



*Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en: <https://unece.org/transport/road-transport/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>*

**Reglamento n.º 95 de las Naciones Unidas. Prescripciones uniformes sobre la homologación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión lateral [2026/1095]**

Incorpora todo el texto válido hasta:

Suplemento 1 de la serie 06 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 12 de junio de 2025

Este documento tiene valor meramente informativo. Los textos auténticos y jurídicamente vinculantes son los siguientes:

ECE/TRANS/WP.29/2020/108

ECE/TRANS/WP.29/2021/62

ECE/TRANS/WP.29/2021/117

ECE/TRANS/WP.29/2023/48

ECE/TRANS/WP.29/2023/117 y Corr. 1

ECE/TRANS/WP.29/2023/108

ECE/TRANS/WP.29/2024/133

ÍNDICE

Reglamento

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones y ensayos
6. Modificación del tipo de vehículo
7. Conformidad de la producción
8. Sanciones por no conformidad de la producción
9. Cese definitivo de la producción
10. Nombres y direcciones de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación, y de las autoridades de homologación de tipo
11. Disposiciones transitorias

Anexos

- 1 Comunicación
- 2 Ejemplos de marcas de homologación
- 3 Procedimiento de determinación del punto H y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los automóviles  
Apéndice 1: Descripción de la máquina tridimensional del punto H (máquina 3-D H)  
Apéndice 2: Sistema de referencia tridimensional  
Apéndice 3: Parámetros de referencia de las plazas de asiento
- 4 Procedimiento de ensayo de colisión  
Apéndice 1: Determinación de los criterios de comportamiento

- Apéndice 2: Procedimiento de cálculo del criterio de viscosidad para EUROSID 1
- 5 Características de la barrera deformable móvil
  - Apéndice 1: Curvas de esfuerzo-deformación para ensayos estáticos
  - Apéndice 2: Curvas de esfuerzo-deformación para ensayos dinámicos
- 6 Descripción técnica del maniquí de colisión lateral
- 7 Instalación del maniquí de colisión lateral
- 8 Ensayo parcial
- 9 Procedimientos de ensayo para los vehículos equipados con tren motor eléctrico
- 10 Condiciones y procedimientos de ensayo para evaluar la integridad del sistema de alimentación de combustible de hidrógeno tras la colisión

## 1. Ámbito de aplicación

El presente Reglamento se aplicará a vehículos de la categoría M<sub>1</sub> con una masa máxima admisible no superior a 3 500 kg, a vehículos de la categoría M<sub>1</sub> con una masa máxima admisible superior a los 3 500 kg cuyo punto R del asiento más bajo esté, como máximo, a 700 mm del nivel del suelo cuando el vehículo esté en las condiciones correspondientes a la masa de referencia definida en el punto 2.10 del presente Reglamento, y a vehículos de la categoría N<sub>1</sub> <sup>(1)</sup>.

## 2. Definiciones

A los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- 2.1. «homologación de un vehículo», la homologación de un tipo de vehículo respecto del comportamiento de la estructura del habitáculo en caso de colisión lateral;
- 2.2. «tipo de vehículo», una categoría de vehículos de motor que, en lo que respecta a los aspectos enumerados a continuación, no presente diferencias esenciales que puedan influir negativamente en los resultados del ensayo de colisión descrito en el presente Reglamento de las Naciones Unidas:
- a) la longitud, la anchura y la altura libre sobre el suelo del vehículo;
  - b) la estructura, las dimensiones, las líneas y los materiales de las paredes laterales del habitáculo;
  - c) las líneas y dimensiones interiores del habitáculo, y el tipo de sistemas de protección;
  - d) el emplazamiento del motor (delantero, trasero o central) y la orientación (transversal o longitudinal) del motor;
  - e) la tara;
  - f) los accesorios opcionales o el acondicionamiento interior;
  - g) el tipo de asiento(s) delantero(s) y la posición del punto R;
  - h) las ubicaciones del SAEER;
  - i) la configuración básica y las principales características del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido.
- 2.3. «habitáculo», el espacio destinado a acomodar a los ocupantes y delimitado por el techo, el suelo, los laterales, las puertas, el acristalamiento exterior, la mampara delantera y el plano de la mampara del compartimento trasero o el plano del soporte del respaldo del asiento trasero;
- 2.3.1. «habitáculo en relación con la protección de los ocupantes», el espacio destinado a acomodar a los ocupantes y delimitado por el techo, el suelo, los laterales, las puertas, el acristalamiento exterior, la mampara delantera y el plano de la mampara del compartimento trasero o el plano del soporte del respaldo del asiento trasero;
- 2.3.2. «habitáculo en relación con la evaluación de la seguridad eléctrica o la seguridad del hidrógeno», el espacio destinado a acomodar a los ocupantes y delimitado por el techo, el suelo, los laterales, las puertas, el acristalamiento exterior, la mampara delantera y la mampara o puerta trasera, y por las barreras de protección eléctrica y las envolventes destinadas a evitar que los ocupantes entren en contacto directo con partes activas de alta tensión;
- 2.4. «punto R» o «punto de referencia de la plaza de asiento», el punto de referencia, establecido por el fabricante del vehículo, que:
- 2.4.1. tiene unas coordenadas determinadas en relación con la estructura del vehículo,
  - 2.4.2. se corresponde con la posición teórica del punto de rotación torso-muslos (punto H) para la posición de conducción normal más baja y más retrasada o la posición de utilización indicada por el fabricante del vehículo para cada plaza de asiento especificada por él;

<sup>(1)</sup> Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, apartado 2, <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

- 2.5. «punto H», un punto determinado conforme al anexo 3 del presente Reglamento;
- 2.6. «capacidad del depósito de combustible», la capacidad del depósito de combustible especificada por el fabricante del vehículo;
- 2.7. «plano transversal», un plano vertical perpendicular al plano vertical longitudinal mediano del vehículo;
- 2.8. «sistema de protección», los dispositivos destinados a sujetar o proteger a los ocupantes;
- 2.9. «tipo de sistema de protección», una categoría de dispositivos de protección que no difieren entre sí en aspectos esenciales como:
- su tecnología,
  - su geometría,
  - sus materiales constituyentes;
- 2.10. «masa de referencia», la tara del vehículo más una masa de 100 kg (equivalente a la masa del maniquí de colisión lateral con su instrumental);
- 2.11. «tara», la masa del vehículo en orden de marcha sin conductor, pasajeros ni carga, pero con el depósito de combustible lleno hasta el 90 % de su capacidad y con el juego habitual de herramientas y rueda de repuesto a bordo, si procede;
- 2.12. «barrera deformable móvil», el aparato contra el que se hace colisionar el vehículo de ensayo; se compone de un carro y un impactador;
- 2.13. «impactador», la sección aplastable montada en la parte delantera de la barrera deformable móvil;
- 2.14. «carro», el bastidor rodante que se desplaza sobre su eje longitudinal en el punto de impacto; su parte delantera sostiene el impactador;
- 2.15. «de alta tensión», la clasificación de un componente o circuito eléctrico cuya tensión de trabajo es  $> 60 \text{ V}$  y  $\leq 1\,500 \text{ V}$  de corriente continua (CC) o  $> 30 \text{ V}$  y  $\leq 1\,000 \text{ V}$  de corriente alterna (CA), en tensión eficaz (rms);
- 2.16. «sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (SAEER)», el sistema de almacenamiento de energía recargable que proporciona energía eléctrica para la propulsión;
- no se considerará SAEER una batería cuyo uso principal consista en suministrar energía para poner en marcha el motor, las luces u otros sistemas auxiliares del vehículo;
- el SAEER podrá incluir los sistemas necesarios de soporte físico, gestión térmica, controles electrónicos y revestimiento;
- 2.17. «barrera de protección eléctrica», la parte que protege de contacto directo con las partes activas de alta tensión;
- 2.18. «tren motor eléctrico», el circuito eléctrico que incluye el motor o motores de tracción y que puede incluir también el SAEER, el sistema de conversión de la energía eléctrica, los convertidores electrónicos, el arnés de cableado y los conductores correspondientes y el sistema de acoplamiento para la carga del SAEER;
- 2.19. «partes activas», las partes conductoras destinadas a recibir corriente eléctrica en condiciones normales de funcionamiento;
- 2.20. «parte conductora expuesta», toda parte conductora que puede tocarse conforme a lo dispuesto en relación con el grado de protección IPXXB y que normalmente está sin tensión, pero puede recibir corriente eléctrica cuando hay un fallo de aislamiento; se incluyen las partes bajo una cubierta que puede retirarse sin necesidad de herramientas;

- 2.21. «contacto directo», el contacto de personas con partes activas de alta tensión;
- 2.22. «contacto indirecto», el contacto de personas con partes conductoras expuestas;
- 2.23. «grado de protección IPXXB», la protección frente al contacto con partes activas de alta tensión ofrecida bien por una barrera de protección eléctrica bien por una envolvente, y que se somete a ensayo con el dedo de ensayo articulado (grado IPXXB) según se describe en el punto 4 del anexo 9;
- 2.24. «tensión de trabajo», el valor máximo de la tensión eficaz de un circuito eléctrico, especificado por el fabricante, que puede darse entre cualesquiera partes conductoras en condiciones de circuito abierto o en condiciones normales de funcionamiento; si el circuito eléctrico está dividido por aislamiento galvánico, la tensión de trabajo se define respectivamente para cada uno de los circuitos divididos;
- 2.25. «sistema de acoplamiento para la carga del sistema de almacenamiento de energía eléctrica recargable (SAEER)», el circuito eléctrico empleado para cargar el SAEER desde una fuente externa de abastecimiento de energía eléctrica, incluida la toma del vehículo;
- 2.26. «chasis eléctrico», un conjunto de piezas conductoras eléctricamente conectadas entre sí, cuya potencia eléctrica se toma como referencia;
- 2.27. «circuito eléctrico», un conjunto de partes activas conectadas diseñado para recibir corriente eléctrica en condiciones normales de funcionamiento.
- 2.28. «sistema de conversión de la energía eléctrica», un sistema (por ejemplo, una pila de combustible) que genera y proporciona energía eléctrica para la propulsión eléctrica;
- 2.29. «convertidor electrónico», un dispositivo que permite controlar o convertir la energía eléctrica para la propulsión eléctrica;
- 2.30. «envolvente»: la parte que encierra las unidades internas y las protege de todo contacto directo
- 2.31. «bus de alta tensión», el circuito eléctrico, incluido el sistema de acoplamiento para la carga del SAEER, que funciona con alta tensión;
- cuando los circuitos eléctricos estén conectados galvánicamente entre sí y cumplan la condición específica de tensión, solo los componentes o partes del circuito eléctrico que funcionen con alta tensión se clasificarán como bus de alta tensión;
- 2.32. «aislante sólido», el revestimiento aislante de los arneses del cableado, destinado a cubrir las partes activas de alta tensión y a evitar el contacto directo con ellas;
- 2.33. «desconector automático», un dispositivo que, al accionarse, separa galvánicamente las fuentes de energía eléctrica del resto del circuito de alta tensión del tren motor eléctrico;
- 2.34. «batería de tracción de tipo abierto», un tipo de batería que necesita llenarse de líquido y que genera hidrógeno gaseoso que se libera a la atmósfera;
- 2.35. «sistema de cierre de puertas de activación automática», un sistema que echa automáticamente el seguro de las puertas a una velocidad predeterminada o en cualquier otra condición definida por el fabricante;
- 2.36. «cerrada», cualquier condición de acoplamiento del sistema de cierre de la puerta en la que el pestillo está en posición de cierre total, en posición de cierre secundaria o entre una posición y otra;
- 2.37. «pestillo», el dispositivo que se emplea para mantener la puerta en posición cerrada con respecto a la carrocería del vehículo, con elementos para su liberación (o manejo) intencionada;

- 2.38. «posición de cierre total», la condición de acoplamiento del pestillo que retiene la puerta en una posición completamente cerrada;
- 2.39. «posición de cierre secundaria», la condición de acoplamiento del pestillo que retiene la puerta en una posición parcialmente cerrada;
- 2.40. «sistema de desplazamiento», dispositivo que permite desplazar y/o girar el asiento o una de sus partes, sin posición intermedia fija, para facilitar el acceso de los ocupantes al espacio situado detrás de dicho asiento;
- 2.41. «electrolito acuoso», un electrolito basado en agua como disolvente para los compuestos (por ejemplo, ácidos, bases), que proporciona iones conductores tras su disociación;
- 2.42. «fuga de electrolito», el escape de electrolito del SAEER en forma de líquido;
- 2.43. «electrolito no acuoso», un electrolito no basado en agua como disolvente;
- 2.44. «condiciones normales de funcionamiento», los modos y condiciones de funcionamiento que pueden encontrarse razonablemente durante el funcionamiento típico del vehículo, incluida la conducción a velocidades legalmente autorizadas, el estacionamiento o la parada en el tráfico, así como la carga mediante cargadores que sean compatibles con los puertos de carga específicos instalados en el vehículo; no se incluyen las condiciones en las que el vehículo está dañado, ya sea por un accidente, desechos de la carretera o vandalismo, quemado o sumergido en agua, o en un estado en el que necesita o recibe servicio o mantenimiento;
- 2.45. «condición específica de tensión», la condición de que la tensión máxima de un circuito eléctrico conectado galvánicamente entre una parte activa de CC y cualquier otra parte activa (CC o CA) sea  $\leq 30$  V CA (rms) y  $\leq 60$  V CC;
- Nota 1:* Cuando una parte activa de CC de tal circuito eléctrico está conectada al chasis eléctrico y se aplica la condición específica de tensión, la tensión máxima entre cualquier parte activa y el chasis eléctrico es  $\leq 30$  V CA (rms) y  $\leq 60$  V CC.
- Nota 2:* Para las tensiones pulsatorias de CC (tensiones alternas sin cambio de polaridad), se aplicará el umbral de CC.
- 2.46. «estado de carga», la carga eléctrica disponible de un SAEER, expresada en porcentaje de su capacidad asignada;
- 2.47. «incendio», la emisión de llamas desde el vehículo; las chispas y los arcos eléctricos no se considerarán llamas;
- 2.48. «explosión», la liberación repentina de energía suficiente para producir ondas de presión o proyectiles que puedan causar daños estructurales o físicos alrededor del vehículo.
- 2.49. «sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (SAHC)», un sistema diseñado para almacenar combustible de hidrógeno comprimido destinado a un vehículo de hidrógeno y compuesto por un recipiente, sus accesorios (en su caso), y todos los dispositivos de cierre principales para aislar al hidrógeno almacenado del resto del sistema de combustible y del entorno;
- 2.50. «recipiente» (para el almacenamiento de hidrógeno), el componente del vehículo que soporta la presión y almacena el volumen primario de combustible de hidrógeno en una sola cámara o en varias cámaras permanentemente interconectadas;
- 2.51. «accesorios del recipiente», las piezas unidas al recipiente que no soportan presión, proporcionan apoyo adicional o protección al recipiente y solo pueden retirarse temporalmente para su mantenimiento o inspección utilizando herramientas;

