retirada del impactador para el ensayo. Una vez se haya retirado de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
 - 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se vaya a utilizar.
- 4.2. El impactador simulador de pierna se describe en la parte V, sección 1.
- 4.3. El impactador deberá montarse y propulsarse de acuerdo con lo establecido en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección del impacto se situará en el plano horizontal y será paralela al plano vertical longitudinal del sistema de protección delantera, tal como este esté montado en el vehículo o el marco de ensayo. El margen de tolerancia aplicable a la dirección del vector de velocidad en el plano horizontal y el plano longitudinal deberá ser de ± 2° al producirse el primer contacto.
- 4.5. El eje del impactador será perpendicular al plano horizontal, con un margen de tolerancia de ± 2° en los planos lateral y longitudinal. Los planos horizontal, longitudinal y lateral serán ortogonales entre sí (véase la figura 2).
- 4.6. Al producirse el primer contacto con el sistema de protección delantera, la base del impactador deberá estar 25 mm por encima del nivel de referencia del suelo (véase la figura 1), con un margen de tolerancia de ± 10 mm.

Al fijar la altura del sistema de propulsión, deberá preverse un margen para el efecto de la fuerza de gravedad durante el período de vuelo libre del impactador.

- 4.7. Al producirse el primer contacto, el impactador estará orientado sobre su eje vertical de forma que la articulación de rodilla funcione correctamente, con un margen de tolerancia de $\pm 5^\circ$.
- 4.8. En el momento del primer contacto, el eje central del impactador deberá coincidir con la posición de impacto elegida, con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 4.9. Durante el contacto entre el impactador y el sistema de protección delantera, el primero no deberá tocar el suelo ni objeto alguno que no forme parte del sistema de protección delantera o del vehículo.
- 4.10. La velocidad de impacto del impactador al golpear el sistema de protección delantera será de $11,1 \pm 0,2$ m/s. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, deberá tenerse en cuenta el efecto de la fuerza de gravedad.

Figura 1

Ensayos de impacto del simulador de pierna contra el sistema de protección delantera con un vehículo completo en disposición normal de circulación (izquierda), con un vehículo completo sobre soportes (centro) o con una unidad técnica independiente montada en un marco de ensayo (derecha) (como alternativa a la unidad técnica independiente montada en un vehículo)

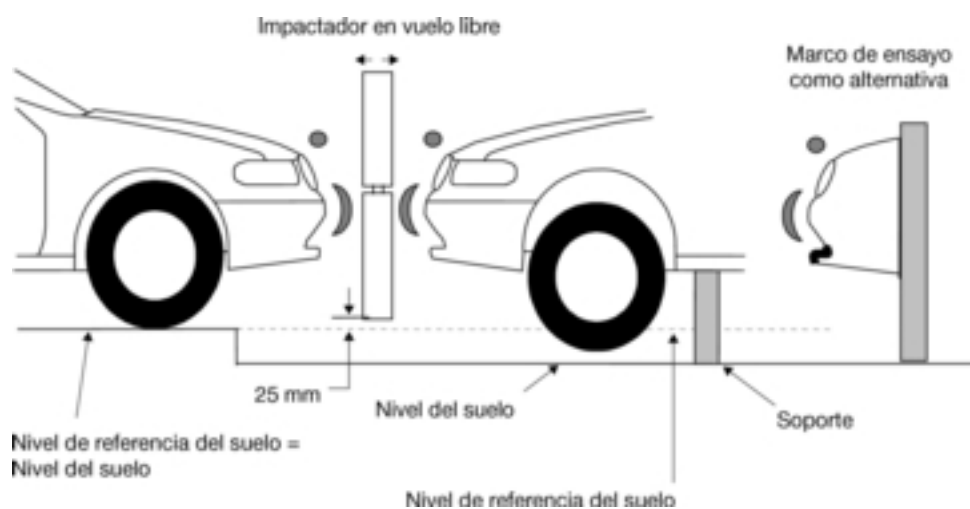
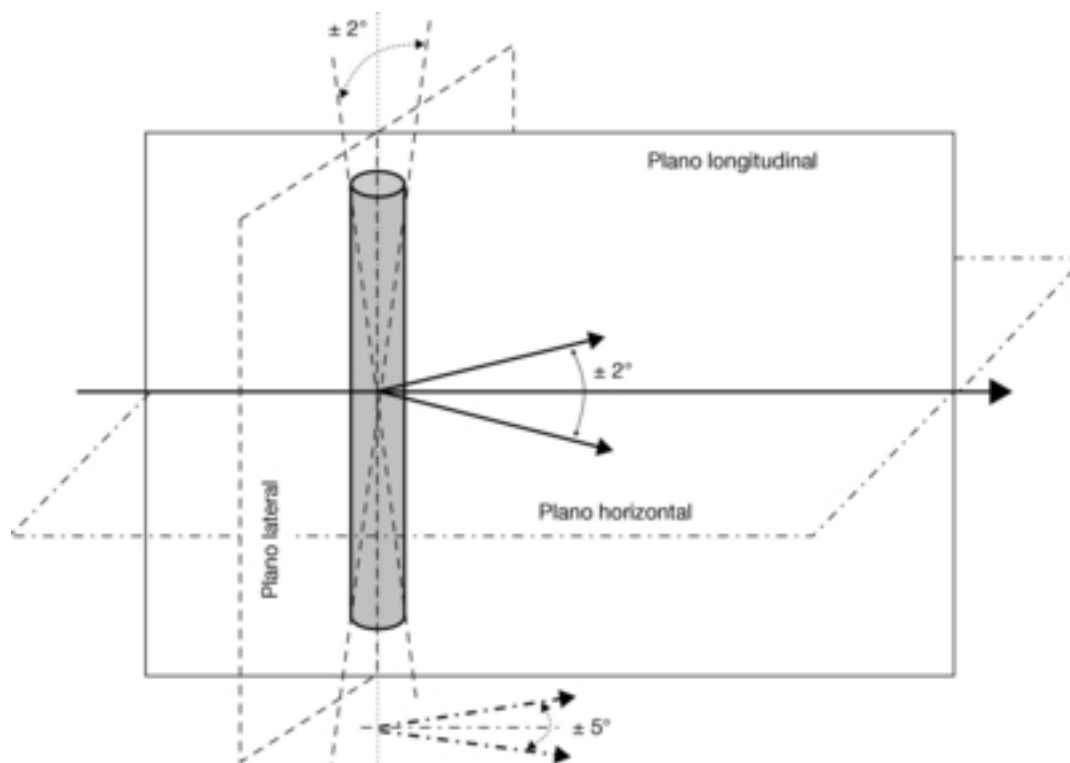


Figure 2

Márgenes de tolerancia de los ángulos para el impactador simulador de pierna en el momento del primer impacto



CAPÍTULO III

Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el sistema de protección delantera**1. Ámbito de aplicación**

- 1.1. Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el anexo I, punto 5.1.2, del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. El impactador simulador de muslo y cadera para los ensayos contra el sistema de protección delantera se montará en el sistema de propulsión mediante una junta limitadora de la torsión que evite que el sistema de guía resulte dañado por la aplicación de cargas pesadas fuera de eje. El sistema de guía irá equipado con guías de baja fricción, insensibles a las cargas fuera de eje, que, cuando el impactador entre en contacto con el sistema de protección delantera, solo le permitan moverse en la dirección de impacto especificada. Las guías deberán evitar movimientos en otras direcciones, incluida la rotación sobre cualquier otro eje.
- 2.2. El impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. Deberán realizarse como mínimo tres ensayos de impacto del simulador de muslo y cadera contra el sistema de protección delantera en puntos de ensayo situados entre las líneas de referencia superior e inferior del sistema de protección delantera. Los puntos de ensayo deberán situarse en las posiciones que la autoridad en materia de ensayos considere con más probabilidades de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán en los distintos tipos de estructura. En el informe de ensayo se indicarán los puntos sometidos a ensayo por los servicios técnicos.
- 3.2. Los requisitos del capítulo II se aplicarán a los vehículos con una línea de referencia del sistema de protección delantera situada a una altura inferior a 425 mm.

En los vehículos con una línea de referencia inferior del sistema de protección delantera situada a 425 mm o más, pero a menos de 500 mm, también se podrán aplicar, a discreción del fabricante, los requisitos establecidos en el capítulo II.

Los requisitos de este ensayo se aplicarán a los vehículos con una línea de referencia del sistema de protección delantera situada a una altura igual o superior a 500 mm.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o el subsistema se ajustará a los requisitos del capítulo I.
- 4.1.1. El impactador de ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrá durante un período de al menos cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada del $35\% \pm 15\%$ y una temperatura estabilizada de $20 \pm 4\text{ °C}$ antes de la retirada del impactador para el ensayo. Una vez se haya retirado del lugar de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
- 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir de la retirada del impactador que vaya a utilizarse de la zona de almacenamiento controlada.
- 4.2. El impactador simulador de muslo y cadera se describe en la parte V, sección 2.
- 4.3. El impactador se montará y propulsará como se especifica en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección del impacto será paralela al eje longitudinal del sistema de protección delantera, tal como esté montado en el vehículo o el marco de ensayo, con el eje del simulador de muslo y cadera en posición vertical en el momento del primer contacto. El margen de tolerancia de estas indicaciones será de $\pm 2^\circ$. Al producirse el primer contacto, la línea central del impactador deberá coincidir con el punto de ensayo seleccionado, con un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$ tanto lateral como verticalmente.
- 4.5. La velocidad de impacto del impactador al golpear el sistema de protección delantera será de $11,1 \pm 0,2\text{ m/s}$.

CAPÍTULO IV

Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera**1. Ámbito de aplicación**

- 1.1. Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el anexo I, punto 5.2, del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. El impactador simulador de muslo y cadera para los ensayos contra el borde delantero del sistema de protección delantera se montará en el sistema de propulsión mediante una junta limitadora de la torsión que evite que el sistema de guía resulte dañado por cargas pesadas fuera de eje. El sistema de guía estará equipado con guías de baja fricción, insensibles a las cargas fuera de eje, que, cuando el impactador entre en contacto con el sistema de protección delantera, solo le permitan moverse en la dirección de impacto especificada. Las guías deberán evitar movimientos en otras direcciones, incluida la rotación sobre cualquier otro eje.
- 2.2. En todos los casos, el impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. Deberán realizarse como mínimo tres ensayos contra la línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera, en los puntos que la autoridad en materia de ensayos considere con mayores probabilidades de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura. En el informe de ensayo se indicarán los puntos sometidos a ensayo por los servicios técnicos.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o el subsistema se ajustará a los requisitos del capítulo I.
- 4.1.1. El impactador para el ensayo o, al menos, la espuma de la masa muscular, se mantendrá durante un período de al menos cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada del $35\% \pm 15\%$ y una temperatura estabilizada de $20 \pm 4\text{ °C}$ antes de la retirada del impactador para el ensayo. Una vez se haya retirado del lugar de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
- 4.1.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir de la retirada del impactador que vaya a utilizarse de la zona de almacenamiento controlada.
- 4.2. El impactador simulador de muslo y cadera se describe en la parte V, sección 2.
- 4.3. El impactador se montará y propulsará como se especifica en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. El impactador deberá alinearse de modo que la línea central del sistema de propulsión y el eje longitudinal del impactador sean paralelos al plano longitudinal del sistema de protección delantera tal como esté montado en el vehículo o el marco de ensayo. Los márgenes de tolerancia aplicables a este respecto serán de $\pm 2^\circ$. Al producirse el primer contacto, la línea central del impactador deberá coincidir con la posición de ensayo seleccionada, con un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$ (véase la figura 3) y un margen de tolerancia lateral de $\pm 10\text{ mm}$.
- 4.5. La velocidad de impacto requerida, el ángulo de impacto y la masa del impactador deberán determinarse de acuerdo con los puntos 4.6 y 4.8.1. El margen de tolerancia con respecto a la velocidad del impacto será de $\pm 2\%$ y con respecto a la dirección del impacto, de $\pm 2^\circ$. El efecto de la fuerza de gravedad se tendrá en cuenta antes de que se produzca el primer contacto. La masa del impactador deberá medirse con una precisión superior a $\pm 1\%$ y, si el valor medido difiere del requerido, la diferencia se compensará ajustando la velocidad requerida de acuerdo con el punto 4.8.1.
- 4.6. La velocidad de impacto requerida y el ángulo de impacto se determinarán a partir de las figuras 4 y 5, con referencia a la altura vertical de la posición de impacto prevista en la línea de referencia del borde delantero del sistema de protección delantera y en el frente del sistema de protección delantera.
- 4.7. La energía de ensayo requerida del impactador se determinará con referencia a la figura 6.