- 2.5.2. «vehículo de hidrógeno», todo vehículo de motor que utiliza hidrógeno gaseoso comprimido como combustible para su propulsión, incluidos los vehículos de pila de combustible y los vehículos de motor de combustión interna; el combustible de hidrógeno para los vehículos se detalla en las normas ISO 14687:2019 y SAE J2719\_202003;
- 2.5.3. «válvula de cierre (para vehículos de hidrógeno)», una válvula situada entre el recipiente y el sistema de combustible del vehículo que debe situarse por defecto en la posición «cerrada» cuando no está conectada a una fuente de energía.
3. Solicitud de homologación
- 3.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo en lo relativo a la protección de los ocupantes en caso de colisión lateral deberá ser presentada por el fabricante del vehículo o por su representante debidamente acreditado.
- 3.2. La solicitud deberá ir acompañada de los documentos, por triplicado, y la información detallada que se indican a continuación:
- 3.2.1. una descripción pormenorizada del tipo de vehículo en cuanto a su estructura, dimensiones, líneas y materiales constituyentes;
- 3.2.2. fotografías, o diagramas y dibujos, que muestren el tipo de vehículo en elevación frontal, lateral y posterior, así como detalles del diseño de la parte lateral de la estructura;
- 3.2.3. datos concretos sobre la tara del vehículo tal como se define en el punto 2.11 del presente Reglamento;
- 3.2.4. las líneas y dimensiones interiores del habitáculo;
- 3.2.5. una descripción de los accesorios interiores laterales pertinentes y de los sistemas de protección instalados en el vehículo;
- 3.2.6. una descripción general del tipo de fuente de energía eléctrica, de su ubicación y del tren motor eléctrico (por ejemplo, híbrido o eléctrico).
- 3.3. El solicitante de la homologación tendrá derecho a presentar cualesquiera datos y resultados de los ensayos realizados que permitan establecer que los requisitos pueden cumplirse con un grado suficiente de exactitud en los prototipos de vehículos.
- 3.4. Deberá presentarse al servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación un vehículo que sea representativo del tipo cuya homologación se solicita.
- 3.4.1. Podrá aceptarse para los ensayos un vehículo que no incluya todos los componentes propios del tipo, a condición de que pueda demostrarse que la ausencia de los componentes omitidos no tiene ninguna incidencia negativa en el rendimiento prescrito por los requisitos del presente Reglamento.
- 3.4.2. El solicitante de la homologación será el responsable de demostrar que la aplicación del punto 3.4.1 es compatible con el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento.
4. Homologación
- 4.1. Si el tipo de vehículo presentado a homologación con arreglo al presente Reglamento cumple los requisitos del punto 5, deberá concederse su homologación.
- 4.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado de conformidad con la ficha 4 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

- 4.3. Las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento comunicarán la concesión o denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo a este Reglamento por medio de un formulario que se ajuste al modelo que figura en su anexo 1.
- 4.4. La concesión, la extensión o la denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento será comunicada por las Partes del Acuerdo que lo apliquen por medio de un formulario conforme con el modelo del anexo 1 y por medio de fotografías o diagramas y dibujos facilitados por el solicitante de la homologación, en un formato no superior a A4 (210 × 297 mm) o plegados en dicho formato, y a una escala adecuada.
- 4.5. En todo vehículo que se ajuste a un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento se colocará, de manera visible y en un lugar fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación, una marca de homologación internacional consistente en:
- 4.5.1. un círculo en torno a la letra «E» seguida del número distintivo del país que ha concedido la homologación <sup>(2)</sup>;
- 4.5.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación, a la derecha del círculo prescrito en el punto 4.5.1.
- 4.6. Si el vehículo es conforme con un tipo de vehículo homologado de acuerdo con uno o varios reglamentos anejos al Acuerdo en el país que ha concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo prescrito en el punto 4.5.1; en ese caso, el número del Reglamento y los números de homologación, así como los símbolos adicionales de todos los Reglamentos con arreglo a los cuales se haya concedido la homologación en el país que la haya concedido de conformidad con el presente Reglamento, se colocarán en columnas verticales a la derecha del símbolo prescrito en el punto 4.5.1.
- 4.7. La marca de homologación deberá ser claramente legible e indeleble.
- 4.8. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de disposición de las marcas de homologación.
- 4.9. En el anexo 2 del presente Reglamento figuran algunos ejemplos de marcas de homologación.
5. Especificaciones y ensayos
- 5.1. El vehículo será sometido a ensayo con arreglo al anexo 4 del presente Reglamento.
- 5.1.1. El ensayo se llevará a cabo en el lado del conductor, salvo que, de haber estructuras laterales asimétricas, estas presenten diferencias tales que puedan afectar al rendimiento en caso de colisión lateral. De ser así, podrá utilizarse cualquiera de las alternativas de los puntos 5.1.1.1 o 5.1.1.2, por acuerdo entre el fabricante y la autoridad de homologación de tipo.
- 5.1.1.1. El fabricante facilitará a la autoridad encargada de la homologación información sobre la compatibilidad de las prestaciones en comparación con las del lado del conductor cuando el ensayo se efectúa en ese lado.
- 5.1.1.2. Si la configuración del vehículo le plantea dudas, la autoridad de homologación de tipo decidirá que el ensayo se realice en el lado opuesto al del conductor, que se considerará el más desfavorable.

<sup>(2)</sup> Los números distintivos de las Partes contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 7, anexo 3:  
<https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

5.1.2. El servicio técnico, previa consulta al fabricante, podrá exigir que el ensayo se realice con el asiento en una posición distinta de la indicada en el punto 5.5.1 del anexo 4. Esta posición se precisará en el acta del ensayo <sup>(3)</sup>.

5.1.3. El resultado de este ensayo se considerará satisfactorio si se cumplen los requisitos especificados en los puntos 5.2 y 5.3.

## 5.2. Criterios de comportamiento

Además, los vehículos equipados con tren motor eléctrico deberán cumplir los requisitos del punto 5.3.8. A tal efecto podrá realizarse un ensayo de colisión aparte, a petición del fabricante y tras la validación por el servicio técnico, a condición de que los componentes eléctricos no influyan en el rendimiento de protección de los ocupantes del tipo de vehículo, según se define en los puntos 5.2.1 a 5.3.5. Si se cumple esta condición, los requisitos del punto 5.3.8 se comprobarán conforme a los métodos expuestos en el anexo 4, excluidos los puntos 6 y 7 y los apéndices 1 y 2. No obstante, el maniquí de colisión lateral deberá instalarse en el asiento delantero del lado impactado.

5.2.1. Los criterios de comportamiento que se determinan para el ensayo de colisión de conformidad con el apéndice 1 del anexo 4 deberán ajustarse a las siguientes condiciones:

5.2.1.1. El criterio de comportamiento de la cabeza (CCC) deberá ser inferior o igual a 1 000; cuando no haya contacto con la cabeza, el CCC no se medirá ni calculará, sino que se registrará como «sin contacto con la cabeza».

5.2.1.2. Los criterios de comportamiento del tórax serán:

- a) En el caso del criterio de deformación de las costillas, inferior o igual a 42 mm.
- b) En el caso del criterio de viscosidad (CV), inferior o igual a 1,0 m/s.

Durante un período transitorio de dos años desde la fecha señalada en el punto 10.2, el valor  $V * C$  no será un valor determinante de la superación del ensayo de homologación, pero deberá ser consignado en el acta de ensayo y registrado por las autoridades de homologación. Una vez transcurrido el período transitorio, el valor CV de 1,0 m/s deberá aplicarse como criterio determinante de superación del ensayo, a menos que las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento decidan otra cosa.

5.2.1.3. El criterio de comportamiento de la pelvis será:

fuerza máxima sobre la sínfisis púbica inferior o igual a 6 kN.

5.2.1.4. El criterio de comportamiento del abdomen será:

el valor pico de la fuerza en el abdomen (APF), inferior o igual a 2,5 kN de fuerza interna (equivalente a 4,5 kN de fuerza externa).

## 5.3. Requisitos particulares

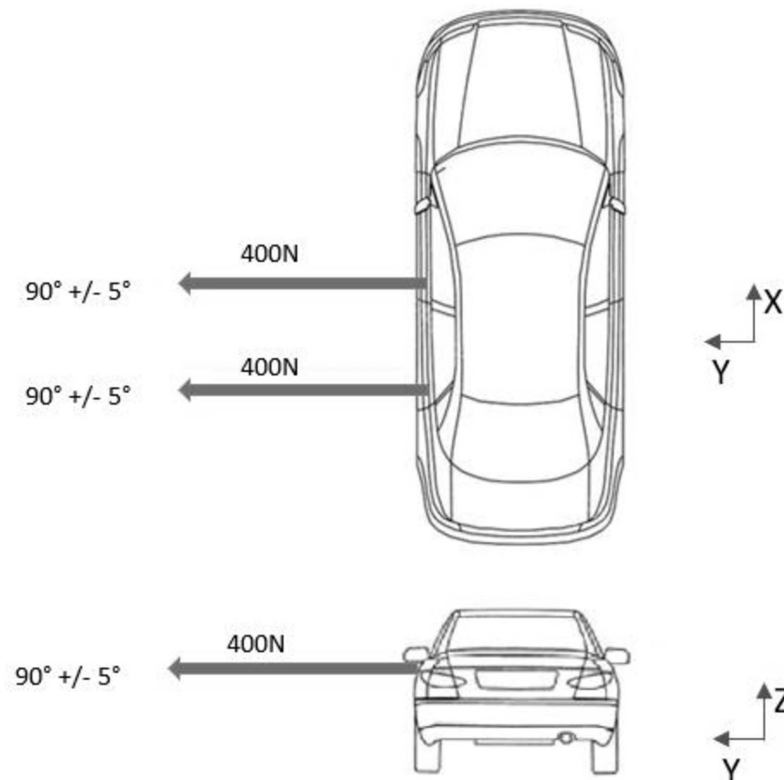
5.3.1. Durante el ensayo no deberá abrirse ninguna puerta.

Este requisito se considera cumplido:

- a) si es claramente visible que el cierre de puertas está echado; o
- b) si la puerta no se abre ejerciendo sobre ella una fuerza de tracción de como mínimo 400 N en la dirección Y, de acuerdo con la figura siguiente, lo más cerca posible del umbral de la ventanilla y del borde de la puerta opuesto al lado de las bisagras, excluido el tirador.

<sup>(3)</sup> Hasta el 30 de septiembre de 2000, a efectos de los requisitos de ensayo, el intervalo de ajustes longitudinales normales se limitará de modo que el punto H quede comprendido en la longitud de la apertura de la puerta.

Figura



- 5.3.1.1. En el caso de sistemas de cierre de puertas de activación automática que estén instalados de manera opcional o que puedan ser desactivados por el conductor, este requisito deberá verificarse por medio de uno de los dos procedimientos de ensayo siguientes, a elección del fabricante:
- 5.3.1.1.1. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 4, punto 5.2.2.1, el fabricante deberá asimismo demostrar a satisfacción del servicio técnico (por ejemplo, con datos internos propios) que, en ausencia del sistema o con él desactivado, no se abrirá ninguna puerta en caso de impacto.
- 5.3.1.1.2. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 4, punto 5.2.2.2, el fabricante deberá asimismo demostrar que se cumplen los requisitos de carga inercial del punto 6.1.4 de la serie 03 de enmiendas del Reglamento n.º 11 en relación con las puertas laterales cerradas sin seguro del lado no impactado.
- 5.3.2. Tras el impacto, deberá quitarse el seguro de las puertas laterales del lado no impactado.
- 5.3.2.1. En el caso de vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática, deberá echarse el seguro de las puertas antes del momento del impacto y quitarse tras este, al menos en el lado no impactado.
- 5.3.2.2. En el caso de sistemas de cierre de puertas de activación automática que estén instalados de manera opcional o que puedan ser desactivados por el conductor, este requisito deberá verificarse por medio de uno de los dos procedimientos de ensayo siguientes, a elección del fabricante:
- 5.3.2.2.1. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 4, punto 5.2.2.1, el fabricante deberá asimismo demostrar a satisfacción del servicio técnico (por ejemplo, con datos internos propios) que, en ausencia del sistema o con él desactivado, las puertas laterales del lado no golpeado tienen, tras el impacto, el seguro quitado.

- 5.3.2.2.2. Si los ensayos se realizan de conformidad con el anexo 4, punto 5.2.2.2, el fabricante deberá asimismo demostrar que, al aplicar la carga inercial del punto 6.1.4 de la serie 03 de enmiendas del Reglamento n.º 11, las puertas laterales cerradas sin seguro del lado no impactado siguen teniendo el seguro quitado.
- 5.3.3. Después del impacto deberá ser posible, sin utilizar herramientas:
- 5.3.3.1. Abrir al menos una puerta por cada fila de asientos. Si no hay tal puerta, deberá ser posible permitir la evacuación de todos los ocupantes activando el sistema de desplazamiento de asientos, en caso necesario. En caso de que no se disponga de un sistema de desplazamiento para la evacuación de un ocupante de asiento trasero, deberá mostrarse que un maniquí del percentil 50 puede ser evacuado sin utilizar ningún dispositivo para soportar su peso ni otras herramientas.
- En los vehículos de la categoría N<sub>1</sub>, esta evacuación puede realizarse a través de una ventana de emergencia si esta puede abrirse fácilmente, pero, si se necesitan herramientas (por ejemplo, para romper la ventana) estas deben ser proporcionadas por el fabricante y estar situadas de manera visible junto a la ventana de emergencia.
- Esto debe evaluarse para todas las configuraciones o la configuración más desfavorable para el número de puertas a cada lado del vehículo y para vehículos con volante a la izquierda y vehículos con volante a la derecha, en su caso.
- 5.3.3.2. Liberar el maniquí del sistema de protección.
- 5.3.3.3. Extraer el maniquí del vehículo.
- 5.3.4. Ningún componente ni dispositivo interior deberá desprenderse de tal forma que aumente manifiestamente el riesgo de lesión por salientes cortantes o aristas dentadas.
- 5.3.5. Se admiten las roturas como consecuencia de la deformación permanente, siempre que no aumenten el riesgo de lesión.
- 5.3.6. Si se produjera una fuga continua de líquido del circuito de alimentación de combustible después de la colisión, el caudal de fuga no deberá superar los 30 g/min; si el líquido del circuito de alimentación de combustible se mezcla con líquidos de otros circuitos y no pueden separarse ni distinguirse fácilmente unos de otros, se tendrán en cuenta todos ellos al evaluar la fuga continua.
- 5.3.7. En el caso de un vehículo de hidrógeno comprimido, deberá demostrarse que se cumplen los puntos 5.3.7.1 a 5.3.7.3.
- 5.3.7.1. El índice de fuga de hidrógeno ( $V_{H_2}$ ) determinado con arreglo al punto 4 del anexo 12, con respecto al hidrógeno, o al punto 5 del anexo 12, con respecto al helio, no deberá exceder de una media de 118 NL por minuto durante el intervalo de tiempo,  $\Delta t$  minutos, tras la colisión.
- 5.3.7.2. La concentración de gas (hidrógeno o helio, según proceda) en volumen, en valores de aire, determinada para el habitáculo y el compartimento para equipajes de conformidad con el punto 6 del anexo 12, no deberá exceder del 4,0 % en el caso del hidrógeno ni del 3,0 % en el caso del helio, en ningún momento del período de medición de sesenta minutos tras la colisión. Se cumple este requisito si se confirma que la válvula de cierre de cada sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido se ha cerrado en los cinco segundos posteriores al primer contacto del vehículo con la barrera y que no se ha producido ninguna fuga en los sistemas de almacenamiento de hidrógeno comprimido.
- 5.3.7.3. Los recipientes (de almacenamiento de hidrógeno) deberán permanecer sujetos al vehículo como mínimo por un punto de sujeción.
- 5.3.8. Tras el ensayo realizado siguiendo el procedimiento definido en el anexo 4, el tren motor eléctrico de funcionamiento con alta tensión y los sistemas de alta tensión, conectados galvánicamente con el bus de alta tensión del tren motor eléctrico, deberán cumplir los requisitos que se exponen a continuación.
- 5.3.8.1. Protección contra choques eléctricos
- Tras el impacto, los buses de alta tensión deberán cumplir al menos uno de los cuatro criterios especificados en los puntos 5.3.7.1.1 a 5.3.7.1.4.2.

Si el vehículo dispone de una función de desconexión automática o de uno o más dispositivos que dividan conductivamente el circuito del tren motor eléctrico en condiciones de conducción, el circuito desconectado, o cada uno de los circuitos divididos, por separado, deberán cumplir, una vez que se haya activado la función de desconexión, por lo menos uno de los criterios que se exponen a continuación.

No obstante, el criterio del punto 5.3.7.1.4 no se aplicará si más de un potencial de una parte del bus de alta tensión no está protegido en las condiciones del grado de protección IPXXB.

En caso de que el ensayo de colisión se realice con una o varias partes del sistema de alta tensión sin energizar, con excepción de cualquier sistema de acoplamiento para la carga del SAEER, que no está energizado en condiciones de conducción, la protección contra choques eléctricos se demostrará mediante el punto 5.3.7.1.3 o el punto 5.3.7.1.4 para las partes pertinentes.

#### 5.3.8.1.1. Ausencia de alta tensión

Las tensiones  $U_b$ ,  $U_1$  y  $U_2$  de los buses de alta tensión deberán ser iguales o inferiores a 30 V CA o 60 V CC en los 60 s siguientes al impacto, medidas de conformidad con el punto 2 del anexo 9.

#### 5.3.8.1.2. Energía eléctrica baja

La energía total (TE) en los buses de alta tensión deberá ser inferior a 0,2 J cuando se mida conforme al procedimiento de ensayo especificado en el punto 3 del anexo 9 con la fórmula a). Alternativamente, la energía total podrá calcularse por medio de la tensión medida  $U_b$  del bus de alta tensión y de la capacidad de los condensadores X ( $C_x$ ) indicada por el fabricante, conforme a la fórmula b) del punto 3 del anexo 9.

La energía almacenada en los condensadores Y ( $TE_{y1}$  y  $TE_{y2}$ ) también deberá ser inferior a 0,2 J. Se calculará midiendo las tensiones  $U_1$  y  $U_2$  de los buses de alta tensión y el chasis eléctrico y la capacidad de los condensadores Y indicada por el fabricante, conforme a la fórmula c) del punto 3 del anexo 9.

#### 5.3.8.1.3. Protección física

Deberá emplearse el grado de protección IPXXB para proteger contra el contacto directo con partes activas de alta tensión.

La evaluación deberá llevarse a cabo de conformidad con el punto 4 del anexo 9.

Además, para la protección contra choques eléctricos que puedan derivarse del contacto indirecto, la resistencia entre todas las partes conductoras expuestas de las barreras o envolventes de protección eléctrica y el chasis eléctrico será inferior a 0,1  $\Omega$ , y la resistencia entre dos partes conductoras expuestas simultáneamente accesibles de las barreras o envolventes de protección eléctrica que estén a menos de 2,5 m una de la otra deberá ser inferior a 0,2  $\Omega$  cuando exista un flujo de corriente de al menos 0,2 A. Esta resistencia podrá calcularse utilizando las resistencias medidas por separado de las partes pertinentes del camino eléctrico.

Estos requisitos se considerarán cumplidos si la conexión galvánica se ha efectuado mediante soldadura. En caso de duda o de que la conexión se establezca por medios distintos de la soldadura, las mediciones se realizarán mediante uno de los procedimientos de ensayo descritos en el punto 4 del anexo 9.

#### 5.3.8.1.4. Resistencia de aislamiento

Deberán cumplirse los criterios expuestos en los puntos 5.3.7.1.4.1 y 5.3.7.1.4.2.

La medición deberá llevarse a cabo conforme al punto 5 del anexo 9.

##### 5.3.8.1.4.1. Tren motor eléctrico con buses de CC o CA separados

Si los buses de alta tensión de CA y de CC están aislados galvánicamente entre sí, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico ( $R_i$ , según se define en el punto 5 del anexo 9) deberá tener un valor mínimo de 100  $\Omega/V$  de la tensión de trabajo, en el caso de los buses de CC, y de 500  $\Omega/V$  de la tensión de trabajo, en el caso de los buses de CA.

#### 5.3.8.1.4.2. Tren motor eléctrico con buses de CC y CA combinados

Si los buses de alta tensión de CA y de CC están conectados conductivamente, deberán cumplir uno de los requisitos siguientes:

- a) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 500  $\Omega/V$  de tensión de trabajo.
- b) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 100  $\Omega/V$  de la tensión de trabajo y el bus de CA se ajustará al criterio de protección física del punto 5.3.7.1.3.
- c) La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 100  $\Omega/V$  de la tensión de trabajo y el bus de CA se ajustará al criterio de ausencia de alta tensión del punto 5.3.7.1.1.

#### 5.3.8.2. Fugas de electrolito

##### 5.3.8.2.1. Caso de SAEER de electrolito acuoso.

Durante un período comprendido entre el impacto y 60 minutos después del impacto, no deberá producirse ninguna fuga de electrolito del SAEER en el habitáculo, ni una fuga de más del 7 % del volumen del electrolito del SAEER, con un máximo de 5,0 l, hacia el exterior del habitáculo. La cantidad de la fuga de electrolito puede medirse con las técnicas habituales de determinación de volúmenes de líquido después de su recogida. En el caso de los recipientes que contengan disolvente de Stoddard, líquido de refrigeración coloreado y electrolitos, los líquidos deberán poder separarse por gravedad específica, y a continuación medirse.

##### 5.3.8.2.2. Caso de SAEER de electrolito no acuoso.

Durante un período comprendido entre el impacto y 60 minutos después del impacto, no se producirá ninguna fuga de electrolito líquido del SAEER en el habitáculo o en el compartimento para equipajes, ni fugas de electrolito líquido al exterior del vehículo. Este requisito se verificará mediante inspección visual sin desmontar ninguna parte del vehículo.

#### 5.3.8.3. Retención del SAEER

El SAEER permanecerá sujeto al vehículo mediante al menos un anclaje, soporte o cualquier estructura que transfiera cargas del SAEER a la estructura del vehículo, y el SAEER situado fuera del habitáculo no deberá entrar en el habitáculo.

#### 5.3.8.4. Peligros de incendio del SAEER

Durante un período comprendido entre el impacto y 60 minutos después del impacto, no habrá indicios de incendio o explosión a partir del SAEER.

#### 5.3.9. El sistema de combustible y el sistema de alta tensión se evaluarán para todas las configuraciones o la configuración para vehículos con volante a la izquierda y vehículos con volante a la derecha, en su caso.

### 6. Modificación del tipo de vehículo

#### 6.1. Deberá notificarse toda modificación del tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento a la autoridad de homologación de tipo que homologó ese tipo de vehículo. En tal caso, la autoridad de homologación de tipo podrá:

- a) decidir, en consulta con el fabricante, que debe concederse una nueva homologación de tipo, o
- b) aplicar el procedimiento del punto 6.1.1 (revisión) y, en su caso, el procedimiento del punto 6.1.2 (extensión).

### 6.1.1. Revisión

Cuando los datos registrados en la ficha de características hayan cambiado y la autoridad de homologación de tipo considere que las modificaciones realizadas no deberían tener consecuencias negativas apreciables y que, en cualquier caso, el vehículo sigue cumpliendo los requisitos, las modificaciones se considerarán una «revisión».

En tal caso, la autoridad de homologación de tipo expedirá las páginas revisadas de la ficha de características según proceda, señalando claramente en cada página revisada el tipo de modificación que se haya realizado y la fecha en la que haya tenido lugar la nueva expedición. Se considerará cumplido este requisito mediante una copia consolidada y actualizada de las fichas de características que lleve adjunta una descripción detallada de los cambios.

### 6.1.2. Extensión

La modificación se considerará «extensión» si, además del cambio de los datos registrados en la ficha de características:

- a) deben realizarse nuevas inspecciones o nuevos ensayos, o
- b) ha cambiado cualquier información de la ficha de características (a excepción de sus documentos adjuntos), o
- c) se pide la homologación conforme a una serie posterior de enmiendas después de su entrada en vigor.

6.1.2.1. Toda modificación del vehículo que afecte a la forma general de su estructura o suponga un aumento de la masa de referencia superior al 8 % y que, en opinión de la autoridad competente, vaya a tener una influencia marcada en los resultados del ensayo, exigirá la repetición del ensayo descrito en el anexo 4.

6.1.2.2. Si el servicio técnico, previa consulta con el fabricante del vehículo, considera que las modificaciones del tipo de vehículo son insuficientes para justificar la repetición completa del ensayo, podrá realizarse un ensayo parcial. Será este el caso cuando la masa de referencia no varíe en más de un 8 % respecto de la del vehículo original o el número de asientos delanteros permanezca invariable. La modificación del tipo de asiento o de los accesorios interiores no implica necesariamente un nuevo ensayo completo. En el anexo 8 se presenta un ejemplo de cómo resolver esta situación.

6.2. La confirmación, extensión o denegación de la homologación se comunicará a las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante el procedimiento indicado en el punto 4.3. Por otra parte, se modificará en consecuencia el índice de la ficha de características y de las actas de ensayo, que se adjunta a la ficha de características del anexo 1, para mostrar la fecha de la revisión o extensión más reciente.

## 7. Conformidad de la producción

El procedimiento de conformidad de la producción deberá cumplir los requisitos establecidos en la ficha 1 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

7.1. Los vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento deberán fabricarse de manera que sean conformes con el tipo homologado, cumpliendo los requisitos pertinentes del presente Reglamento.

7.2. Para comprobar que se cumplen los requisitos establecidos en el punto 7.1, se realizarán controles adecuados de la producción.

7.3. La autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de la conformidad aplicados en cada planta de producción. La frecuencia normal de estas verificaciones será cada dos años.

8. Sanciones por no conformidad de la producción
- 8.1. La homologación concedida a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento podrá retirarse si no se cumple el requisito establecido en el punto 7.1.
- 8.2. Si una Parte contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retira una homologación que haya concedido anteriormente, lo notificará inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación al final de la cual figurará en grandes caracteres la anotación firmada y fechada «HOMOLOGACIÓN RETIRADA».
9. Cese definitivo de la producción

Si el titular de una homologación cesa por completo de fabricar un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, deberá informar de ello a la autoridad de homologación de tipo que concedió la homologación. En el momento en que reciba la comunicación pertinente, esa autoridad de homologación de tipo deberá informar de ello a las demás Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante una copia del formulario de homologación que lleve al final, en letras grandes, la anotación firmada y fechada «CESE DE LA PRODUCCIÓN».
10. Nombre y dirección de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo

Las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento deberán comunicar a la Secretaría de las Naciones Unidas el nombre y la dirección de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación y de la autoridad de homologación de tipo que conceda la homologación y a la cual deban remitirse los formularios expedidos en otros países que certifiquen la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación.
11. Disposiciones transitorias
- 11.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 06 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo con arreglo al presente Reglamento en su versión modificada por la serie 06 de enmiendas.
- 11.2. A partir del 1 de septiembre de 2027, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo de vehículos expedidas por primera vez después del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a las series anteriores de enmiendas.
- 11.3. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento deberán seguir aceptando homologaciones de tipo de vehículos expedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a las series anteriores de enmiendas, siempre que las disposiciones transitorias de las respectivas series anteriores de enmiendas prevean esta posibilidad.
- 11.4. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán conceder homologaciones de tipo con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento.
- 11.5. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo extensiones de las homologaciones existentes con arreglo a cualquiera de las series de enmiendas anteriores del presente Reglamento.
- 11.6. No obstante las disposiciones transitorias anteriores, las Partes contratantes que comiencen a aplicar el presente Reglamento después de la fecha de entrada en vigor de la serie de enmiendas más reciente no están obligadas a aceptar homologaciones de tipo concedidas con arreglo a ninguna serie anterior de enmiendas del presente Reglamento.

ANEXO 1

**Comunicación**

(formato máximo: A4 [210 × 297 mm])



expedida por: Nombre de la administración:  
 .....  
 .....  
 .....

Relativa a: <sup>(2)</sup> la concesión de la homologación  
 la extensión de la homologación  
 la denegación de la homologación  
 la retirada de la homologación  
 el cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo en lo concerniente a la protección de los ocupantes en caso de colisión lateral, con arreglo al Reglamento n.º 95.

N.º de homologación: ..... n.º de extensión: .....

1. Denominación comercial o marca del vehículo de motor: .....
2. Tipo de vehículo: .....
3. Nombre y dirección del fabricante: .....
4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante: .....
5. Vehículo presentado a homologación el: .....
6. Maniquí de colisión lateral utilizado, ES-1/ES-2 <sup>(2)</sup>: .....
7. Ubicación de la fuente de energía eléctrica: .....
8. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación: .....
9. Fecha del acta de ensayo: .....
10. Número del acta de ensayo: .....
11. Homologación concedida/extendida/denegada/retirada <sup>(2)</sup>: .....
12. Ubicación de la marca de homologación en el vehículo: .....
13. Lugar: .....

<sup>(1)</sup> Número distintivo del país que ha concedido/ampliado/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones sobre homologación que figuran en el Reglamento).  
<sup>(2)</sup> Tachar lo que no proceda.

14. Fecha: .....
15. Firma: .....
16. Se adjunta a esta comunicación la lista de documentos depositados en la autoridad de homologación de tipo que ha concedido la homologación, los cuales pueden obtenerse previa solicitud.

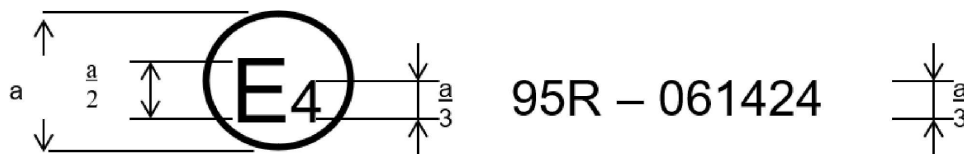
—

ANEXO 2

Disposición de la marca de homologación

MODELO A

(Véase el punto 4.5 del presente Reglamento)

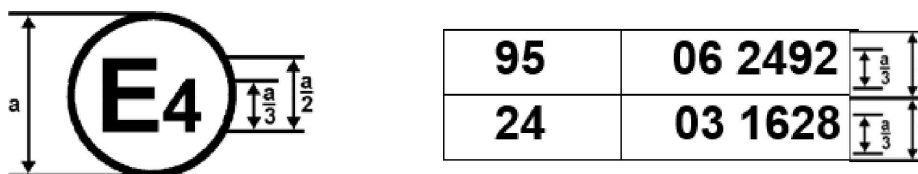


a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado en los Países Bajos (E4) por lo que respecta a la protección de los ocupantes en caso de colisión lateral, con arreglo al Reglamento n.º 95 de las Naciones Unidas y con el número de homologación 061424. El número de homologación indica que esta se concedió de acuerdo con los requisitos del Reglamento n.º 95 de las Naciones Unidas modificado por la serie 06 de enmiendas.