4.8. La masa total del impactador incluirá los elementos de propulsión y de guía que formen parte integrante del mismo durante el impacto, incluidos los pesos añadidos.

4.8.1. El valor de ensayo que debe tener la masa del impactador se calculará mediante la fórmula:

$$M = 2E / V^2$$

donde:

M = Masa resultante [kg]

E = Energía del impacto [J]

V = Velocidad [m/s]

La velocidad requerida será el valor obtenido en el punto 4.6 y la energía se obtendrá conforme a la figura 6 con referencia a los valores de la altura del borde delantero del sistema de protección delantera y el frente del sistema de protección delantera en el plano longitudinal vertical con el punto de impacto elegido.

La masa del impactador podrá ajustarse a partir del valor calculado hasta un $\pm 10\%$, a condición de que la velocidad de impacto requerida también se modifique, aplicando la fórmula indicada, para mantener la energía cinética requerida del impactador.

4.9. Para obtener la masa del impactador calculada de acuerdo con el punto 4.8.1, deberán colocarse los pesos adicionales necesarios en la parte trasera del elemento posterior del impactador o en los componentes del sistema de guía que formen parte integrante del impactador al producirse el impacto.

Figura 3

Ensayo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera

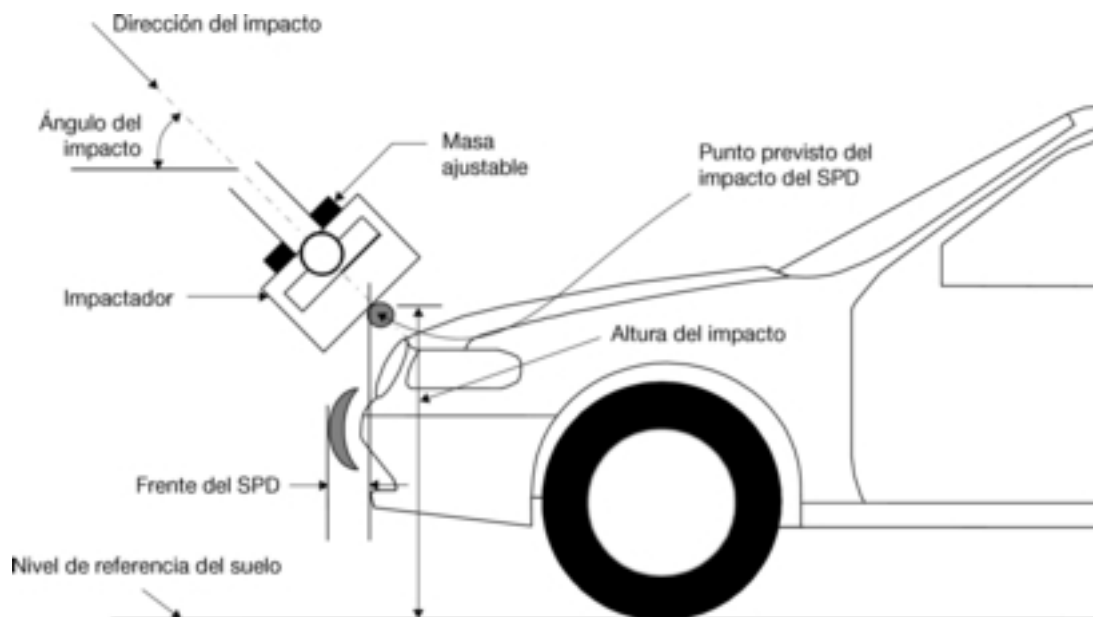
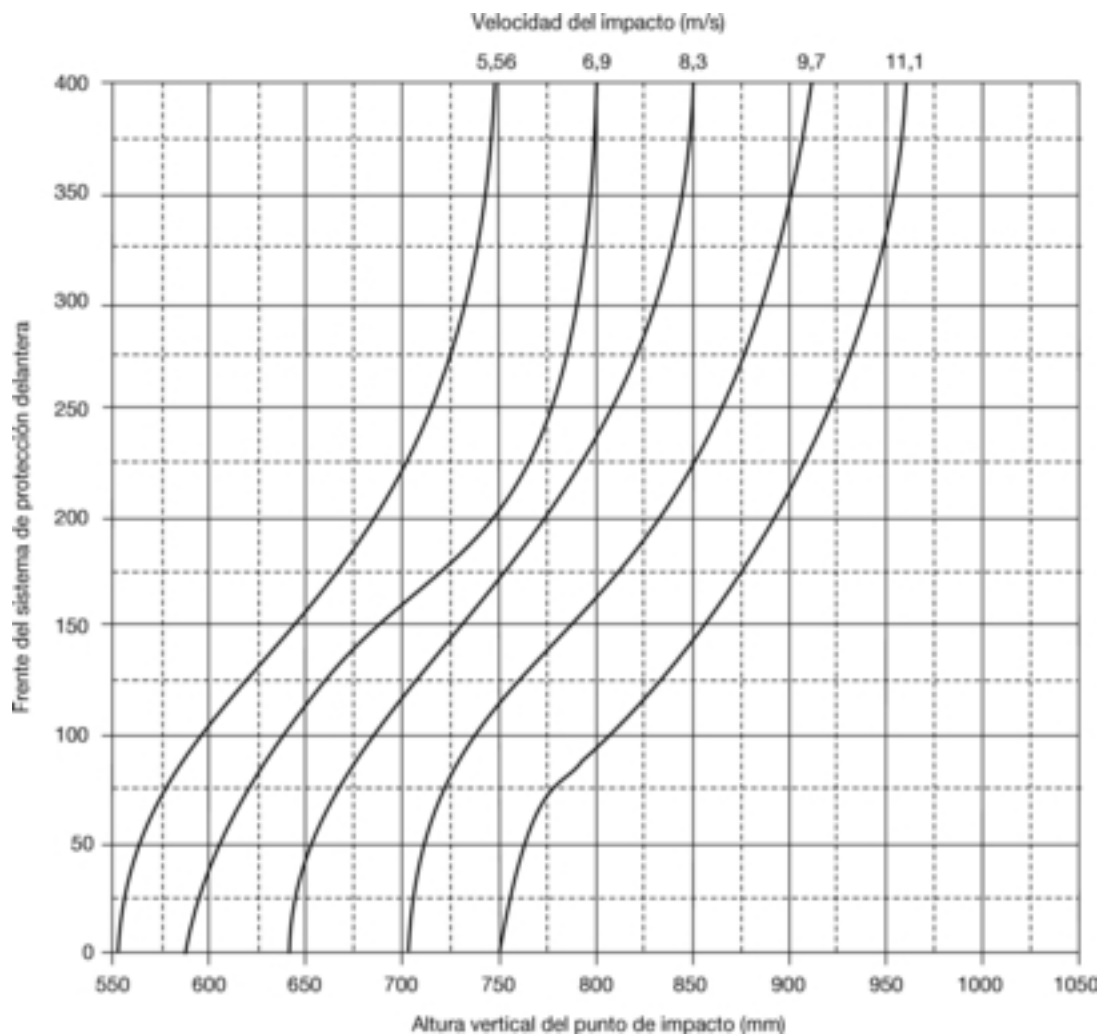


Figura 4

Velocidad de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera

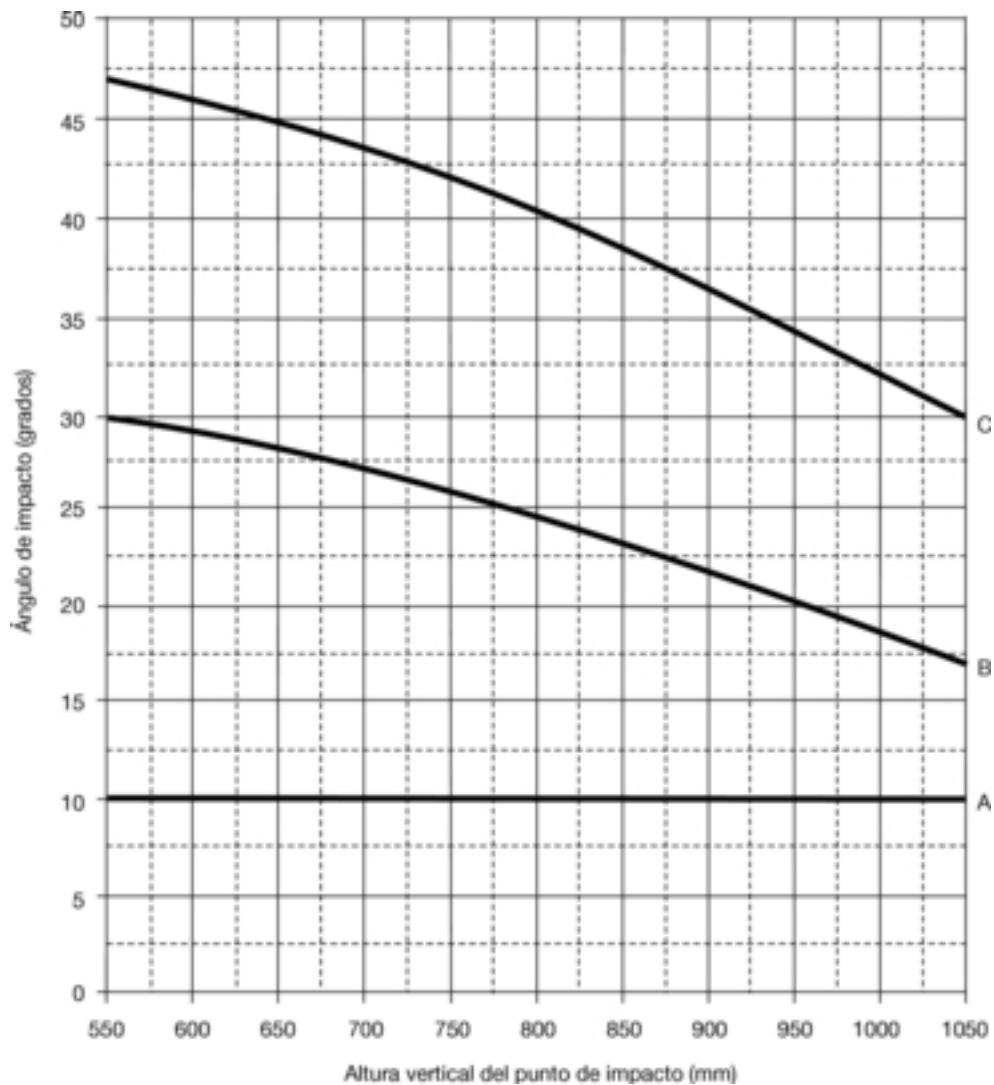


Notas:

1. Interpolar horizontalmente entre curvas.
2. Con configuraciones por debajo de 5,56 m/s, el ensayo se realizará a 5,56 m/s.
3. Con configuraciones por encima de 11,1 m/s, el ensayo se realizará a 11,1 m/s.
4. Si el valor del frente del SPD es negativo, el ensayo se realizará tomando un frente cero.
5. Si el valor del frente del SPD es superior a 400 mm, el ensayo se realizará tomando un frente de 400 mm.