MODELO B

(Véase el punto 4.6 del presente Reglamento)



a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado en los Países Bajos (E4) con arreglo a los Reglamentos n.ºs 95 y 24 de las Naciones Unidas <sup>(1)</sup>. Las dos primeras cifras de los números de homologación indican que, en las fechas en que se concedieron las homologaciones respectivas, los Reglamentos n.ºs 95 y 24 de las Naciones Unidas incluían, respectivamente, las series 06 y 03 de enmiendas.

(1) El último número se da únicamente a título de ejemplo.

## ANEXO 3

**Procedimiento de determinación del punto H y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los automóviles <sup>(1)</sup>**

Apéndice 1: Descripción de la máquina tridimensional del punto H (máquina 3D-H) <sup>(1)</sup>

Apéndice 2: Sistema de referencia tridimensional <sup>(1)</sup>

Apéndice 3: Datos de referencia sobre las plazas de asiento <sup>(1)</sup>

---

---

<sup>(1)</sup> Este procedimiento se describe en la adenda 6 de la Resolución Mutua n.º 1 (M.R.1) (documento ECE/TRANS/WP.29/1101/Amend.5); véase <https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions>.

## ANEXO 4

**Procedimiento de ensayo de colisión**

1. Instalaciones
  - 1.1. Terreno de ensayo

El área de ensayo deberá ser lo suficientemente amplia para dar cabida al sistema de propulsión de la barrera deformable móvil y para permitir el desplazamiento, tras el impacto, del vehículo impactado y la instalación del equipo de ensayo. La parte en que tengan lugar el impacto y el desplazamiento del vehículo deberá ser horizontal, plana y regular, y representativa de una calzada normal, seca y regular.
2. Condiciones de ensayo
  - 2.1. El vehículo sometido a ensayo deberá estar parado.
  - 2.2. La barrera deformable móvil deberá tener las características expuestas en el anexo 5 del presente Reglamento. Los requisitos de examen figuran en los apéndices del anexo 5. La barrera deformable móvil deberá estar equipada con un dispositivo adecuado que evite un segundo impacto con el vehículo golpeado.
  - 2.3. La trayectoria del plano vertical mediano longitudinal de la barrera deformable móvil deberá ser perpendicular al plano vertical mediano longitudinal del vehículo impactado.
  - 2.4. El plano vertical mediano longitudinal de la barrera deformable móvil deberá coincidir, con una tolerancia de  $\pm 25$  mm, con un plano vertical transversal que atraviese el punto R del asiento delantero adyacente al lado impactado del vehículo sometido a ensayo. El plano mediano horizontal limitado por los planos verticales laterales externos de la parte delantera deberá encontrarse, en el momento del impacto, entre dos planos determinados antes del ensayo y situados 25 mm por encima y por debajo del plano definido anteriormente.
  - 2.5. El instrumental deberá cumplir la norma ISO 6487:1987, salvo que se especifique otra cosa en el presente Reglamento.
  - 2.6. La temperatura estabilizada del maniquí de ensayo en el momento del ensayo de colisión lateral deberá ser de  $22 \pm 4$  °C.
3. Velocidad de ensayo

La velocidad de la barrera deformable móvil en el momento del impacto deberá ser de  $50 \pm 1$  km/h. Dicha velocidad deberá estabilizarse al menos 0,5 m antes del impacto. Exactitud de las mediciones: 1 %. Sin embargo, si el ensayo se efectúa a mayor velocidad de impacto y el vehículo cumple los requisitos, el ensayo se considerará satisfactorio.
4. Estado del vehículo
  - 4.1. Especificación general

El vehículo de ensayo deberá ser representativo de la producción en serie, incluir todo el equipamiento normal y estar en orden normal de marcha. Se podrá omitir algún componente o sustituirlo por su masa equivalente cuando sea evidente que tal omisión o sustitución no afectan a los resultados del ensayo.

Si el fabricante y el servicio técnico así lo acuerdan, estará permitido modificar el sistema de combustible de manera que pueda utilizarse una cantidad de combustible adecuada para hacer funcionar el motor o el sistema de conversión de la energía eléctrica.
  - 4.2. Especificación del equipamiento del vehículo

El vehículo de ensayo deberá estar provisto de todos los elementos o accesorios opcionales que puedan influir en los resultados del ensayo.

- 4.3. Masa del vehículo
- 4.3.1. El vehículo objeto de ensayo deberá tener la masa de referencia definida en el punto 2.10 del presente Reglamento. La masa del vehículo deberá ajustarse a la masa de referencia con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .
- 4.3.2. El depósito de combustible deberá estar lleno de agua con una masa igual al 90 % de una carga total de combustible según las especificaciones del fabricante, con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .
- Este requisito no se aplica a los depósitos de hidrógeno.
- 4.3.3. Los demás circuitos (frenos, refrigeración, etc.) podrán estar vacíos; en tal caso, deberá compensarse la masa de los líquidos.
- 4.3.4. Si la masa de los aparatos de medición a bordo del vehículo excede de los 25 kg permitidos, podrá compensarse con reducciones que influyan significativamente en los resultados del ensayo.
- 4.3.5. La masa de los aparatos de medición no deberá modificar la carga de referencia de cada eje en más del 5 %, y ninguna variación deberá ser superior a 20 kg.
5. Preparación del vehículo
- 5.1. Las ventanillas laterales deberán estar cerradas, al menos las del lado impactado.
- 5.2. Las puertas deberán estar cerradas, pero sin el seguro echado.
- 5.2.1. No obstante, en el caso de los vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática, todas las puertas laterales deberán tener el seguro echado antes del ensayo.
- 5.2.2. En el caso de los vehículos equipados con un sistema de cierre de puertas de activación automática instalado como equipamiento opcional o que pueda ser desactivado por el conductor, deberá seguirse uno de los dos procedimientos siguientes, a elección del fabricante:
- 5.2.2.1. Todas las puertas laterales deberán cerrarse manualmente con seguro antes de que comience el ensayo.
- 5.2.2.2. Antes del impacto deberá verificarse que las puertas laterales del lado impactado no tienen el seguro echado y que las del lado no impactado sí lo tienen; el sistema de cierre de puertas de activación automática podrá anularse para este ensayo.
- 5.3. La transmisión deberá estar en punto muerto y el freno de estacionamiento quitado.
- 5.4. De existir, los ajustes de comodidad de los asientos deberán estar en la posición especificada por el fabricante del vehículo.
- 5.5. El asiento en el que se instale el maniquí y los elementos regulables del asiento deberán ajustarse como sigue:
- 5.5.1. El dispositivo de regulación longitudinal se colocará con el dispositivo de bloqueo puesto en la posición más próxima a la posición intermedia entre la posición más adelantada y la más atrasada; si tal posición estuviera situada entre dos muescas, se elegirá de estas la más atrasada.
- 5.5.2. El apoyacabezas deberá regularse de tal forma que su superficie superior esté a nivel con el centro de gravedad de la cabeza del maniquí; si esto no es posible, se colocará en su posición más elevada.
- 5.5.3. Salvo que el fabricante especifique otra cosa, el respaldo deberá estar situado de modo que la línea de referencia del torso de la máquina tridimensional del punto H se encuentre en un ángulo de  $25^\circ \pm 1^\circ$  hacia atrás.

- 5.5.4. Todos los demás ajustes del asiento deberán estar en el punto medio de su recorrido; no obstante, la regulación de la altura estará en la posición correspondiente al asiento fijo, si el tipo de vehículo está disponible con asientos regulables y asientos fijos. De no existir posiciones de bloqueo en los respectivos puntos medios del recorrido, se utilizarán las posiciones inmediatamente posterior, inferior o exterior del punto medio correspondiente. En cuanto a los ajustes rotativos (basculación), «hacia atrás» significa en la dirección de ajuste que desplace la cabeza del maniquí hacia atrás. Si el maniquí excede del volumen normal de un pasajero, por ejemplo por tener la cabeza en contacto con el revestimiento del techo, deberá dejarse un espacio intermedio de 1 cm modificando, por este orden: los ajustes secundarios, el ángulo del respaldo o el ajuste longitudinal.
- 5.6. Salvo que el fabricante especifique otra cosa, los demás asientos delanteros estarán regulados, en lo posible, en la misma posición que el asiento en el que se instale el maniquí.
- 5.7. Si el volante es regulable, todos los ajustes deberán estar en la posición media de su recorrido.
- 5.8. Los neumáticos estarán hinchados con la presión que indique el fabricante del vehículo.
- 5.9. El vehículo de ensayo deberá estar en posición horizontal en torno a su eje de balanceo y mantenerse con calzos en esa posición hasta que esté colocado el maniquí de colisión lateral y se hayan terminado todos los preparativos.
- 5.10. El vehículo deberá encontrarse en su estado normal correspondiente a las condiciones especificadas en el punto 4.3. Los vehículos provistos de suspensión de altura libre sobre el suelo regulable se ensayarán en las condiciones normales de uso a 50 km/h según defina el fabricante del vehículo. Para ello se reforzará la sujeción, si es necesario, por medio de más calzos, pero estos no deberán influir en el comportamiento del vehículo de ensayo durante el impacto.
- 5.11. Ajuste del tren motor eléctrico
- 5.11.1. Procedimientos de ajuste del estado de carga
- 5.11.1.1. El ajuste del estado de carga se efectuará a una temperatura ambiente de  $20 \pm 10$  °C.
- 5.11.1.2. El estado de carga se ajustará de conformidad con uno de los siguientes procedimientos, según proceda. Cuando sean posibles diferentes procedimientos de carga, el SAEER deberá cargarse utilizando el procedimiento que produzca el estado de carga más alto:
- En el caso de un vehículo con un SAEER diseñado para ser cargado desde el exterior, el SAEER se cargará hasta el estado de carga más alto de conformidad con el procedimiento especificado por el fabricante para el funcionamiento normal hasta que el proceso de carga finalice normalmente.
  - En el caso de un vehículo con un SAEER diseñado para ser cargado únicamente por una fuente de energía en el vehículo, el SAEER se cargará hasta el estado de carga más alto posible con el funcionamiento normal del vehículo. El fabricante asesorará sobre el modo de funcionamiento del vehículo para lograr ese estado de carga.
- 5.11.1.3. Cuando se someta a ensayo el vehículo, el estado de carga no será inferior al 95 % de lo contemplado en los puntos 5.11.1.1 y 5.11.1.2 el caso de un SAEER diseñado para ser cargado desde el exterior, y no será inferior al 90 % de lo contemplado en los puntos 5.11.1.1 y 5.11.1.2 en el caso del REESS diseñado para ser cargado únicamente por una fuente de energía en el vehículo. El estado de carga será confirmado mediante un método facilitado por el fabricante.
- 5.11.2. El tren motor eléctrico se energizará con o sin el funcionamiento de las fuentes de energía eléctrica originales (por ejemplo, el generador del motor, el SAEER o el sistema de conversión de la energía eléctrica); sin embargo:
- 5.11.2.1. Si así lo acuerdan el servicio técnico y el fabricante, se permitirá realizar el ensayo con todo el tren motor eléctrico, o con piezas de este, sin energizar, siempre que ello no influya negativamente en los resultados del ensayo. La protección contra choques eléctricos de las piezas del tren motor eléctrico no energizadas se probará con la protección física o la resistencia de aislamiento, y con cualquier otra prueba pertinente.

- 5.11.2.2. Si está instalado un desconector automático, el ensayo podrá efectuarse, a petición del fabricante, activándolo. En este caso deberá demostrarse que el desconector automático habría funcionado durante el ensayo de colisión. Esto incluye la señal de activación automática y la separación galvánica teniendo en cuenta las condiciones observadas durante el impacto.
6. El maniquí de colisión lateral y su instalación
- 6.1. El maniquí de colisión lateral deberá cumplir las especificaciones que figuran en el anexo 6 e instalarse en el asiento delantero del lado impactado con arreglo al procedimiento expuesto en el anexo 7.
- 6.2. Deberá hacerse uso de los cinturones de seguridad o de los otros sistemas de retención especificados para el vehículo. Los cinturones deben ser de un tipo homologado, conforme con el Reglamento n.º 16 u otros requisitos equivalentes, e ir montados en anclajes conformes con el Reglamento n.º 14 u otros requisitos equivalentes.
- 6.3. El cinturón de seguridad o el sistema de retención deberán regularse de modo que se ajusten al maniquí con arreglo a las instrucciones del fabricante; a falta de tales instrucciones, la altura se regulará en la posición media; de no existir tal posición, se utilizará la inmediatamente inferior.
7. Mediciones que han de efectuarse en el maniquí de colisión lateral
- 7.1. Se registrarán las lecturas de los dispositivos de medición siguientes:
- 7.1.1. Mediciones en la cabeza del maniquí
- La aceleración triaxial resultante, referida al centro de gravedad de la cabeza. El instrumental del canal de la cabeza deberá cumplir la norma ISO 6487:1987, con:  
clase de frecuencias del canal (CFC): 1 000 Hz, y  
clase de amplitud del canal (CAC): 150 g
- 7.1.2. Mediciones en el tórax del maniquí
- Los tres canales de deformación de la caja torácica deberán cumplir la norma ISO 6487:1987, con:  
CFC: 1 000 Hz  
CAC: 60 mm
- 7.1.3. Mediciones en la pelvis del maniquí
- El canal de medida de la fuerza sobre la pelvis deberá cumplir la norma ISO 6487:1987, con:  
CFC: 1 000 Hz  
CAC: 15 kN
- 7.1.4. Mediciones en el abdomen del maniquí
- Los canales de medida de la fuerza sobre el abdomen deberán cumplir la norma ISO 6487:1987, con:  
CFC: 1 000 Hz  
CAC: 5 kN

## Anexo 4. Apéndice 1

**Determinación de los criterios de comportamiento**

Los resultados que deben arrojar los ensayos figuran en el punto 5.2 del presente Reglamento.

## 1. Criterio de comportamiento de la cabeza (CCC)

Cuando hay contacto con la cabeza, este criterio de comportamiento se calcula con respecto al lapso total entre el contacto inicial y el último instante del contacto final.

El CCC es el valor máximo de la siguiente fórmula:

$$(t_2 - t_1) \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a \, dt \right)^{2.5}$$

en la que «a» es la aceleración resultante en el centro de gravedad de la cabeza, en metros por segundo, dividida entre 9,81, medida en función del tiempo y filtrada con una clase de frecuencias del canal de 1 000 Hz; «t1» y «t2» son dos momentos cualesquiera entre el contacto inicial y el último instante del contacto final.

## 2. Criterios de comportamiento del tórax

2.1. Deformación del pecho: la deformación máxima del pecho es el valor máximo de deformación en cualquier costilla según determinen los transductores de desplazamiento del tórax, filtrado con una clase de frecuencias del canal de 180 Hz.

2.2. Criterio de viscosidad: el resultado máximo de viscosidad es el valor máximo del criterio de viscosidad en cualquier costilla, calculado a partir del producto instantáneo de la compresión relativa del tórax respecto del semitórax y la velocidad de compresión derivada por diferenciación de la compresión, filtrada con una clase de frecuencias del canal de 180 Hz. A los efectos de este cálculo, la anchura normalizada de la semicaja torácica es de 140 mm.

$$VC = \text{máx.} \left( \frac{D}{0.14} \cdot \frac{dD}{dt} \right)$$

Donde «D» (en m) = deformación de las costillas.

El algoritmo de cálculo que deberá utilizarse figura en el anexo 4, apéndice 2.