Figura 5

Ángulo de impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera

*Leyenda:*

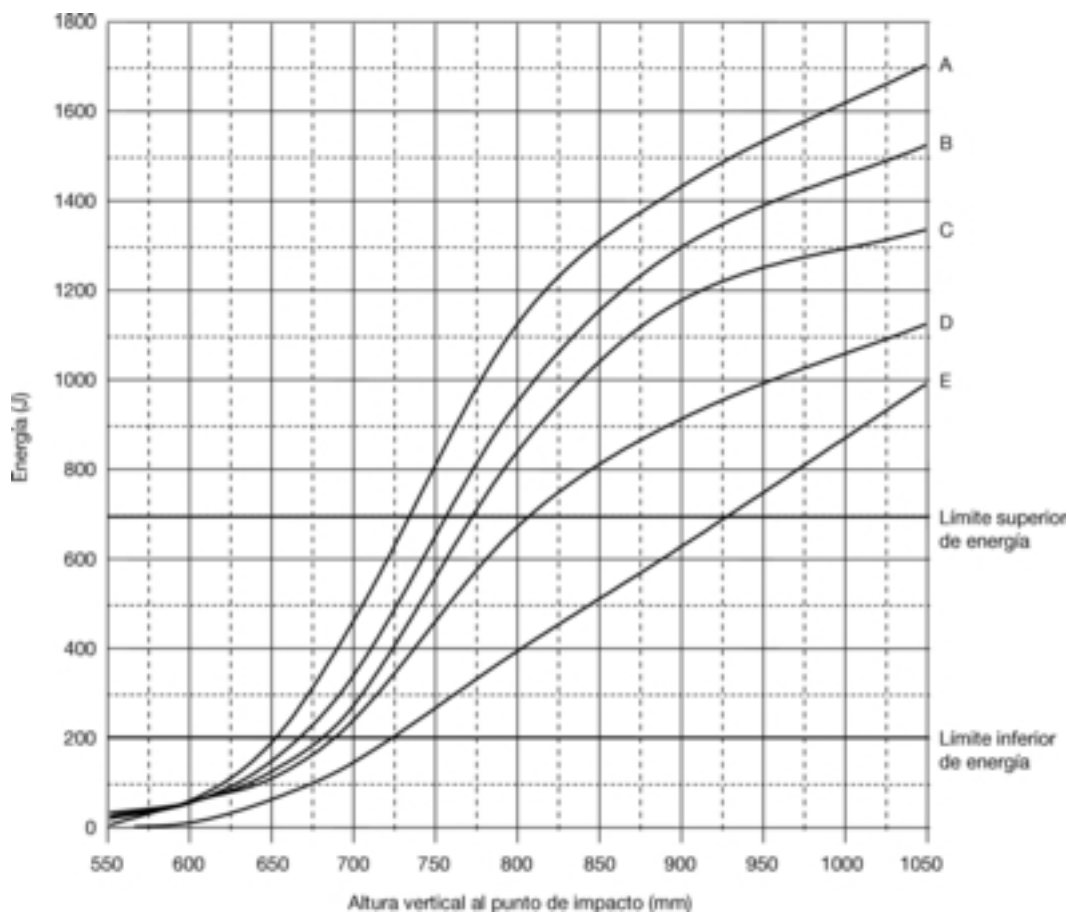
- A = frente del SPD de 0 mm
 B = frente del SPD de 50 mm
 C = frente del SPD de 150 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Si el valor del frente del SPD es negativo, el ensayo se realizará tomando un frente SPD cero.
3. Si el valor del frente del SPD es superior a 150 mm, el ensayo se realizará tomando un frente de 150 mm.
4. Si la altura del punto de impacto es superior a 1 050 mm, el ensayo se realizará tomando una altura de 1 050 mm.

Figura 6

Energía cinética del impacto del simulador de muslo y cadera contra el borde delantero del sistema de protección delantera



Leyenda:

- A = frente del SPD de 50 mm
 B = frente del SPD de 100 mm
 C = frente del SPD de 150 mm
 D = frente del SPD de 250 mm
 E = frente del SPD de 350 mm

Notas:

1. Interpolar verticalmente entre curvas.
2. Si el valor del frente del SPD es superior a 50 mm, el ensayo se realizará tomando un frente de 50 mm.
3. Si el valor del frente del SPD es superior a 350 mm, el ensayo se realizará tomando un frente de 350 mm.
4. Si la altura del punto de impacto es superior a 1 050 mm, el ensayo se realizará con referencia a 1 050 mm.
5. Si la energía cinética requerida es superior a 700 J, el ensayo se realizará a 700 J.
6. Si la energía cinética requerida es igual o inferior a 200 J, el ensayo se realizará a 200 J.

CAPÍTULO V

Ensayo de impacto del simulador de cabeza de niño o adulto pequeño contra el sistema de protección delantera**1. Ámbito de aplicación**

- 1.1. Este procedimiento de ensayo es aplicable a los requisitos establecidos en el anexo I, punto 5.3, del Reglamento (CE) n° 78/2009.

2. Generalidades

- 2.1. Al producirse el impacto, el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño para los ensayos del sistema de protección delantera se encontrará en situación «de vuelo libre». El impactador se dejará en vuelo libre a suficiente distancia del vehículo para que, al rebotar, no entre en contacto con el sistema de propulsión e influya en los resultados del ensayo.
- 2.2. En todos los casos, el impactador podrá propulsarse mediante una pistola de aire, de resorte o hidráulica, o mediante cualquier otro método que tenga los mismos resultados demostrables.

3. Especificaciones del ensayo

- 3.1. Deberán realizarse como mínimo tres ensayos de impacto del simulador de cabeza en las posiciones que los laboratorios de ensayo consideren con mayores probabilidades de causar lesiones. Cuando existan variaciones de estructura en la zona evaluada, los ensayos se realizarán con distintos tipos de estructura. En el informe de ensayo se indicarán los puntos sometidos a ensayo por los servicios técnicos.
- 3.2. Deberán seleccionarse los puntos de ensayo para el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño en partes del sistema de protección delantera donde la distancia perimétrica de dicho sistema supere los 900 mm con el vehículo en su disposición normal de circulación, o con el sistema de protección delantera montado en un marco de ensayo que represente el vehículo en el que esté previsto que se monte en disposición normal de circulación.

4. Procedimiento de ensayo

- 4.1. El estado del vehículo o el subsistema se ajustará a los requisitos del capítulo I de la presente parte. La temperatura estable de los aparatos de ensayo y del vehículo o la unidad técnica independiente será de 20 ± 4 °C.
- 4.2. El impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño se describe en la parte V, sección 3.
- 4.3. El impactador se montará y propulsará como se especifica en los puntos 2.1 y 2.2.
- 4.4. La dirección del impacto se situará en un plano longitudinal vertical que pase por el sistema de protección delantera por el punto elegido para el ensayo. El margen de tolerancia aplicable a este respecto será de $\pm 2^\circ$. La dirección de impacto será descendente y hacia la parte trasera, en un ángulo de $50^\circ \pm 2^\circ$ respecto del nivel de referencia del suelo. Al calcular la velocidad de impacto a partir de las mediciones realizadas antes del primer contacto, se tendrá en cuenta el efecto de la gravedad.
- 4.5. Al producirse el contacto, el primer punto de contacto del impactador deberá coincidir con el punto de impacto elegido, con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 4.6. La velocidad de impacto del impactador al golpear en la posición de impacto deberá ser de $9,7 \pm 0,2$ m/s.
- 4.6.1. La velocidad del impactador simulador de cabeza se medirá en un punto determinado durante el vuelo libre antes del impacto, de conformidad con el método especificado en la norma ISO 3784:1976. La precisión de las mediciones de velocidad será de 0,01 m/s. La velocidad medida se ajustará teniendo en cuenta todos los factores que puedan afectar al impactador entre el punto de medición y el punto de impacto, a fin de determinar la velocidad del impactador en el momento del impacto.
- 4.7. Se registrarán las resultantes aceleración-tiempo y se calculará el HIC. Se registrará el primer punto de contacto con la estructura frontal del vehículo. El registro de los resultados de los ensayos se hará conforme a la norma ISO 6487:2002.

PARTE V

IMPACTADORES DE ENSAYO**1. Impactador simulador de pierna**

- 1.1. El impactador simulador de pierna constará de dos segmentos rígidos recubiertos de espuma, que representarán el fémur (muslo) y la tibia (pierna), unidos por una articulación deformable a modo de rodilla. El impactador tendrá una longitud total de 926 ± 5 mm y será conforme a la figura 1.

La longitud del fémur y de la tibia será de 432 mm y 494 mm respectivamente desde el centro de la rodilla.

Los centros de gravedad del fémur y la tibia estarán a 217 ± 10 mm y 233 ± 10 mm respectivamente del centro de la rodilla.

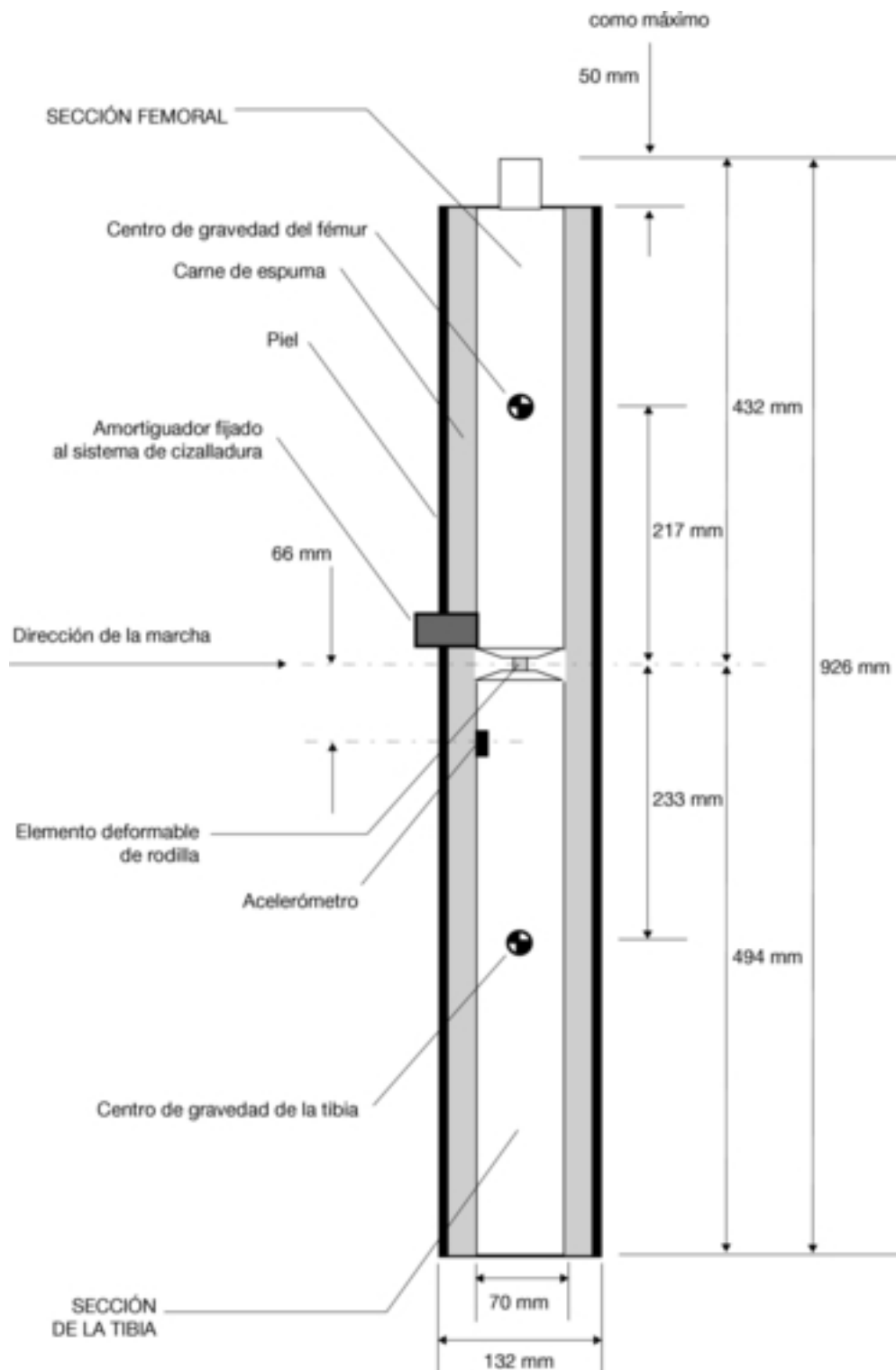
Los soportes, poleas, etc., fijados al impactador para su propulsión podrán incrementar las dimensiones indicadas en la figura 1, a excepción de la posición del centro de gravedad.

- 1.2. El fémur y la tibia tendrán un diámetro de 70 ± 1 mm, y ambos estarán provistos de masa muscular de espuma y recubrimiento dérmico. La masa muscular estará constituida por espuma Confor™ tipo CF45, o equivalente, de 25 mm de grosor. La piel estará hecha de espuma de neopreno, recubierta por ambos lados de tela de nailon de 0,5 mm de grosor, con un grosor total de 6 mm.
- 1.3. La masa del fémur y la tibia será de $8,6 \pm 0,1$ kg y $4,8 \pm 0,1$ kg respectivamente, y la masa total del impactador, de $13,4 \pm 0,2$ kg.
- 1.4. El momento de inercia del fémur y la tibia, sobre un eje horizontal que cruce el centro de gravedad respectivo y sea perpendicular a la dirección del impacto, será de $0,127 \pm 0,010$ kg/m² y $0,120 \pm 0,010$ kg/m², respectivamente.
- 1.5. Los transductores deberán montarse de forma que midan el ángulo de flexión y el desplazamiento de cizalladura de la rodilla. En el lado no impactado de la tibia, a 66 ± 5 mm por debajo del centro de la articulación de rodilla, se fijará un acelerómetro uniaxial con su eje sensible en la dirección del impacto.
- 1.6. El sistema de desplazamiento de cizalladura estará dotado de un amortiguador que podrá montarse dentro del impactador o en cualquier punto de su cara posterior. Las características del amortiguador permitirán que el impactador se ajuste a los requisitos de desplazamiento de cizalladura tanto estáticos como dinámicos y evite vibraciones excesivas en el sistema de desplazamiento de cizalladura.
- 1.7. El valor de la frecuencia del canal de la respuesta de los instrumentos, definido en la norma ISO 6487:2002, será equivalente a 180 para todos los transductores. Los valores de respuesta de la amplitud del canal, definidos en la norma ISO 6487:2002, serán de 50° para el ángulo de flexión de la rodilla, 10 mm para el desplazamiento de cizalladura y 500 g para la aceleración. Ello no significa que el propio impactador tenga que poder alcanzar físicamente ese ángulo de flexión o ese desplazamiento de cizalladura.
- 1.8. El impactador se ajustará a los requisitos de certificación establecidos en la sección 2 del apéndice I y estará dotado de elementos de rodilla deformables del mismo lote que los utilizados en los ensayos de certificación.
 - 1.8.1. En cada ensayo, el impactador estará revestido de masa muscular formada por hasta cuatro láminas consecutivas de espuma Confor™ a imitación de la carne, o material equivalente, procedentes del mismo lote de fabricación (cortadas de un bloque o rollo de espuma), a condición de que la espuma de una de esas láminas haya sido utilizada en el ensayo dinámico de certificación, y el peso individual de cada lámina no difiera más del ± 2 % del peso de la lámina utilizada en el ensayo de certificación.
 - 1.8.2. El impactador de ensayo o, al menos, la masa muscular de espuma, se mantendrá durante un mínimo de cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada de $35 \% \pm 15 \%$ y una temperatura estable de 20 ± 4 °C antes de retirar el impactador para su calibrado. Una vez se haya retirado de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
 - 1.8.3. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se vaya a utilizar.
- 1.9. El impactador certificado podrá utilizarse en 20 impactos como máximo, tras lo cual deberá volver a certificarse. En cada ensayo se utilizarán nuevos elementos de rodilla plásticamente deformables.

Los impactadores deberán volver a certificarse cuando haya transcurrido más de un año desde su última certificación o si, en uno de los impactos, el transductor supera la amplitud del canal especificada o alcanza los límites mecánicos de la capacidad de deformación del impactador de pierna.

Figura 1

Impactador simulador de pierna con recubrimiento de piel y espuma



2. Impactador simulador de muslo y cadera

- 2.1. El impactador simulador de muslo será rígido, tendrá recubierta de espuma la cara del impacto y una longitud de 350 ± 5 mm y se ajustará a lo establecido en la figura 2.

La distancia entre las líneas centrales de los transductores de carga será de 310 ± 1 mm, y el diámetro del elemento delantero, de 50 ± 1 mm.

- 2.2. La junta limitadora de la torsión se instalará de modo que el eje longitudinal del elemento delantero sea perpendicular al eje del sistema de guía, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$; la torsión por fricción de la junta será de 675 ± 25 Nm.
- 2.3. El centro de gravedad de las partes del impactador situadas delante de la junta limitadora de la torsión, incluidos los pesos adicionales fijados, estará situado en la línea central longitudinal del impactador, con un margen de tolerancia de ± 10 mm.
- 2.4. La masa total del impactador simulador de muslo y cadera, incluidos los elementos de propulsión y guía que formen parte integrante del mismo, será de $9,5 \text{ kg} \pm 0,1 \text{ kg}$.

La masa total del elemento delantero y otros componentes situados delante de los elementos de montaje del transductor de carga, junto con los elementos de montaje del transductor de carga situados delante de los elementos activos, sin incluir la espuma y la piel, será de $1,95 \pm 0,05$ kg.

- 2.5. Se instalarán dos transductores de carga para medir por separado las fuerzas ejercidas en cada extremo del elemento anterior del impactador simulador de muslo y cadera.
- 2.6. El impactador irá equipado con tres extensómetros para medir los momentos de flexión del elemento anterior, como muestra la figura 2, para lo cual cada uno de ellos utilizará un canal separado. Los dos extensómetros exteriores se situarán a 50 ± 1 mm del eje de simetría del impactador. El extensómetro central estará situado sobre el eje de simetría, con un margen de tolerancia de ± 1 mm.
- 2.7. El valor de la frecuencia del canal, definido en la norma ISO 6487:2002, de la respuesta de los instrumentos será de 180 para todos los transductores. Los valores de la amplitud del canal, definidos en la norma ISO 6487:2002, serán de 10 kN para los transductores de fuerza y de 1 000 Nm para las mediciones de los momentos de flexión.
- 2.8. El impactador simulador de muslo y cadera deberá ajustarse a los requisitos de certificación especificados en el apéndice I, sección 3, y estará equipado con espuma cortada de la lámina de material utilizada en el ensayo dinámico de certificación.
- 2.9. En cada ensayo, la espuma estará constituida por dos láminas nuevas de Confor™ tipo CF-45, o equivalente, de 25 mm de grosor. La piel deberá estar formada por una capa de caucho reforzada con fibra de un grosor de 1,5 mm. La espuma y la piel de caucho pesarán juntas $0,6 \pm 0,1$ kg (excluyendo todo refuerzo, elemento de montaje, etc., que se utilice para fijar los bordes traseros de la piel de caucho al elemento posterior).

La espuma y la piel de caucho deberán estar dobladas hacia atrás, con la piel de caucho fijada mediante espaciadores al elemento posterior de forma que sus bordes se mantengan paralelos.

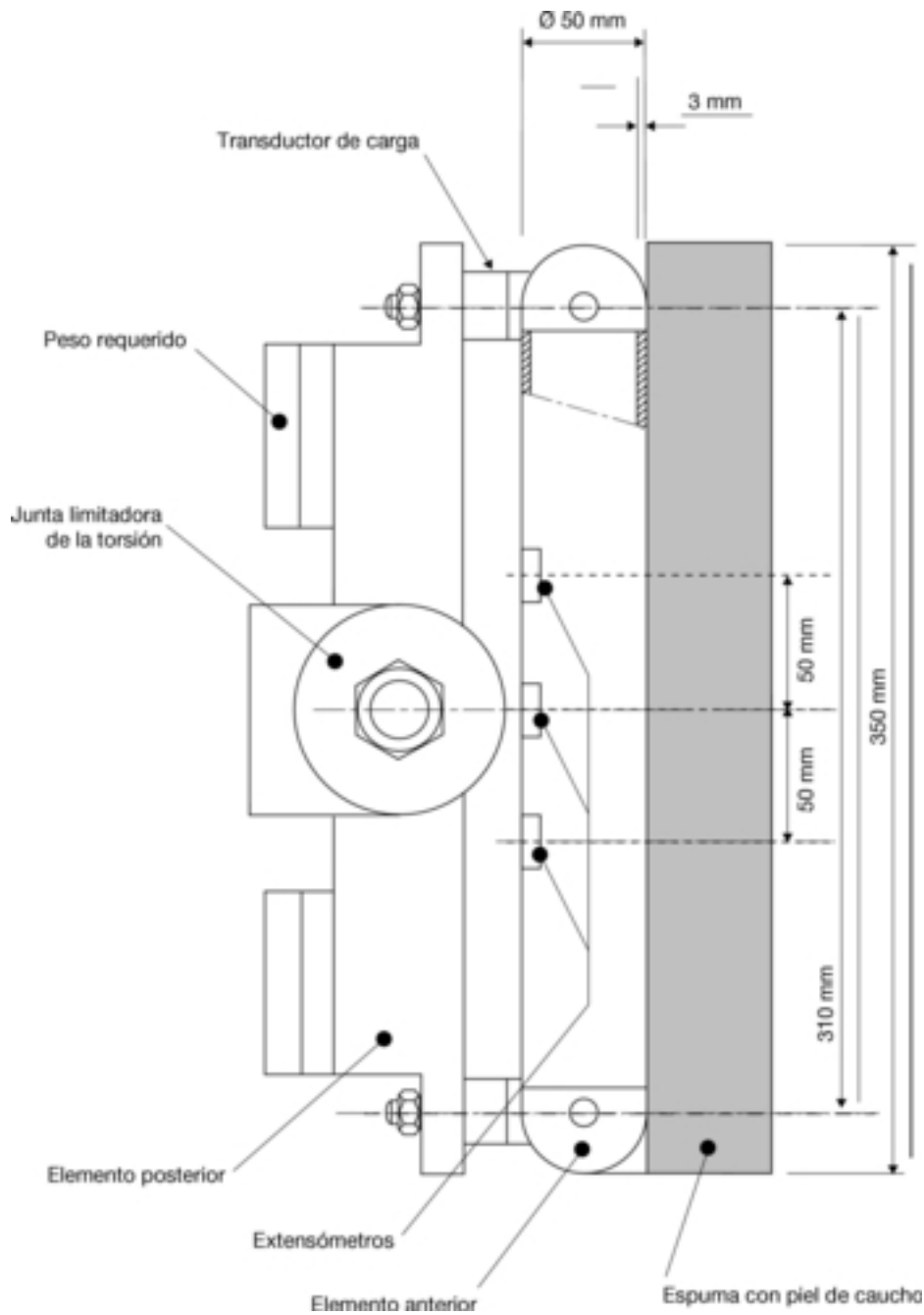
La espuma tendrá un tamaño y una forma que permitan mantener un espacio adecuado entre ella y los componentes situados detrás del elemento anterior, a fin de evitar transmisiones de carga significativas entre la espuma y estos componentes.