## 3. Criterio de protección del abdomen

La fuerza máxima sobre el abdomen es el valor máximo de la suma de las tres fuerzas medidas mediante transductores montados 39 mm por debajo de la superficie del lado impactado, con una CFC de 600 Hz.

## 4. Criterio de comportamiento de la pelvis

La fuerza máxima sobre la sínfisis púbica es la fuerza máxima medida mediante una célula de carga en la sínfisis púbica de la pelvis, filtrada con una clase de frecuencias del canal de 600 Hz.

## Anexo 4. Apéndice 2

**Procedimiento de cálculo del criterio de viscosidad para Eurosid 1**

El criterio de viscosidad se calcula como el producto instantáneo de la compresión y el índice de deformación del tórax. Ambos se derivan de la medición de la deformación de las costillas. La respuesta de deformación de las costillas se filtra una vez con una clase de frecuencias del canal de 180. La compresión en el momento (t) se calcula como la deformación a partir de esta señal filtrada expresada como la proporción de la mitad de la anchura del pecho de Eurosid 1, medida en las costillas metálicas (0,14 m):

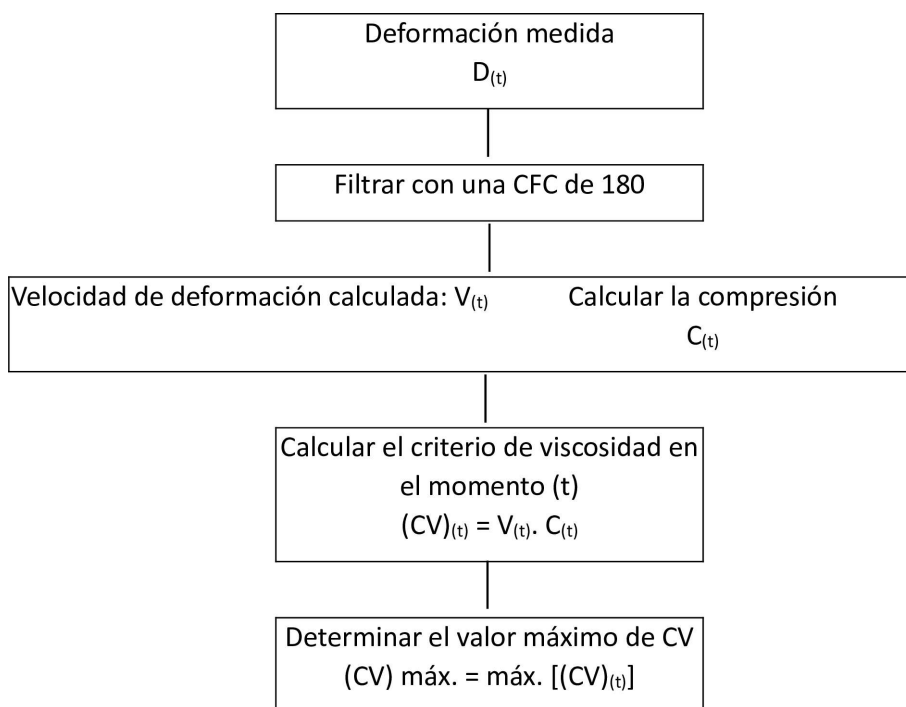
$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0.14}$$

La velocidad de deformación de las costillas en el momento (t) se calcula a partir de la deformación filtrada como:

$$V_{(t)} = \frac{8 [D_{(t+1)} - D_{(t-1)}] - [D_{(t+2)} - D_{(t-2)}]}{12\partial t}$$

donde «D<sub>(t)</sub>» es la deformación en el momento (t) en metros y  $\partial t$  es el intervalo de tiempo en segundos transcurrido entre las mediciones de la deformación. El valor máximo de  $\partial t$  deberá ser de  $1,25 \times 10^{-4}$  segundos.

A continuación se presenta en forma de diagrama el procedimiento de cálculo descrito:



## ANEXO 5

**Características de la barrera deformable móvil**

1. Características de la barrera deformable móvil
  - 1.1. La barrera deformable móvil se compone de un impactador y de un carro.
  - 1.2. La masa total deberá ser de  $950 \pm 20$  kg.
  - 1.3. El centro de gravedad deberá estar situado, con una tolerancia de 10 mm, en el plano vertical mediano longitudinal,  $1\ 000 \pm 30$  mm por detrás del eje frontal y  $500 \pm 30$  mm por encima del suelo.
  - 1.4. La distancia entre la cara frontal del impactador y el centro de gravedad de la barrera deberá ser de  $2\ 000 \pm 30$  mm.
  - 1.5. La altura libre del impactador sobre el suelo deberá ser de  $300 \pm 5$  mm, medida en posición estática desde el borde inferior de la placa frontal inferior, antes del impacto.
  - 1.6. Los anchos de vía delantero y trasero del carro deberán ser de  $1\ 500 \pm 10$  mm.
  - 1.7. La batalla del carro deberá ser de  $3\ 000 \pm 10$  mm.
2. Características del impactador

El impactador consiste en seis bloques alveolares de aluminio, procesados de forma que ejerzan un nivel de fuerza que se incremente progresivamente conforme aumente la deformación (véase el punto 2.1). A los bloques alveolares de aluminio se fijan placas de aluminio frontales y posteriores.

  - 2.1. Bloques alveolares
    - 2.1.1. Características geométricas
      - 2.1.1.1. El impactador se compone de seis zonas unidas, cuyas formas y posiciones se presentan en las figuras 1 y 2. La superficie de las zonas en dichas figuras es de  $500 \pm 5$  mm  $\times$   $250 \pm 3$  mm. Los 500 mm deben encontrarse en la dirección de la anchura (W) y los 250 mm en la dirección de la longitud (L) de la estructura alveolar de aluminio (véase la figura 3).
      - 2.1.1.2. El impactador se divide en dos filas. La fila inferior deberá tener una altura de  $250 \pm 3$  mm y una profundidad de  $500 \pm 2$  mm tras el aplastamiento previo (véase el punto 2.1.2), y una profundidad  $60 \pm 2$  mm mayor que la fila superior.
      - 2.1.1.3. Los bloques deben estar centrados en las seis zonas definidas en la figura 1 y cada uno de ellos (incluidas las celdillas incompletas) debe cubrir completamente el área definida para cada zona.
    - 2.1.2. Aplastamiento previo
      - 2.1.2.1. El aplastamiento previo se realizará en la superficie de la estructura alveolar a la que se hayan fijado las láminas frontales.
      - 2.1.2.2. Antes del ensayo, los bloques 1, 2 y 3 deben aplastarse  $10 \pm 2$  mm por la superficie superior para lograr una profundidad de  $500 \pm 2$  mm (figura 2).
      - 2.1.2.3. Antes del ensayo, los bloques 4, 5 y 6 deben aplastarse  $10 \pm 2$  mm por la superficie superior para lograr una profundidad de  $440 \pm 2$  mm.
    - 2.1.3. Características del material
      - 2.1.3.1. Las celdillas deberán medir  $19$  mm  $\pm$  10 % en cada bloque (véase la figura 4).

- 2.1.3.2. Las celdillas de la fila superior deben fabricarse con aluminio 3003.
- 2.1.3.3. Las celdillas de la fila inferior deben fabricarse con aluminio 5052.
- 2.1.3.4. Los bloques alveolares de aluminio deben procesarse de forma que la curva de fuerza-deformación con el aplastamiento estático (según el procedimiento definido en el punto 2.1.4) se sitúe en los pasillos definidos para cada uno de los seis bloques en el apéndice 1 del presente anexo. Además, el material alveolar procesado para los bloques alveolares utilizados en la construcción de la barrera debe limpiarse al objeto de eliminar todo residuo que haya podido producirse durante el procesamiento del material alveolar bruto.
- 2.1.3.5. La masa de los bloques de cada lote no deberá diferir en más del 5 % de la masa media de los bloques del lote en cuestión.
- 2.1.4. Ensayos estáticos
  - 2.1.4.1. Deberá ensayarse una muestra tomada de cada lote de material alveolar procesado de conformidad con el procedimiento de ensayo estático descrito en el punto 5 del presente anexo.
  - 2.1.4.2. La curva de fuerza-compresión de cada bloque ensayado deberá situarse dentro de los pasillos de fuerza-deformación definidos en el apéndice 1. Se definen pasillos estáticos de fuerza-deformación para cada bloque de la barrera.
- 2.1.5. Ensayo dinámico
  - 2.1.5.1. Características de deformación dinámica tras el impacto con arreglo al protocolo descrito en el punto 6 del presente anexo.
  - 2.1.5.2. Podrá autorizarse una desviación de los límites de los pasillos de fuerza-deformación que caracterizan la rigidez del impactador, definidos en el apéndice 2 del presente anexo, a condición de que:
    - 2.1.5.2.1. la desviación tenga lugar después de comenzar el impacto y antes de que la deformación del impactador alcance los 150 mm;
    - 2.1.5.2.2. la desviación no exceda del 50 % del límite instantáneo prescrito más próximo del pasillo;
    - 2.1.5.2.3. cada deformación correspondiente a cada desviación no exceda de 35 mm y la suma de dichas deformaciones no exceda de 70 mm (véase el apéndice 2 del presente anexo);
    - 2.1.5.2.4. la suma de la energía derivada de la desviación fuera del pasillo no exceda del 5 % de la energía bruta del bloque correspondiente.
  - 2.1.5.3. Los bloques 1 y 3 son idénticos. Su rigidez es tal que sus curvas de fuerza-deformación se inscriben entre los pasillos de la figura 2a.
  - 2.1.5.4. Los bloques 5 y 6 son idénticos. Su rigidez es tal que sus curvas de fuerza-deformación se inscriben entre los pasillos de la figura 2d.
  - 2.1.5.5. La rigidez del bloque 2 es tal que sus curvas de fuerza-deformación se inscriben entre los pasillos de la figura 2b.
  - 2.1.5.6. La rigidez del bloque 4 es tal que sus curvas de fuerza-deformación se inscriben entre los pasillos de la figura 2c.
  - 2.1.5.7. La curva de fuerza-deformación del impactador en su conjunto deberá inscribirse entre los pasillos de la figura 2e.

- 2.1.5.8. Las curvas de fuerza-deformación deberán verificarse mediante el ensayo que se detalla en el punto 6 del anexo 5, consistente en un impacto de la barrera contra una pared dinamométrica a  $35 \pm 0,5$  km/h.
- 2.1.5.9. La energía disipada <sup>(1)</sup> contra los bloques 1 y 3 durante el ensayo deberá ser de  $9,5 \pm 2$  kJ en cada uno de estos bloques.
- 2.1.5.10. La energía disipada contra los bloques 5 y 6 durante el ensayo deberá ser de  $3,5 \pm 1$  kJ en cada uno de estos bloques.
- 2.1.5.11. La energía disipada contra el bloque 4 deberá ser de  $4 \pm 1$  kJ.
- 2.1.5.12. La energía disipada contra el bloque 2 deberá ser de  $15 \pm 2$  kJ.
- 2.1.5.13. La energía total disipada durante el impacto deberá ser de  $45 \pm 3$  kJ.
- 2.1.5.14. La deformación máxima del impactador con respecto al punto del primer contacto, calculada por integración de los datos de los acelerómetros de conformidad con el punto 6.6.3 del presente anexo, deberá ser de  $330 \pm 20$  mm.
- 2.1.5.15. La deformación estática residual final del impactador, medida tras el ensayo dinámico al nivel B (figura 2), deberá ser de  $310 \pm 20$  mm.
- 2.2. Placas frontales
- 2.2.1. Características geométricas
- 2.2.1.1. Las placas frontales tienen una anchura de  $1\ 500 \pm 1$  mm y una altura de  $250 \pm 1$  mm. Su grosor es de  $0,5 \pm 0,06$  mm.
- 2.2.1.2. Una vez montado, el impactador (según la figura 2) deberá tener unas dimensiones globales de:  $1\ 500 \pm 2,5$  mm de anchura y  $500 \pm 2,5$  mm de altura.
- 2.2.1.3. El borde superior de la placa frontal inferior y el borde inferior de la placa frontal superior deben estar alineados, con una tolerancia de 4 mm.
- 2.2.2. Características del material
- 2.2.2.1. Las placas frontales se fabrican con aluminio de las series AlMg<sub>2</sub> a AlMg<sub>3</sub> con una elongación  $\geq 12$  % y una UTS  $\geq 175$  N/mm<sup>2</sup>.
- 2.3. Placa posterior
- 2.3.1. Características geométricas
- 2.3.1.1. Las características geométricas serán las indicadas en las figuras 5 y 6.
- 2.3.2. Características del material
- 2.3.2.1. La placa posterior consistirá en una lámina de aluminio de 3 mm. La placa posterior se fabricará con aluminio de las series AlMg<sub>2</sub> a AlMg<sub>3</sub> con una dureza de 50 a 65 HBS. Esta placa se perforará para su ventilación: en las figuras 5 y 7 se indican la ubicación, el diámetro y la separación de los orificios.

<sup>(1)</sup> Las cantidades de energía indicadas son las cantidades de energía disipadas por el sistema cuando el impactador es aplastado al máximo.

- 2.4. Ubicación de los bloques alveolares
  - 2.4.1. Los bloques alveolares deberán estar centrados en la zona perforada de la placa posterior (figura 5).
- 2.5. Pegado
  - 2.5.1. Deberá aplicarse de manera uniforme directamente sobre la superficie tanto de las placas frontales como de la placa posterior una cantidad máxima de 0,5 kg/m<sup>2</sup>, hasta formar una película de un espesor máximo de 0,5 mm. El adhesivo que ha de utilizarse debe ser un poliuretano de dos componentes (por ejemplo, la resina Ciba-Geigy XB5090/1 con el endurecedor XB5304) o equivalente.
  - 2.5.2. En el caso de la placa posterior, la adherencia mínima deberá ser de 0,6 MPa (87 psi), ensayada de conformidad con el punto 2.5.3.
  - 2.5.3. Ensayos de adherencia:
    - 2.5.3.1. se llevarán a cabo ensayos de tracción perpendicular para medir la adherencia de los adhesivos de conformidad con la norma ASTM C297-61;
    - 2.5.3.2. la probeta debe medir 100 mm × 100 mm, con una profundidad de 15 mm, y pegarse a una muestra del material de la placa posterior ventilada. La estructura alveolar debe ser representativa de la empleada en el impactador, es decir, estar grabada químicamente de forma equivalente a la que está cerca de la placa posterior de la barrera, pero sin aplastamiento previo.
- 2.6. Trazabilidad
  - 2.6.1. Los impactadores deberán ir provistos de números de serie consecutivos estampados, grabados al agua fuerte o fijados de forma permanente de otro modo, a partir de los cuales puedan determinarse los lotes correspondientes a cada bloque y la fecha de fabricación.
- 2.7. Fijación del impactador
  - 2.7.1. La instalación en el carro debe realizarse conforme a la figura 8. Se utilizarán seis pernos M8 y nada deberá sobresalir de la barrera frente a las ruedas del carro. Deben utilizarse separadores adecuados entre el reborde inferior de la placa posterior y la parte frontal del carro para evitar el arqueamiento de la placa posterior cuando se aprieten los pernos de fijación.
3. Sistema de ventilación
  - 3.1. La unión entre el carro y el sistema de ventilación debe ser sólida, rígida y plana. El dispositivo de ventilación forma parte del carro y no del impactador tal como lo suministra el fabricante. Las características geométricas del dispositivo de ventilación deberán ajustarse a la figura 9.
  - 3.2. Procedimiento de montaje del dispositivo de ventilación
    - 3.2.1. Montar el dispositivo de ventilación en la placa frontal del carro.
    - 3.2.2. Asegurarse de que no puede insertarse en ningún punto entre el dispositivo de ventilación y la parte frontal del carro un calibrador de 0,5 mm de grosor. Si existe una separación de más de 0,5 mm, habrá que sustituir o ajustar el bastidor de ventilación para que no haya una separación superior a 0,5 mm.
    - 3.2.3. Desmontar el dispositivo de ventilación de la parte frontal del carro.
    - 3.2.4. Fijar una capa de corcho de 1,0 mm de espesor en la parte frontal del carro.
    - 3.2.5. Volver a montar el dispositivo de ventilación en la parte frontal del carro y apretar para evitar bolsas de aire.

4. Conformidad de la producción

Los procedimientos de conformidad de la producción deberán ajustarse a los del apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), con los siguientes requisitos:
- 4.1. El fabricante será responsable de los procedimientos de conformidad de la producción y, a tal objeto, deberá, en particular:
  - 4.1.1. Asegurarse de que existan procedimientos eficaces para que pueda inspeccionarse la calidad de los productos.
  - 4.1.2. Tener acceso a los equipos de ensayos necesarios para inspeccionar la conformidad de cada producto.
  - 4.1.3. Asegurarse de que se registren los resultados de los ensayos y de que los documentos permanezcan disponibles durante un período de diez años tras los ensayos.
  - 4.1.4. Demostrar que las muestras ensayadas constituyen una medida fiable del rendimiento del lote (más adelante se ofrecen ejemplos de métodos de muestreo en función de la producción de lotes).
  - 4.1.5. Analizar los resultados de los ensayos para verificar y garantizar la estabilidad de las características de la barrera —con la tolerancia necesaria de las variaciones propias de una producción industrial—, como son la temperatura, la calidad de las materias primas, el tiempo de inmersión en productos químicos, la concentración de los productos químicos, la neutralización, etc., y el control del material procesado para eliminar todo residuo producido durante su procesamiento.
  - 4.1.6. Asegurarse de que cualquier conjunto de muestras o probetas que ofrezca pruebas de no conformidad de lugar a un nuevo muestreo y un nuevo ensayo. Deben adoptarse todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la producción correspondiente.
- 4.2. El nivel de certificación del fabricante debe corresponder como mínimo a la norma ISO 9002.
- 4.3. Condiciones mínimas para el control de la producción: el titular de una homologación garantizará el control de la conformidad siguiendo los métodos descritos a continuación.
- 4.4. Ejemplos de muestreo en función del lote
  - 4.4.1. Si se construyen varios ejemplares de un tipo de bloque a partir de un bloque alveolar de aluminio original y se tratan todos en el mismo baño de tratamiento (producción paralela), uno de esos ejemplares podrá seleccionarse como muestra, a condición de que el tratamiento se aplique uniformemente a todos los bloques. En caso contrario, podría ser necesario seleccionar más de una muestra.
  - 4.4.2. Si un número limitado de bloques similares (por ejemplo, entre tres y veinte) se tratan en el mismo baño (producción en serie), deben tomarse como muestras representativas el primer y el último bloque de los tratados en un lote, todo él fabricado a partir del mismo bloque alveolar de aluminio original. Si la primera muestra cumple los requisitos y la última no, puede ser necesario tomar otras muestras producidas con anterioridad hasta que se encuentre una muestra conforme. Solo deben considerarse homologados los bloques producidos entre estas dos muestras.
  - 4.4.3. Una vez se adquiera experiencia con la coherencia del control de la producción, podrán combinarse ambos métodos de muestreo, de modo que varios grupos de producción paralela puedan considerarse como un lote, siempre que las muestras del primer y del último grupo de producción sean conformes.
5. Ensayos estáticos
  - 5.1. Deberán ensayarse una o más muestras (según el método de los lotes) tomadas de cada lote de material alveolar procesado, de conformidad con el siguiente procedimiento de ensayo:
  - 5.2. El tamaño de la muestra alveolar de aluminio para los ensayos estáticos será el de un bloque normal del impactador, es decir, 250 mm × 500 mm × 440 mm para la fila superior y 250 mm × 500 mm × 500 mm para la fila inferior.

- 5.3. Las muestras deben comprimirse entre dos placas de carga paralelas que sean, por lo menos, 20 mm más anchas que la sección transversal del bloque.
- 5.4. La velocidad de compresión deberá ser de 100 mm por minuto, con una tolerancia del 5 %.
- 5.5. La obtención de datos para la compresión estática deberá efectuarse a un mínimo de 5 Hz.
- 5.6. El ensayo estático deberá proseguirse hasta que la compresión de los bloques sea de al menos 300 mm para los bloques 4 a 6 y de 350 mm para los bloques 1 a 3.
6. Ensayos dinámicos
- Por cada cien caras de barrera producidas, el fabricante deberá efectuar un ensayo dinámico contra una pared dinamométrica sostenida por una barrera rígida fija, de conformidad con el método descrito a continuación.
- 6.1. Instalación
- 6.1.1. Terreno de ensayo
- 6.1.1.1. El área de ensayo deberá ser lo suficientemente amplia para dar cabida a la pista de lanzamiento de la barrera deformable móvil, la barrera rígida y el equipo técnico necesario para el ensayo. La última parte de la pista, por lo menos los últimos 5 m antes de la barrera rígida, deberá ser horizontal, plana y lisa.
- 6.1.2. Barrera rígida fija y pared dinamométrica
- 6.1.2.1. La pared rígida consistirá en un bloque de hormigón armado con una anchura no inferior a 3 m y una altura no inferior a 1,5 m. El grosor de la pared rígida será el necesario para que pese por lo menos 70 t.
- 6.1.2.2. La cara frontal deberá ser vertical y perpendicular al eje de la pista de lanzamiento, y estar provista de seis placas de células de carga, cada una de ellas capaz de medir la carga total sobre el bloque correspondiente del impactador de la barrera deformable móvil en el momento del impacto. Los centros de las zonas de impacto de las placas de células de carga deberán alinearse con los de las seis zonas de impacto de la cara de la barrera deformable móvil. Sus bordes respectivos deberán situarse a 20 mm de las áreas adyacentes, de modo que, con la tolerancia de la alineación de impacto de la barrera deformable móvil, las zonas de impacto no entren en contacto con las zonas de impacto de las placas adyacentes. El montaje de las células y las superficies de las placas deberán ajustarse a los requisitos del anexo de la norma ISO 6487:1987.
- 6.1.2.3. A cada placa de células de carga se le añade una protección superficial con una cara de contrachapado (grosor:  $12 \pm 1$  mm), de manera que no se deterioren las respuestas de los transductores.
- 6.1.2.4. La pared rígida deberá estar o bien anclada en el suelo o bien colocada sobre el suelo, si es necesario con dispositivos de sujeción adicionales para limitar su deformación. Podrá utilizarse una pared rígida (a la que se fijarán las células de carga) de características distintas, pero que arroje unos resultados que sean al menos igual de concluyentes.
- 6.2. Propulsión de la barrera deformable móvil
- En el momento del impacto, la barrera deformable móvil deberá dejar de estar sometida a la acción de ningún dispositivo adicional de guía o propulsión. Deberá alcanzar el obstáculo en un recorrido perpendicular a la superficie frontal de la pared dinamométrica. La alineación del impacto deberá tener una exactitud de 10 mm.
- 6.3. Instrumentos de medición
- 6.3.1. Velocidad
- La velocidad de impacto deberá ser de  $35 \pm 0.5$  km/h. El instrumento empleado para registrar la velocidad en el momento del impacto deberá ser exacto al 0,1 %.

### 6.3.2. Cargas

Los instrumentos de medición deberán ajustarse a las especificaciones de la norma ISO 6487:1987

CFC para todos los bloques:	60 Hz
CAC para los bloques 1 y 3:	200 kN
CAC para los bloques 4, 5 y 6:	100 kN
CAC para el bloque 2:	200 kN

### 6.3.3. Aceleración

6.3.3.1. La aceleración en dirección longitudinal deberá medirse en tres puntos distintos del carro, en el centro y a cada lado, en lugares no sujetos a deformación.

6.3.3.2. El acelerómetro central deberá colocarse a 500 mm de la ubicación del centro de gravedad de la barrera deformable móvil, en un plano longitudinal vertical situado a  $\pm 10$  mm del centro de gravedad de dicha barrera.

6.3.3.3. Los acelerómetros laterales deberán colocarse a la misma altura  $\pm 10$  mm y a la misma distancia de la superficie frontal de la barrera deformable móvil  $\pm 20$  mm.

6.3.3.4. El instrumental deberá ajustarse a la norma ISO 6487:1987, con las especificaciones siguientes:

CFC: 1 000 Hz (antes de integración)

CAC: 50 g

### 6.4. Especificaciones generales de la barrera

6.4.1. Las características individuales de cada barrera deberán cumplir el punto 1 del presente anexo y quedar registradas.

### 6.5. Especificaciones generales del impactador

6.5.1. La adecuación de un impactador con respecto a los requisitos del ensayo dinámico se confirmará cuando las seis placas de células de carga emitan señales que se ajusten a los requisitos indicados en el presente anexo.

6.5.2. Los impactadores deberán ir provistos de números de serie consecutivos estampados, grabados al agua fuerte o fijados de forma permanente de otro modo, a partir de los cuales puedan determinarse los lotes correspondientes a cada bloque y la fecha de fabricación.

### 6.6. Procedimiento para el procesamiento de datos

6.6.1. Datos brutos: en el momento  $T = T_0$  deben eliminarse todos los desfases de los datos. En el acta de ensayo deberá consignarse el método utilizado para eliminar los desfases.

#### 6.6.2. Filtración

6.6.2.1. Los datos brutos se filtrarán antes del procesamiento y de los cálculos.

6.6.2.2. Los datos de los acelerómetros destinados a la integración se filtrarán conforme a la norma ISO 6487:1987, con CFC 180.

6.6.2.3. Los datos de los acelerómetros destinados al cálculo de los impulsos se filtrarán conforme a la norma ISO 6487:1987, con CFC 60.

6.6.2.4. Los datos de las células de carga se filtrarán conforme a la norma ISO 6487:1987, con CFC 60.

### 6.6.3. Cálculo de la deformación de la cara de la barrera deformable móvil

6.6.3.1. Los datos aportados individualmente por los tres acelerómetros (tras ser filtrados con CFC 180) se integrarán dos veces para obtener la deformación del elemento deformable de la barrera.

6.6.3.2. Las condiciones iniciales de deformación son las siguientes:

6.6.3.2.1. Velocidad = velocidad de impacto (tomada del dispositivo de medición de la velocidad)

6.6.3.2.2. Deformación = 0

6.6.3.3. La deformación en el lado izquierdo, en el centro y en el lado derecho de la barrera deformable móvil se recogerá en un gráfico en función del tiempo.

6.6.3.4. Las deformaciones máximas calculadas a partir de cada uno de los tres acelerómetros no deben diferir entre sí en más de 10 mm. Si no es así, debe eliminarse el dato anómalo y verificarse que las deformaciones calculadas a partir de los otros dos acelerómetros no difieren en más de 10 mm.

6.6.3.5. Si las deformaciones medidas por los acelerómetros del lado izquierdo, del lado derecho y del centro no difieren en más de 10 mm, debe emplearse la aceleración media de los tres acelerómetros para calcular la deformación de la cara de la barrera.

6.6.3.6. Si solo las deformaciones obtenidas a partir de dos acelerómetros cumplen el requisito de los 10 mm, debe utilizarse la aceleración media de estos dos acelerómetros para calcular la deformación de la cara de la barrera.

6.6.3.7. Si las deformaciones calculadas a partir de los tres acelerómetros (del lado izquierdo, del lado derecho y del centro) NO cumplen el requisito de los 10 mm, deben revisarse los datos brutos para determinar las causas de una variación tan amplia. De ser así, la entidad que realice este ensayo determinará qué datos de los acelerómetros deben emplearse para calcular la deformación de la barrera deformable móvil, o bien si ninguna de las lecturas de los acelerómetros es utilizable, en cuyo caso tendrá que repetirse el ensayo de certificación. En el acta de ensayo debe darse una explicación completa.

6.6.3.8. Los datos medios de deformación-tiempo se combinarán con los datos de fuerza-tiempo de la pared de células de carga para obtener el resultado de fuerza-deformación correspondiente a cada bloque.

### 6.6.4. Cálculo de la energía

La energía absorbida correspondiente a cada bloque y a toda la cara de la barrera deformable móvil debe calcularse hasta el punto máximo de deformación de la barrera.

$$E_n = \int_{t_0}^{t_1} F_n \cdot ds_{\text{media}}$$

Donde:

$t_0$  es el momento del primer contacto

$t_1$  es el momento en que el carro se detiene, es decir, cuando  $u = 0$

$s$  es la deformación del elemento deformable del carro calculada con arreglo al punto 6.6.3.

### 6.6.5. Verificación de los datos sobre las fuerzas dinámicas

6.6.5.1. Comparar el impulso total,  $I$ , calculado a partir de la integración de la fuerza total durante el período de contacto, con la variación de la cantidad de movimiento durante ese período ( $M \cdot \Delta V$ ).

- 6.6.5.2. Comparar la variación de la energía total con la variación de la energía cinética de la barrera deformable móvil mediante la siguiente fórmula:

$$E_K = \frac{1}{2} M V_i^2$$

donde  $V_i$  es la velocidad de impacto y  $M$  la masa total de la barrera deformable móvil.

Si la variación de la cantidad de movimiento ( $M \cdot \Delta V$ ) no es igual al impulso total ( $I$ )  $\pm 5\%$ , o si la energía total absorbida ( $\sum E_n$ ) no es igual a la energía cinética,  $E_K \pm 5\%$ , los datos del ensayo deben analizarse para determinar la causa de este error.