- 2.9.1. El impactador de ensayo o, al menos, la masa muscular de espuma, se mantendrá durante un mínimo de cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada de $35 \% \pm 15 \%$ y una temperatura estable de 20 ± 4 °C antes de retirar el impactador para su calibrado. Una vez se haya retirado de la zona de almacenamiento, el impactador no se someterá a condiciones distintas de las existentes en la zona de ensayo.
- 2.9.2. Cada ensayo deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento en que se retire el impactador que se vaya a utilizar de la zona de almacenamiento.
- 2.10. El impactador certificado podrá utilizarse en 20 impactos como máximo, tras lo cual deberá volver a certificarse (este límite no será aplicable a los elementos de propulsión o de guía).

El impactador también volverá a certificarse si ha transcurrido más de un año desde su última certificación o si el resultado de cualquiera de sus transductores en cualquier impacto ha superado el valor de amplitud del canal establecido.

Figura 2

Impactador simulador de muslo y cadera



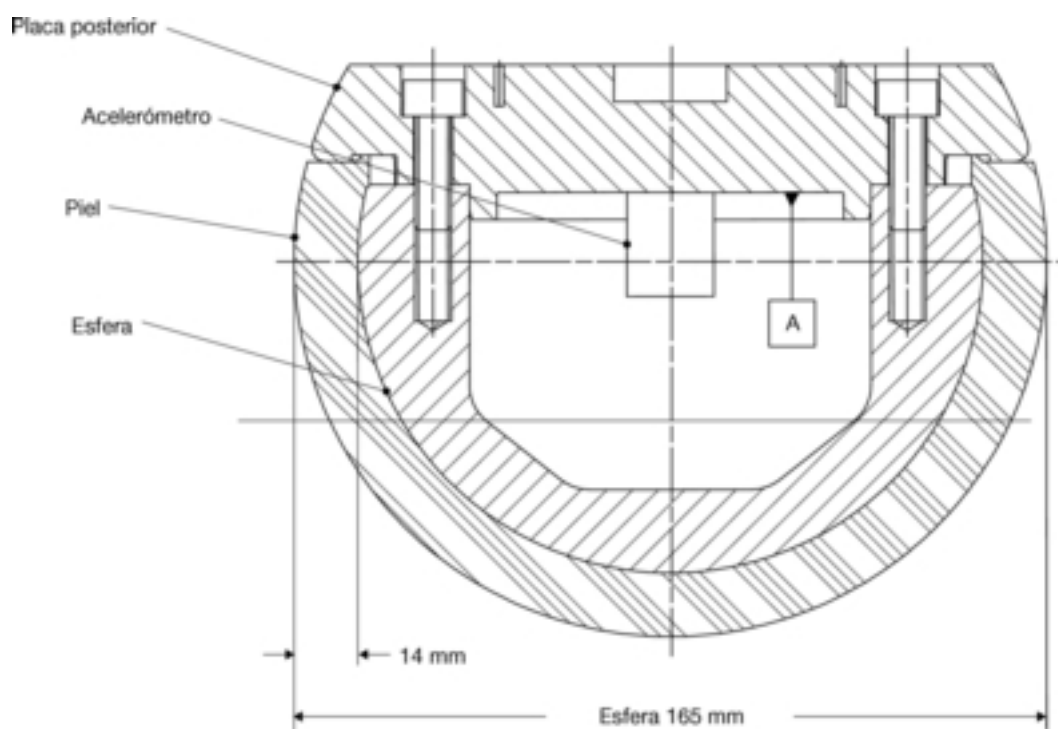
3. Impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño

- 3.1. El impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño será una esfera rígida de aluminio con piel sintética, que se ajustará a lo especificado en la figura 3 de la presente parte. Tendrá un diámetro de 165 ± 1 mm, tal como se indica en la figura. Su masa total, incluyendo los instrumentos, será de $3,5 \pm 0,07$ kg.
- 3.2. Al menos la mitad de la esfera estará cubierta con piel sintética de $14,0 \pm 0,5$ mm de grosor.
- 3.3. El centro de gravedad del impactador, incluidos los instrumentos, estará situado en el centro de la esfera, con un margen de tolerancia de ± 2 mm. El momento de inercia en torno a un eje que pasa por el centro de gravedad y es perpendicular a la dirección de impacto será del orden de los $0,008$ a $0,012$ kgm^2 .

- 3.4. La esfera deberá estar provista de un hueco para montar un acelerómetro triaxial o tres acelerómetros uniaxiales con una tolerancia de posicionamiento de la masa sísmica de ± 10 mm del centro de la esfera respecto del eje de medición y de ± 10 mm del centro de la esfera respecto de la dirección perpendicular al eje de medición. Los acelerómetros se posicionarán de acuerdo con lo dispuesto en los puntos 3.4.1 y 3.4.2.
- 3.4.1. Si se utilizan tres acelerómetros uniaxiales, el eje sensible de uno de los acelerómetros será perpendicular a la cara de montaje A (véase la figura 3), y su masa sísmica deberá situarse en un campo de tolerancia cilíndrico de 1 mm de radio y 20 mm de longitud. La línea central del campo de tolerancia será perpendicular a la cara de montaje y su punto central coincidirá con el centro de la esfera del impactador simulador de cabeza.
- 3.4.2. Los ejes sensibles de los acelerómetros restantes serán perpendiculares entre sí y paralelos a la cara de montaje A, y su masa sísmica deberá situarse en un campo de tolerancia esférico de 10 mm de radio. El centro del campo de tolerancia coincidirá con el centro de la esfera del impactador simulador de cabeza.
- 3.5. El valor de la frecuencia del canal, definido en la norma ISO 6487:2002, de la respuesta de los instrumentos será de 1 000. El valor de la amplitud del canal de la respuesta, definido en la norma ISO 6487:2002, será de 500 g para la aceleración.
- 3.6. El impactador se ajustará a los requisitos de funcionamiento especificados en el apéndice I, sección 4. El impactador certificado podrá utilizarse en 20 impactos como máximo, tras lo cual deberá volver a certificarse. El impactador volverá a certificarse si ha transcurrido más de un año desde su última certificación o si en uno de los impactos el transductor supera el valor de la amplitud del canal establecido.
- 3.7. La primera frecuencia natural del impactador será superior a 5 000 Hz.

Figura 3

Impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño (dimensiones en mm)

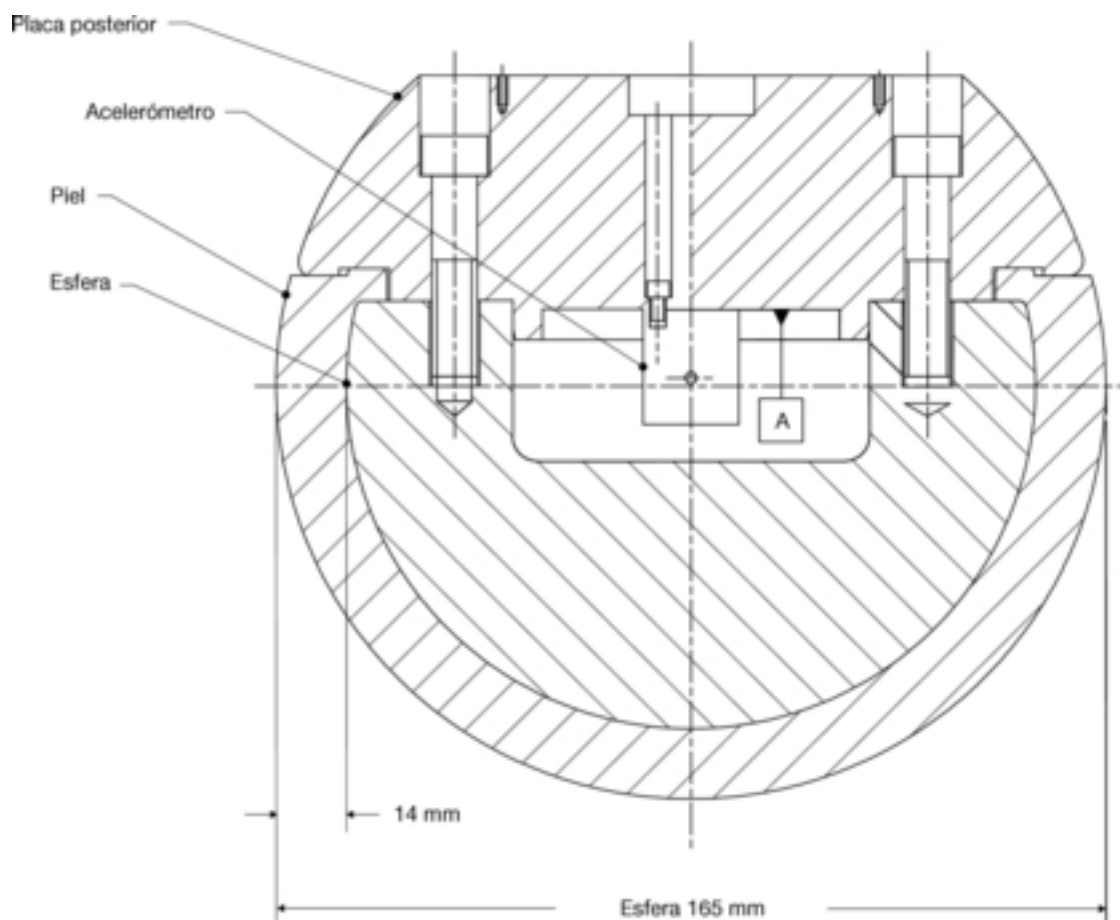


4. Impactador simulador de cabeza de adulto

- 4.1. El impactador simulador de cabeza de adulto será una esfera rígida de aluminio con piel sintética, que se ajustará a lo especificado en la figura 4. Tendrá un diámetro de 165 ± 1 mm, tal como se indica en la figura.
- 4.1.1. A efectos de los ensayos dirigidos a verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la parte II, capítulo VI, la masa total del impactador, incluidos los instrumentos, será de $4,8 \pm 0,1$ kg.
- 4.1.2. A efectos de los ensayos dirigidos a verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la parte II, capítulo VII, la masa total del impactador, incluidos los instrumentos, será de $4,5 \pm 0,1$ kg.
- 4.2. Al menos la mitad de la esfera estará cubierta con piel sintética de $14,0 \pm 0,5$ mm de grosor.

- 4.3. El centro de gravedad del impactador, incluidos los instrumentos, estará situado en el centro de la esfera, con un margen de tolerancia de ± 5 mm. El momento de inercia en torno a un eje que pasa por el centro de gravedad y es perpendicular a la dirección de impacto será del orden de los 0,010 a 0,013 kgm².
- 4.4. La esfera deberá estar provista de un hueco para montar un acelerómetro triaxial o tres acelerómetros uniaxiales con una tolerancia de posicionamiento de la masa sísmica de ± 10 mm del centro de la esfera respecto del eje de medición y de ± 10 mm del centro de la esfera respecto de la dirección perpendicular al eje de medición. Los acelerómetros se posicionarán de conformidad con los puntos 4.4.1 y 4.4.2.
- 4.4.1. Si se utilizan tres acelerómetros uniaxiales, el eje sensible de uno de los acelerómetros será perpendicular a la cara de montaje A (véase la figura 4), y su masa sísmica deberá situarse en un campo de tolerancia cilíndrico de 1 mm de radio y 20 mm de longitud. El eje central del campo de tolerancia será perpendicular a la cara de montaje y su punto central coincidirá con el centro de la esfera del impactador simulador de cabeza.
- 4.4.2. Los ejes sensibles de los acelerómetros restantes serán perpendiculares entre sí y paralelos a la cara de montaje A, y su masa sísmica deberá situarse en un campo de tolerancia esférico de 10 mm de radio. El centro del campo de tolerancia coincidirá con el centro de la esfera del impactador simulador de cabeza.
- 4.5. El valor de la frecuencia del canal de la respuesta de los instrumentos, definido en la norma ISO 6487:2002, será equivalente a 1 000. El valor de la amplitud del canal de respuesta, definido en la norma ISO 6487:2002, deberá ser de 500 g para la aceleración.
- 4.6. El impactador se ajustará a los requisitos de funcionamiento especificados en el apéndice I, sección 4. El impactador certificado podrá utilizarse en 20 impactos como máximo, tras lo cual deberá volver a certificarse. El impactador volverá a certificarse si ha transcurrido más de un año desde su última certificación o si en uno de los impactos el transductor supera el valor de la amplitud del canal establecido.
- 4.7. La primera frecuencia natural del impactador será superior a 5 000 Hz.

Figura 4

Impactador simulador de cabeza de adulto (dimensiones en mm)

Apéndice 1

Certificación de los impactadores**1. Requisitos de certificación**

- 1.1. Los impactadores utilizados en los ensayos detallados en la parte II y en la parte IV deberán cumplir los requisitos de funcionamiento pertinentes.

Los requisitos que deben cumplir los impactadores simuladores de pierna se especifican en la sección 2; los correspondientes al impactador simulador de muslo y cadera se especifican en la sección 3; y los impactadores simuladores de cabeza de adulto, niño y niño o adulto pequeño, en la sección 4.

2. Impactador simulador de pierna**2.1. Ensayos estáticos**

- 2.1.1. El impactador simulador de pierna deberá ajustarse a los requisitos especificados en el punto 2.1.2 cuando el ensayo se realice conforme a las disposiciones del punto 2.1.4, y a los requisitos especificados en el punto 2.1.3 cuando el ensayo se realice conforme a las disposiciones del punto 2.1.5.

En ambos ensayos, el impactador estará orientado sobre su eje longitudinal de forma que la articulación de rodilla funcione correctamente, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$.

La temperatura estable del impactador durante la certificación deberá ser de $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Los valores de respuesta de amplitud del canal, definidos en la norma ISO 6487:2002, serán de 50° para el ángulo de flexión de la rodilla y de 500 N para la fuerza aplicada al someter el impactador a un ensayo de flexión de acuerdo con el punto 2.1.4, y de 10 mm para el desplazamiento de cizalladura y 10 kN para la fuerza aplicada al someter el impactador a un ensayo de cizalladura de acuerdo con el punto 2.1.5. En ambos ensayos podrá aplicarse un filtro de paso bajo a una frecuencia adecuada, para eliminar los ruidos de frecuencia superior sin afectar significativamente a la medición de la respuesta del impactador.

- 2.1.2. Al aplicar la carga de flexión de acuerdo con el punto 2.1.4, la fuerza aplicada y el ángulo de flexión resultante estarán dentro de los límites indicados en la figura 1. Asimismo, la energía liberada para generar una flexión de $15,0^\circ$ deberá ser de 100 ± 7 J.

- 2.1.3. Al aplicar la carga de cizalladura de acuerdo con el punto 2.1.5, la fuerza aplicada y el desplazamiento de cizalladura resultante estarán dentro de los límites indicados en la figura 2.

- 2.1.4. El impactador simulador de pierna, sin revestimiento de espuma ni piel, deberá montarse con la tibia sujeta firmemente mediante abrazaderas sobre una superficie horizontal fija y con un tubo de metal firmemente ensamblado en el fémur, como muestra la figura 3. El eje de rotación de la articulación de rodilla del impactador estará en posición vertical. Para evitar errores de fricción, no se proporcionará ningún soporte ni a la sección femoral ni al tubo de metal. El momento de flexión aplicado en el centro de la articulación de rodilla por el peso del tubo de metal y otros componentes (excluyendo el propio simulador de pierna) no excederá de 25 Nm.

Se aplicará una fuerza horizontal normal al tubo de metal a una distancia de $2,0 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ del centro de la articulación de rodilla, y se registrará el ángulo de desviación de la rodilla resultante. La carga deberá incrementarse de forma que el coeficiente de aumento del ángulo de desviación de la rodilla esté entre $1,0^\circ/\text{s}$ y $10^\circ/\text{s}$ hasta que el ángulo de desviación sobrepase los 22° . Se permitirán las pequeñas desviaciones de estos límites debidas, por ejemplo, al uso de una bomba manual.

La energía se calculará integrando la fuerza en función del ángulo de flexión expresado en radianes y multiplicando por una longitud de palanca de $2,0 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

- 2.1.5. El impactador, sin revestimiento de espuma ni piel, se montará con la tibia sujeta firmemente mediante abrazaderas sobre una superficie horizontal fija y un tubo de metal firmemente ensamblado en el fémur y sujeto a $2,0 \text{ m}$ del centro de la articulación de rodilla, como muestra la figura 4.

Se aplicará una fuerza horizontal normal al fémur a una distancia de 50 mm del centro de la articulación de rodilla, y se registrará el desplazamiento de cizalladura de la rodilla resultante. La carga se incrementará de forma que el coeficiente de aumento del desplazamiento de cizalladura de la rodilla esté entre $0,1 \text{ mm/s}$ y 20 mm/s hasta que supere los 7,0 mm o la carga sea superior a 6,0 kN. Se permitirán las pequeñas desviaciones de estos límites debidas, por ejemplo, al uso de una bomba manual.

2.2. Ensayos dinámicos

2.2.1. El impactador simulador de pierna deberá ajustarse a los requisitos especificados en el punto 2.2.2 cuando se someta a ensayo conforme al punto 2.2.4.

2.2.1.1. La espuma de la masa muscular del impactador de ensayo se mantendrá durante un mínimo de cuatro horas en una zona de almacenamiento controlada con una humedad estabilizada de $35 \% \pm 15 \%$ y una temperatura estabilizada de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ antes de retirar el impactador para su calibrado. En el momento del impacto, la temperatura del impactador de ensayo será de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Los márgenes de tolerancia respecto de la temperatura del impactador serán aplicables con una humedad relativa del $40 \pm 30 \%$ después de un período de estabilización de, como mínimo, cuatro horas antes de su utilización en un ensayo.

2.2.1.2. El dispositivo de ensayo utilizado para el ensayo de calibrado tendrá una humedad estabilizada de $40 \pm 30 \%$ y una temperatura estabilizada de $20 \pm 4\text{ °C}$ durante el calibrado.

2.2.1.3. El calibrado deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se vaya a utilizar.

2.2.1.4. La humedad relativa y la temperatura del área de calibrado se medirán en el momento del calibrado y se registrarán en el informe correspondiente.

2.2.2. Cuando el impactador reciba el golpe de un impactador de certificación de guía lineal, como se especifica en el punto 2.2.4, la aceleración máxima en la parte superior de la tibia no será inferior a 120 g ni superior a 250 g. El ángulo máximo de flexión no será inferior a $6,2^\circ$ ni superior a $8,2^\circ$. El desplazamiento de cizalladura máximo no será inferior a 3,5 mm ni superior a 6,0 mm.

Las lecturas utilizadas para todos estos valores serán las del impacto inicial con el impactador de certificación, y no las de la fase de detención. Los eventuales sistemas que se utilicen para detener el impactador o el impactador de certificación estarán dispuestos de forma que la fase de detención no coincida en el tiempo con el impacto inicial. El sistema de detención no influirá en los resultados de los transductores de forma que estos excedan los valores de la amplitud del canal establecidos.

2.2.3. El valor de la frecuencia del canal de respuesta de los instrumentos, definido en la norma ISO 6487:2002, será de 180 para todos los transductores. Los valores de respuesta de la amplitud del canal, definidos en la norma ISO 6487:2002, serán de 50° para el ángulo de flexión de la rodilla, 10 mm para el desplazamiento de cizalladura y 500 g para la aceleración. Ello no supone que el propio impactador tenga que poder alcanzar físicamente ese ángulo de flexión o ese desplazamiento de cizalladura.

2.2.4. Procedimiento de ensayo

2.2.4.1. El impactador, incluidos el revestimiento de espuma y la piel, se suspenderá horizontalmente mediante tres cables metálicos de $1,5 \pm 0,2$ mm de diámetro y 2,0 m de longitud mínima, como muestra la figura 5a. Su eje longitudinal estará suspendido en posición horizontal, con un margen de tolerancia de $\pm 0,5^\circ$, y perpendicular a la dirección del movimiento del impactador de certificación, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$. El impactador estará orientado sobre su eje longitudinal de forma que la articulación de rodilla funcione correctamente, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$. El impactador se ajustará a los requisitos especificados en la parte II, capítulo II, punto 3.4.1.1, con las abrazaderas de los cables fijadas.

2.2.4.2. La masa del impactador de certificación, incluidos los elementos de propulsión y guía que formen parte integrante del mismo durante el impacto, será de $9,0 \pm 0,05$ kg. Las dimensiones de la cara del impactador de certificación serán las especificadas en la figura 5b. La cara del impactador de certificación será de aluminio, con un acabado de la superficie externa superior a 2,0 μm .

El sistema de guía estará equipado con guías de baja fricción, insensibles a las cargas fuera de eje, que permitan que, al entrar en contacto con el vehículo, el impactador se mueva únicamente en la dirección de impacto especificada cuando entre en contacto con el impactador simulador de pierna. Las guías evitarán el movimiento en otras direcciones, incluida la rotación sobre cualquier eje.

2.2.4.3. El impactador se certificará con espuma que no se haya utilizado previamente.

2.2.4.4. La espuma del impactador no se manipulará ni deformará excesivamente ni antes de fijarla, ni mientras se fija, ni una vez fijada.

2.2.4.5. El impactador de certificación se impulsará horizontalmente a una velocidad de $7,5 \pm 0,1$ m/s contra el impactador estacionario, como muestra la figura 5a. El impactador de certificación se colocará de forma que su línea central coincida con un punto en la línea central de la tibia situado a 50 mm del centro de la rodilla, con márgenes de tolerancia de ± 3 mm tanto lateral como verticalmente.

3. **Impactador simulador de muslo y cadera**

3.1. El impactador simulador de muslo y cadera deberá ajustarse a los requisitos especificados en el punto 3.2 cuando se someta a ensayo conforme al punto 3.3.

3.1.1. La espuma de la masa muscular del impactador de ensayo se mantendrá durante al menos cuatro horas en una zona de almacenamiento controlado con una humedad estabilizada del $35\% \pm 10\%$ y una temperatura estabilizada de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ antes de retirar el impactador para su calibrado. En cuanto al propio impactador de ensayo, en el momento del impacto tendrá una temperatura de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Los márgenes de tolerancia respecto de la temperatura del impactador serán aplicables con una humedad relativa del $40 \pm 30\%$ después de un período de estabilización de, como mínimo, cuatro horas antes de su utilización en un ensayo.

3.1.2. El dispositivo de ensayo utilizado para el ensayo de calibrado tendrá una humedad estabilizada del $40\% \pm 30\%$ y una temperatura estabilizada del $20\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ durante el calibrado.

3.1.3. El calibrado deberá completarse en un plazo de dos horas a partir del momento de la retirada de la zona de almacenamiento del impactador que se vaya a utilizar.

3.1.4. La humedad relativa y la temperatura del área de calibrado se medirán en el momento del calibrado y se registrarán en el informe correspondiente.

3.2. *Requisitos*

3.2.1. Al impulsar el impactador contra un péndulo cilíndrico estacionario, la fuerza máxima registrada en cada transductor de carga no será inferior a 1,20 kN ni superior a 1,55 kN, y la diferencia entre las fuerzas máximas registradas en los transductores de carga superior e inferior no será superior a 0,10 kN. Además, el momento máximo de flexión registrado por los extensómetros no será inferior a 190 Nm ni superior a 250 Nm en la posición central, y no será inferior a 160 Nm ni superior a 220 Nm en las posiciones externas. La diferencia entre los momentos máximos de flexión superior e inferior no sobrepasará los 20 Nm.