Figura 1

**Diseño del impactador (\*)**

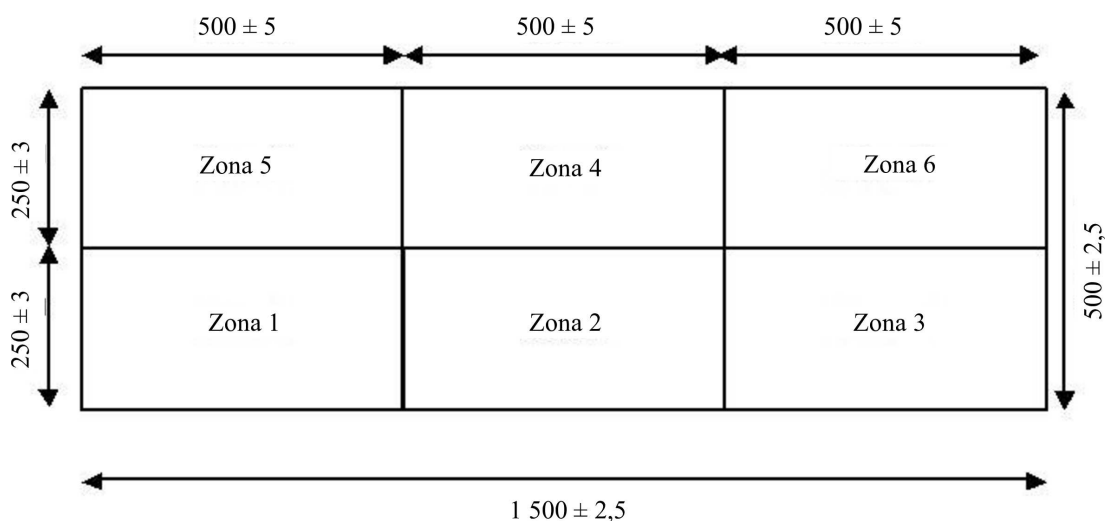
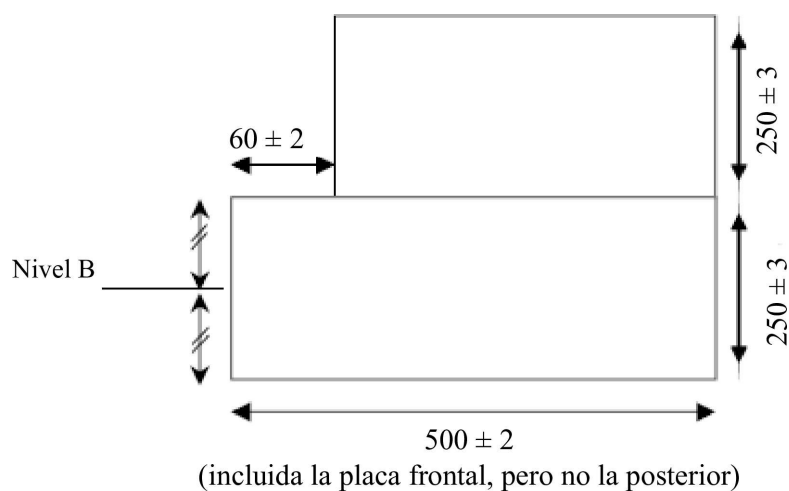


Figura 2

**Parte superior del impactador**



(\*) Todas las dimensiones están en mm. Las tolerancias en las dimensiones de los bloques tienen en cuenta las dificultades de medición del bloque alveolar de aluminio. La tolerancia con respecto a la dimensión total del impactador es menor que con respecto a cada uno de los bloques, dado que los bloques alveolares pueden ajustarse, con solapamiento si es necesario, de forma que se obtengan unas dimensiones más exactas de la cara de impacto.

Figura 3

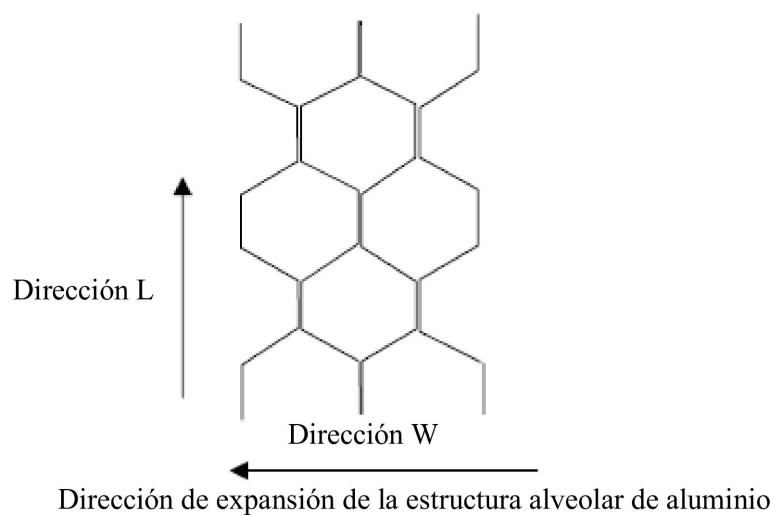
**Orientación de la estructura alveolar de aluminio**

Figura 4

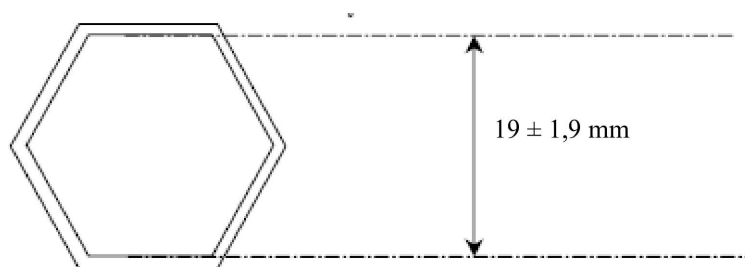
**Dimensión de las células alveolares de aluminio**

Figura 5

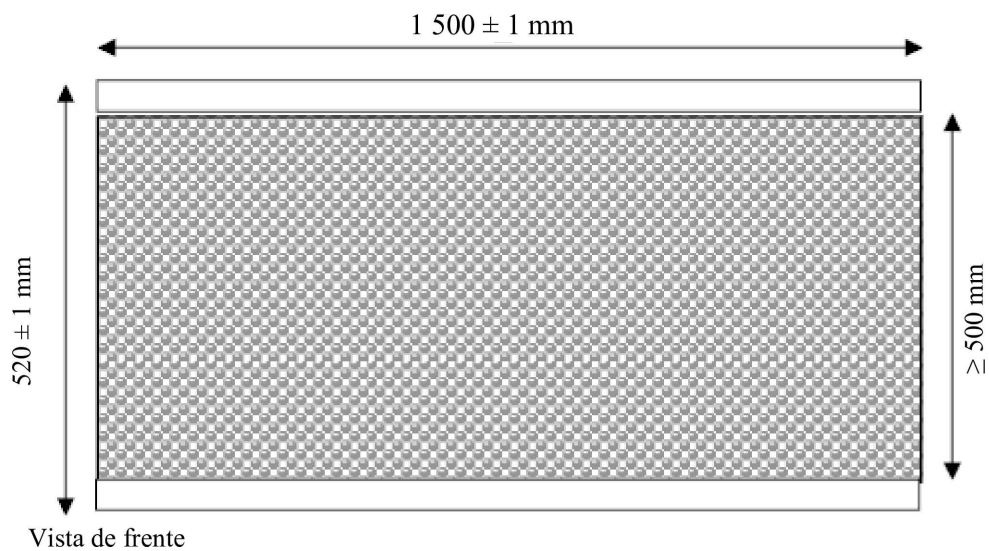
**Diseño de la placa posterior**

Figura 6

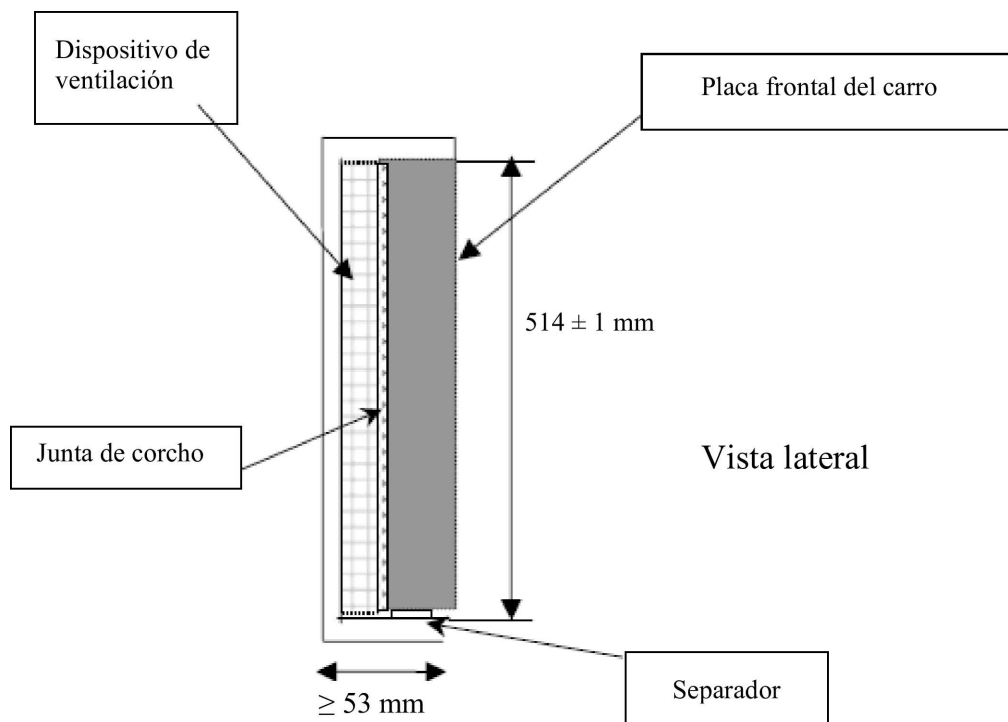
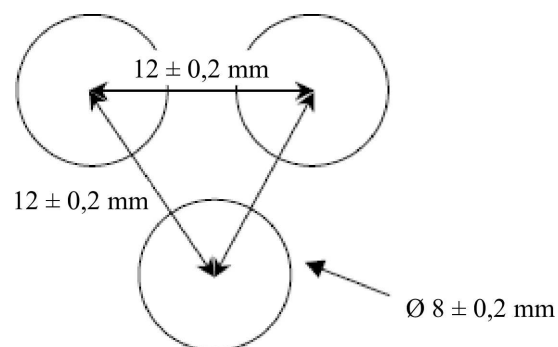
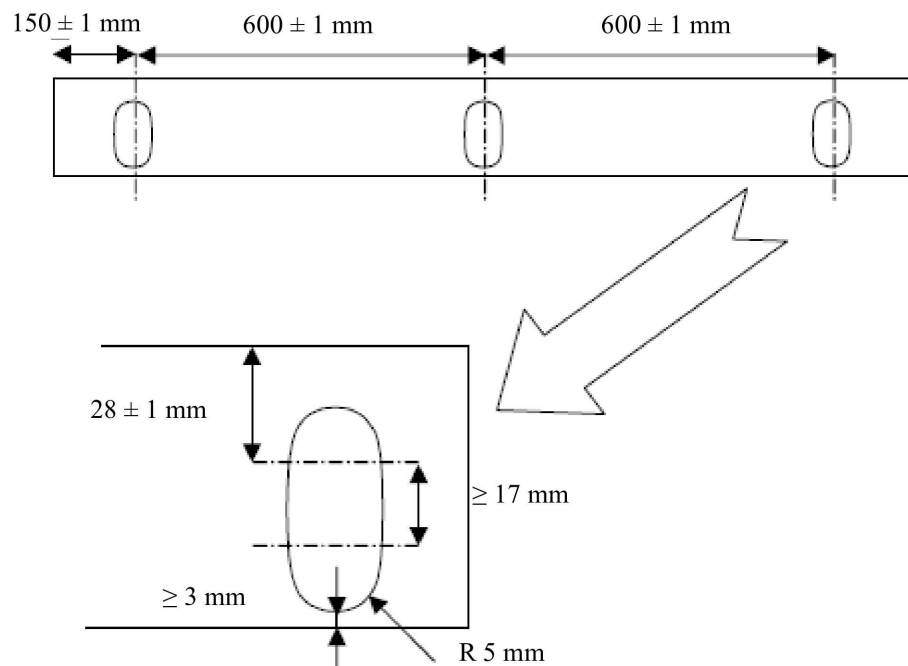
**Fijación de la placa posterior al dispositivo de ventilación y a la placa frontal del carro**

Figura 7

**Separación de los orificios de ventilación de la placa posterior**

Rebordes superior e inferior de la placa posterior



*Nota:* Los orificios de fijación del reborde inferior pueden convertirse en ranuras, como se muestra a continuación, con el fin de facilitar la fijación, siempre que se obtenga un agarre suficiente durante todo el ensayo de colisión para impedir el desprendimiento.

Figura 8

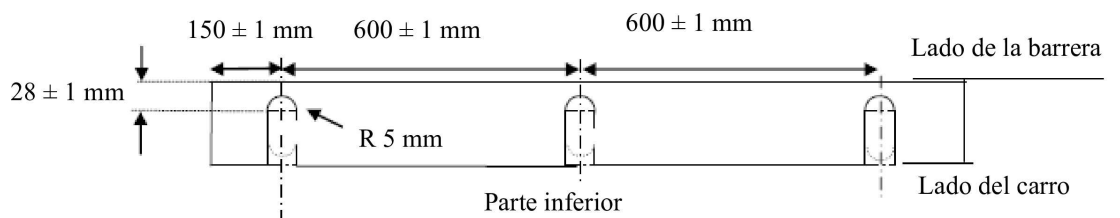
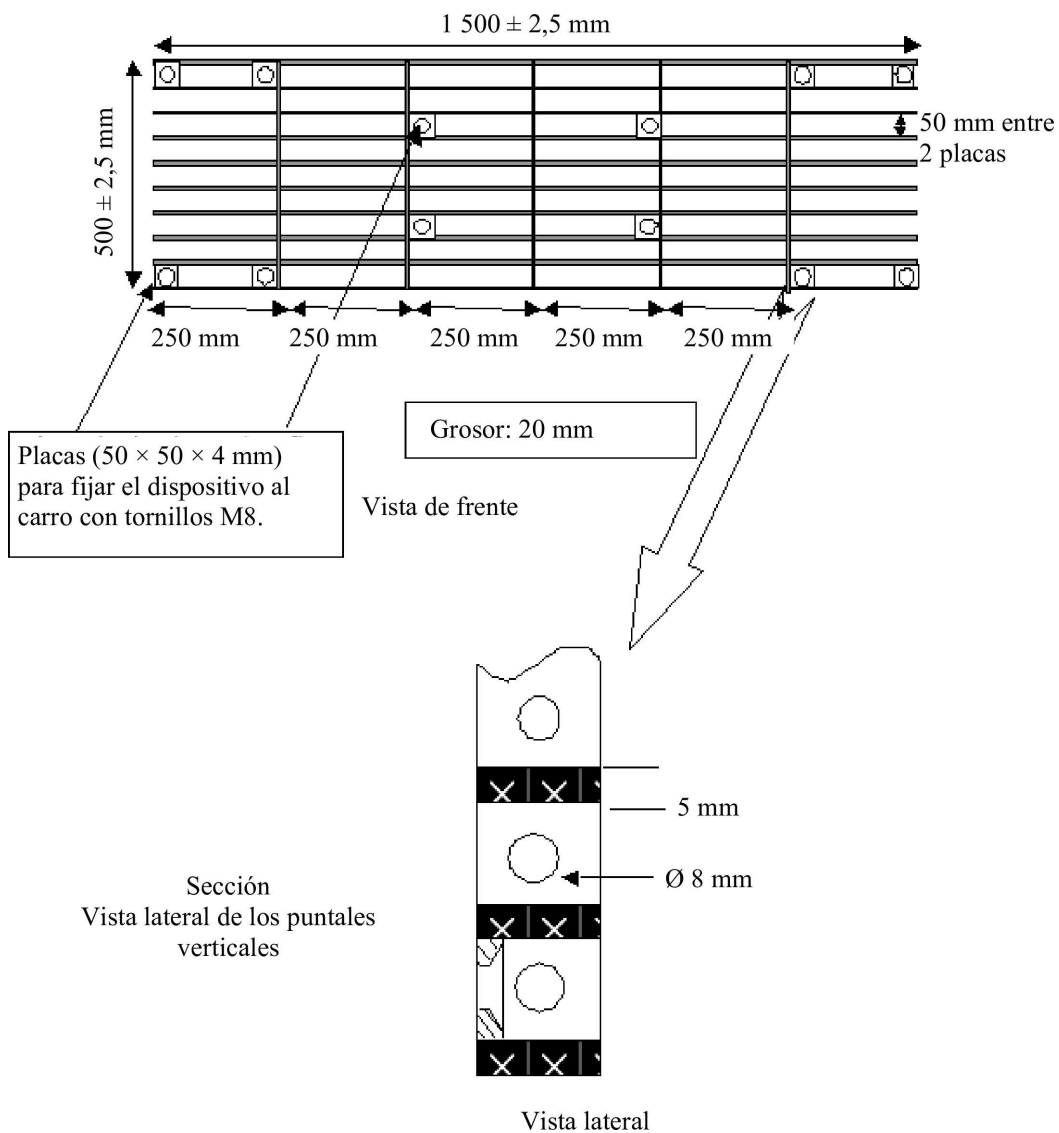


Figura 9

**Bastidor de ventilación**

El dispositivo de ventilación es una estructura formada por una placa de 5 mm de grosor y 20 mm de anchura. Solo están perforadas las placas verticales, con nueve orificios de 8 mm, para que el aire pueda circular horizontalmente.