Las lecturas utilizadas para todos estos valores serán las del impacto inicial con el péndulo, y no las de la fase de detención. Los eventuales sistemas que se utilicen para detener el impactador o péndulo se dispondrán de forma que la fase de detención no coincida en el tiempo con el impacto inicial. El sistema de detención no influirá en los resultados de los transductores de forma que estos excedan los valores de la amplitud del canal establecidos.

3.2.2. El valor de la frecuencia del canal de respuesta de los instrumentos, definido en la norma ISO 6487:2002, será de 180 para todos los transductores. Los valores de la amplitud del canal de respuesta, definidos en la norma ISO 6487:2002, serán de 10 kN para los transductores de fuerza y de 1 000 Nm para las mediciones de los momentos de flexión.

3.3. *Procedimiento de ensayo*

3.3.1. El impactador estará montado en el sistema de propulsión y guía mediante una junta limitadora de la torsión. La junta limitadora de la torsión estará instalada de modo que el eje longitudinal del elemento anterior sea perpendicular al eje del sistema de guía, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$; la torsión por fricción de la junta será de $675 \pm 25\text{ Nm}$ como mínimo. El sistema de guía irá equipado con guías de baja fricción que, cuando el impactador entre en contacto con el péndulo, solo le permitan moverse en la dirección de impacto especificada.

3.3.2. La masa total del impactador, incluidos los elementos de propulsión y guía que formen parte integrante del mismo durante el impacto, será de $12\text{ kg} \pm 0,1\text{ kg}$.

3.3.3. El centro de gravedad de las partes del impactador situadas delante de la junta limitadora de la torsión, incluidos los pesos adicionales fijados, estará situado en la línea central longitudinal del impactador, con un margen de tolerancia de $\pm 10\text{ mm}$.

3.3.4. El impactador se certificará con espuma que no se haya utilizado previamente.

3.3.5. La espuma del impactador no se manipulará ni deformará excesivamente ni antes de fijarla, ni mientras se fija, ni una vez fijada.

- 3.3.6. El impactador, con el elemento anterior en posición vertical, se impulsará horizontalmente a una velocidad de $7,1 \pm 0,1$ m/s contra el péndulo estacionario, como muestra la figura 6.

El tubo del péndulo tendrá una masa de $3 \pm 0,03$ kg, un diámetro exterior de $150 \text{ mm}^{+1 \text{ mm}}/-4 \text{ mm}$ y un grosor de pared de $3 \pm 0,15$ mm. Su longitud total será de 275 ± 25 mm. Este tubo deberá ser de acero acabado en frío sin soldadura (podrá llevar un baño metálico superficial contra la corrosión), con un acabado de la superficie externa superior a $2,0 \mu\text{m}$. Se suspenderá mediante dos cables metálicos de $1,5 \pm 0,2$ mm de diámetro y 2,0 m de longitud mínima. La superficie del péndulo estará limpia y seca. El tubo del péndulo se colocará de modo que el eje longitudinal del cilindro sea perpendicular tanto al elemento anterior (o sea, nivelado), con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$, como a la dirección de movimiento del impactador, con un margen de tolerancia de $\pm 2^\circ$; el centro del tubo del péndulo estará alineado con el centro del elemento anterior del impactador, con márgenes de tolerancia de ± 5 mm tanto lateral como verticalmente.

4. Impactadores simuladores de cabeza

4.1. Criterios de comportamiento

Los impactadores simuladores de cabeza deberán cumplir los requisitos especificados en el punto 4.2 cuando se sometan a ensayo conforme al punto 4.4.

4.2. Requisitos

- 4.2.1. Cuando los impactadores simuladores de cabeza se dejen caer desde una altura de 376 ± 1 mm de conformidad con el punto 4.4 la aceleración máxima resultante registrada en el acelerómetro triaxial (o en los tres acelerómetros uniaxiales) del simulador de cabeza será la siguiente:

- a) para el impactador simulador de cabeza de niño o adulto pequeño, no será inferior a 245 g ni superior a 300 g;
- b) para el impactador simulador de cabeza de adulto, no será inferior a 225 g ni superior a 275 g.

Las curvas resultantes de aceleración y tiempo serán unimodales.

- 4.2.2. Los valores de la frecuencia del canal de respuesta de los instrumentos, así como el valor de la amplitud del canal de cada acelerómetro, serán de 1 000 Hz y 500 g respectivamente, como define la norma ISO 6487:2002.

4.2.3. Condiciones relativas a la temperatura

En el momento del impacto, los impactadores simuladores de cabeza estarán a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Los márgenes de tolerancia de la temperatura se aplicarán con una humedad relativa del $40 \pm 30\%$ después de un período de estabilización de al menos cuatro horas antes de su utilización en un ensayo.

- 4.3. Una vez superado el ensayo de certificación, cada impactador simulador de cabeza podrá utilizarse en 20 ensayos de impacto como máximo.

4.4. Procedimiento de ensayo

- 4.4.1. Es impactador simulador de cabeza estará suspendido de una instalación para el ensayo de caída como muestra la figura 7.

- 4.4.2. El impactador simulador de cabeza se dejará caer desde la altura especificada de forma que se asegure un impacto inmediato contra una plancha de acero plana y horizontal con un soporte rígido de más de 50 mm de grosor y 300 x 300 mm de superficie limpia y seca con un acabado entre $0,2 \mu\text{m}$ y $2,0 \mu\text{m}$.

- 4.4.3. El impactador simulador de cabeza se dejará caer de forma que su parte posterior forme el siguiente ángulo respecto al plano vertical:

- a) $50^\circ \pm 2^\circ$ para el impactador simulador de cabeza de niño;
- b) $65^\circ \pm 2^\circ$ para el impactador simulador de cabeza de adulto.

- 4.4.4. El impactador simulador de cabeza estará suspendido de forma que no se produzca rotación durante la caída.

- 4.4.5. El ensayo de caída se efectuará tres veces; entre los ensayos, el impactador simulador de cabeza se hará girar 120° alrededor de su eje de simetría.

Figura 1

Requisito de relación fuerza-ángulo de flexión de los ensayos estáticos de certificación de la flexión del impactador de pierna

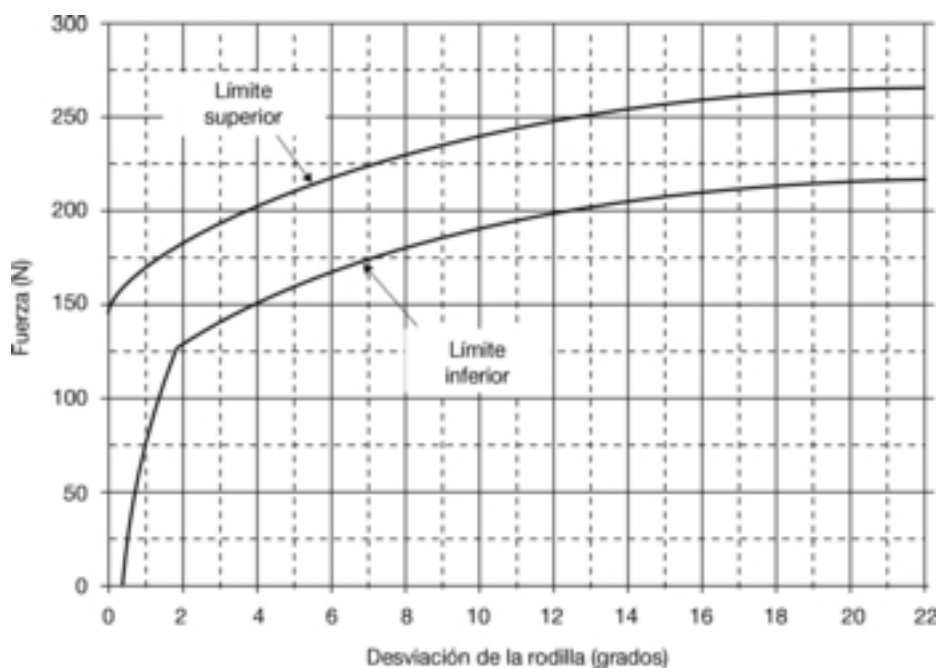


Figura 2

Requisito de relación fuerza-desplazamiento en los ensayos estáticos de certificación de la cizalladura del impactador de pierna

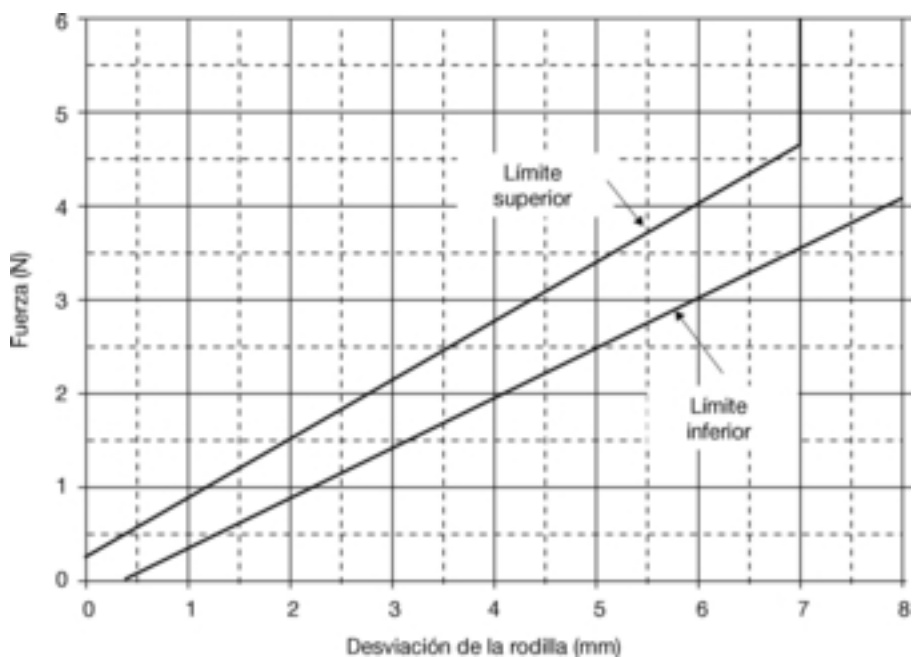


Figura 3

Vista aérea del dispositivo para los ensayos estáticos de certificación de la flexión del impactador simulador de pierna

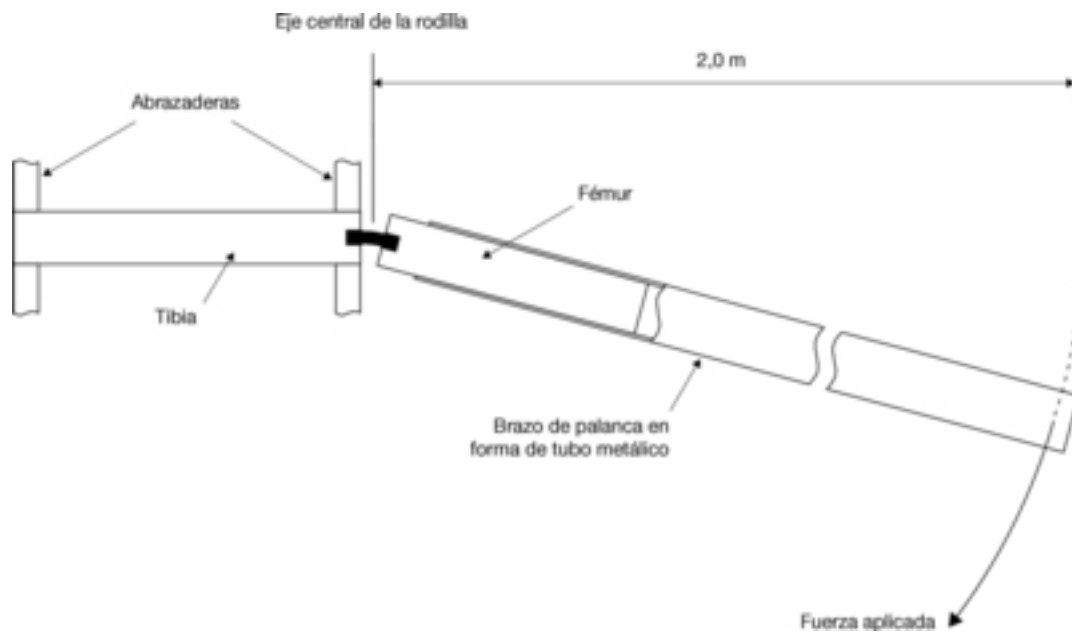
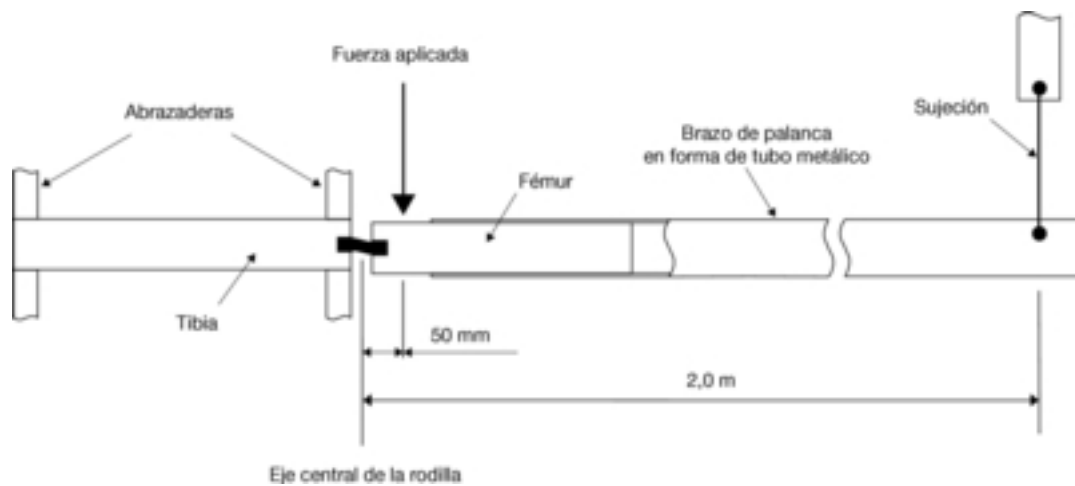


Figura 4

Vista aérea del dispositivo para los ensayos estáticos de certificación de cizalladura



del impactador simulador de pierna Figura 5bis

Dispositivo para los ensayos dinámicos de certificación del impactador simulador de pierna (diagrama superior: vista lateral; diagrama inferior: vista aérea)

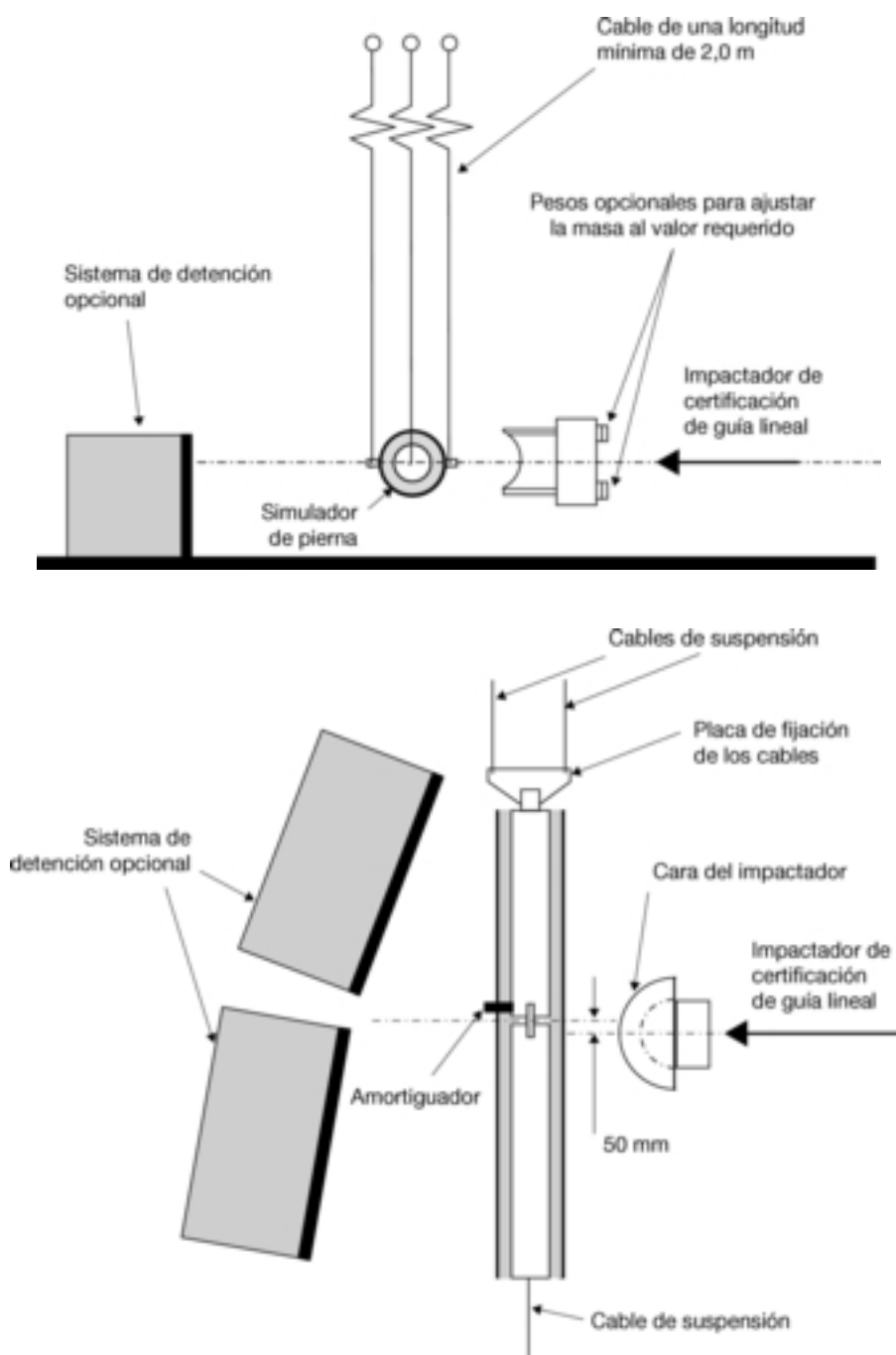
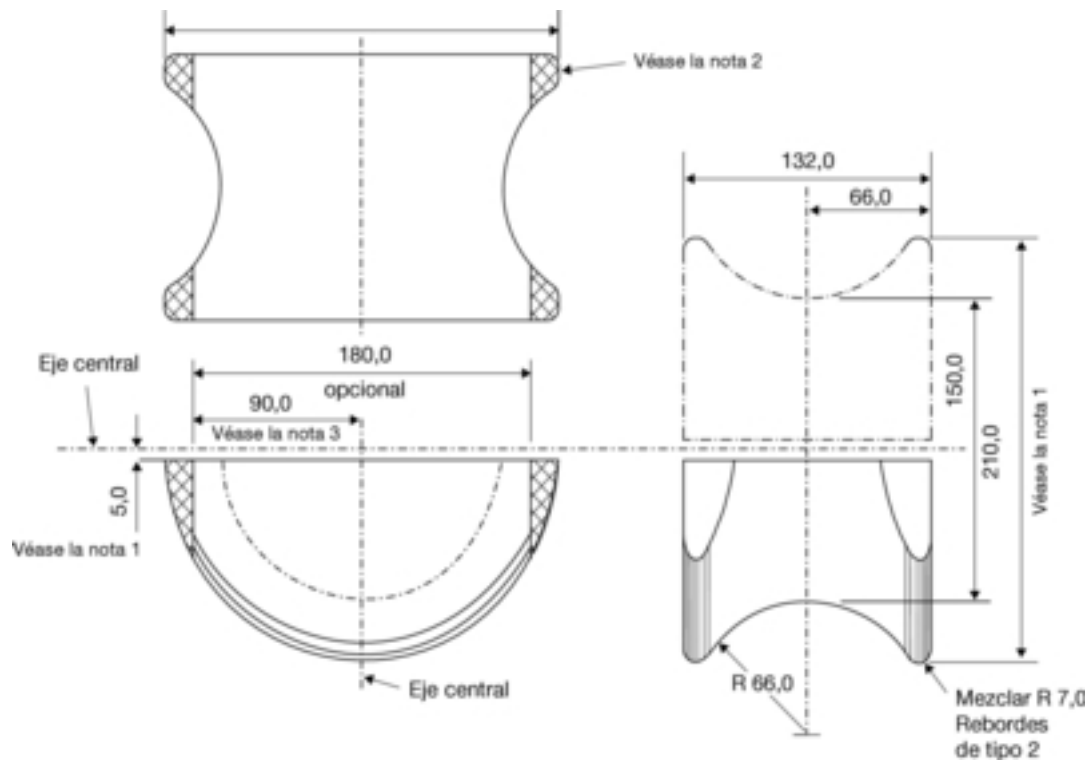


Figura 5ter

Detalles de la cara del impactador para el ensayo dinámico de certificación del simulador de pierna



Notas:

- 1) El soporte puede ser de diámetro completo o cortado, como se muestra en la figura, para hacer dos componentes.
- 2) Las zonas sombreadas pueden eliminarse para obtener la forma alternativa mostrada.
- 3) El margen de tolerancia en todas las dimensiones será de $\pm 1,0$ mm.

Material: aleación de aluminio.

Figura 6

Dispositivo para los ensayos dinámicos de certificación del impactador simulador de muslo y cadera

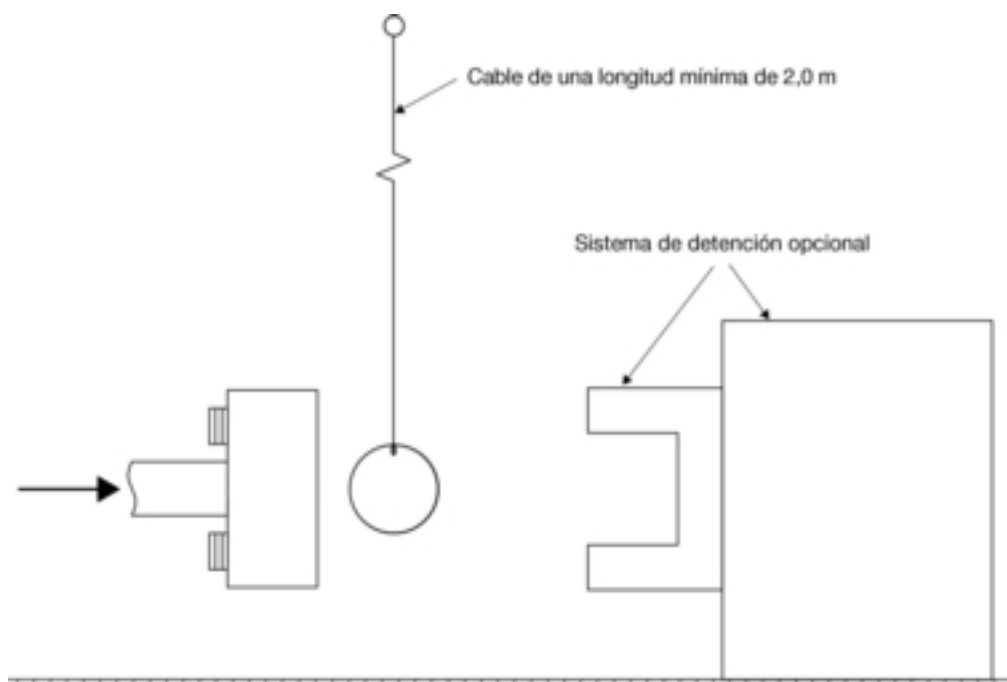


Figura 7

Dispositivo para los ensayos dinámicos certificación del impactador simulador de cabeza