## Anexo 5. Apéndice 1

## Curvas de fuerza-deformación para los ensayos estáticos

Figura 1a

## Bloques 1 y 3

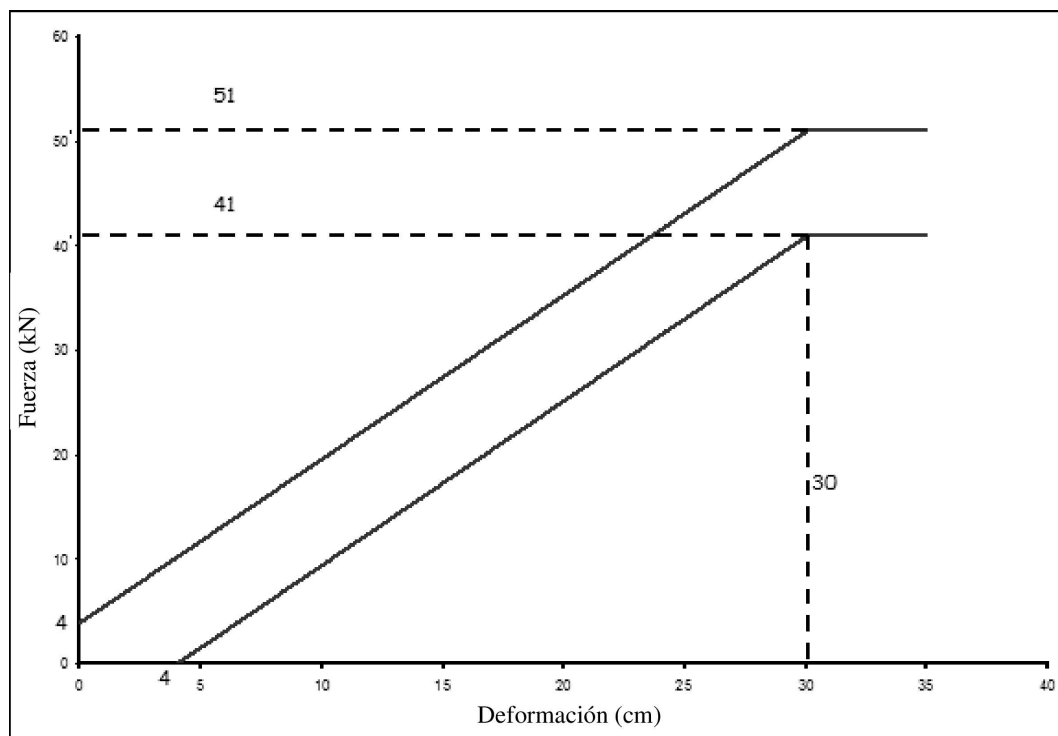


Figura 1b

## Bloque 2

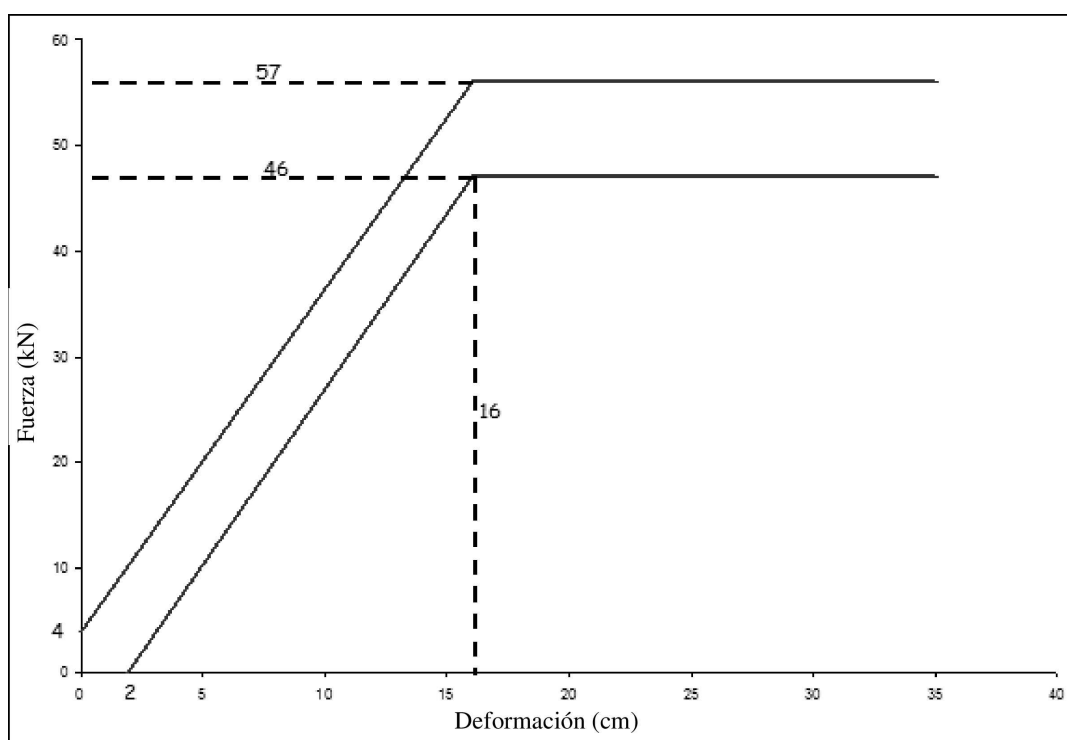


Figura 1c

**Bloque 4**

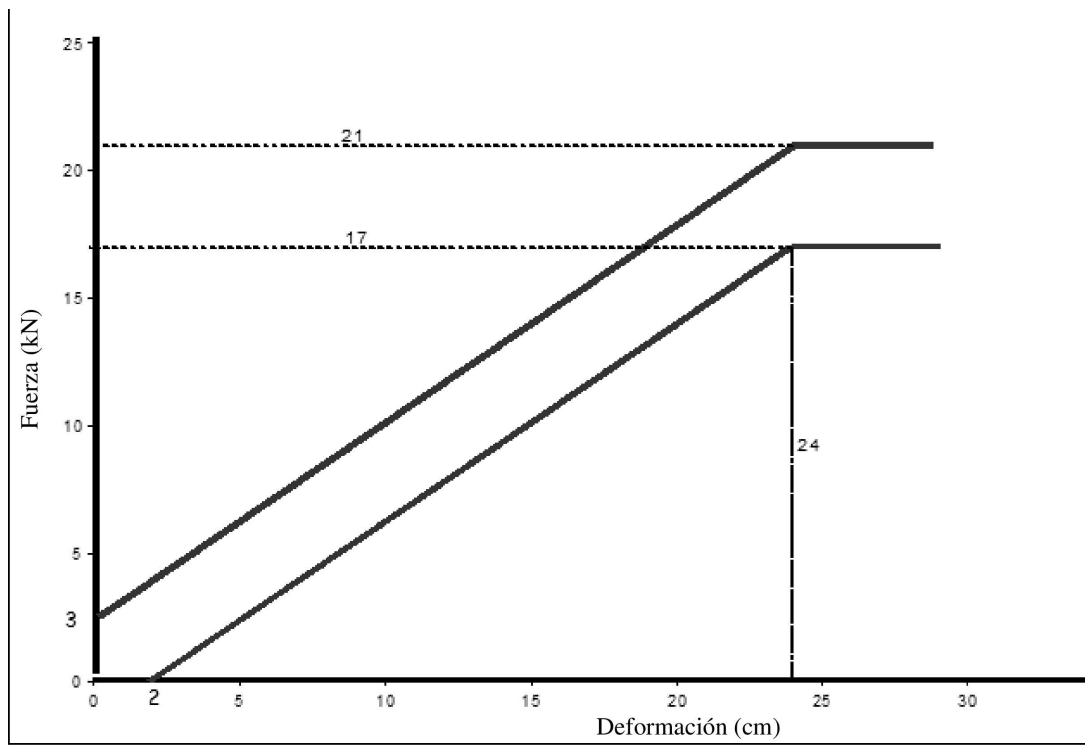
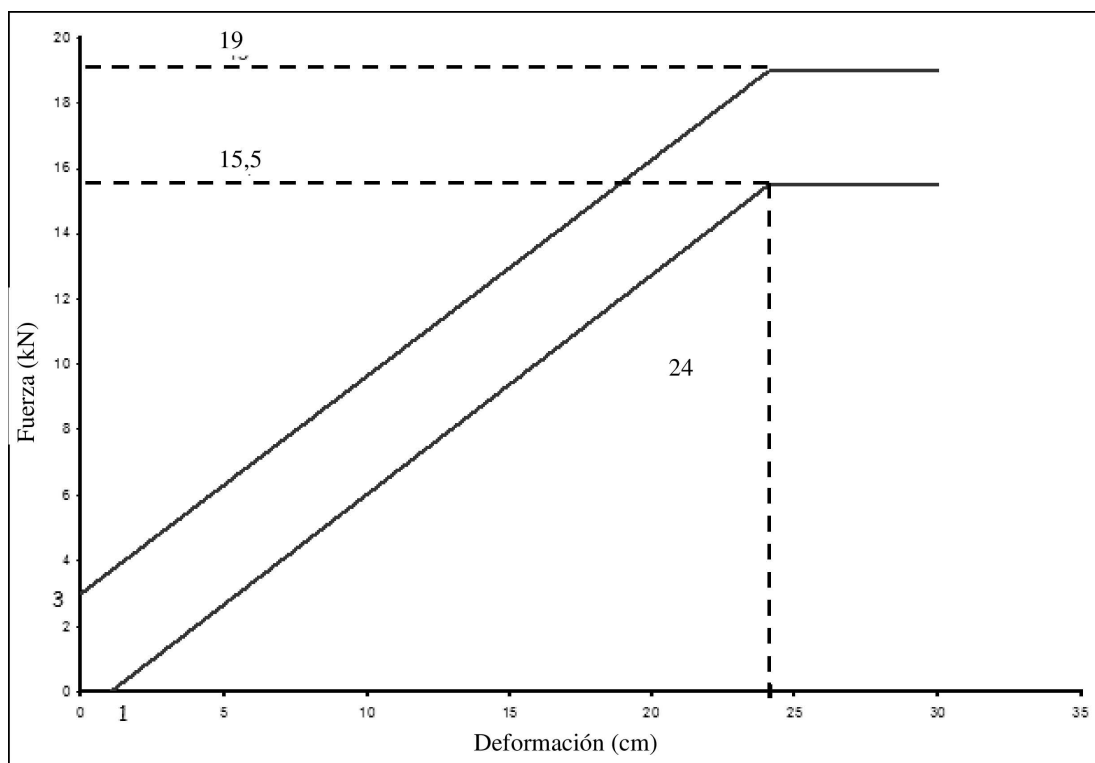


Figura 1d

**Bloques 5 y 6**



## Anexo 5. Apéndice 2

## Curvas de fuerza-deformación para los ensayos dinámicos

Figura 2a

## Bloques 1 y 3

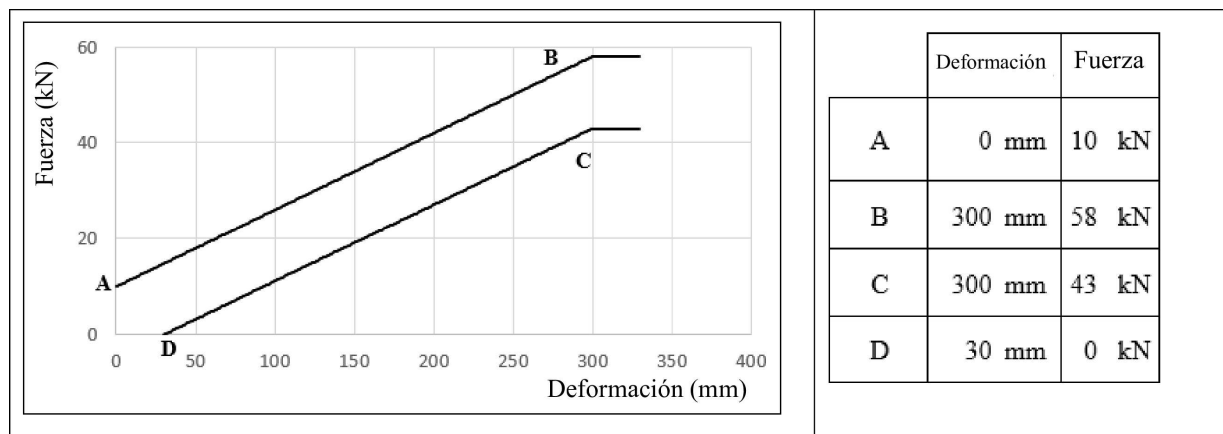


Figura 2b

## Bloque 2

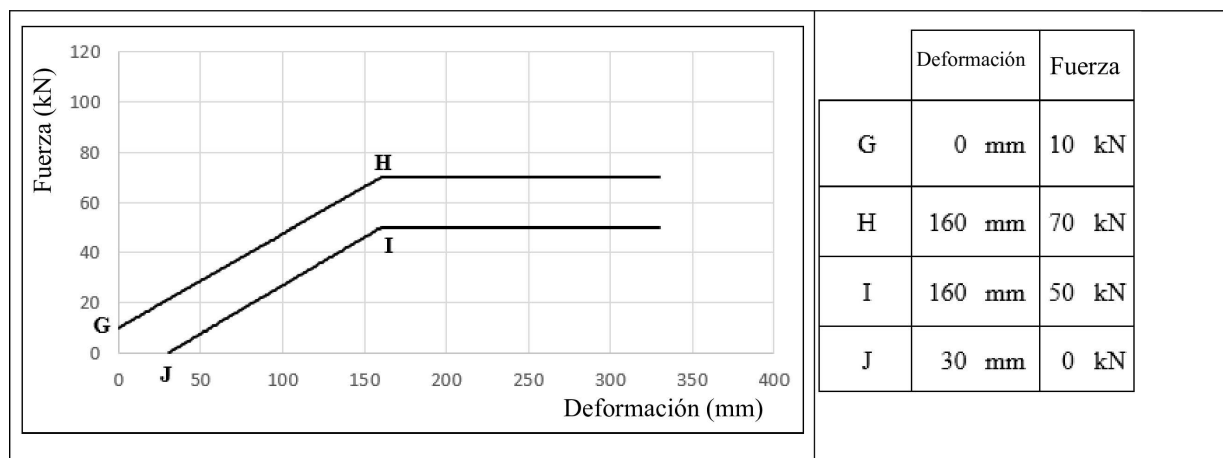


Figura 2c

**Bloque 4**

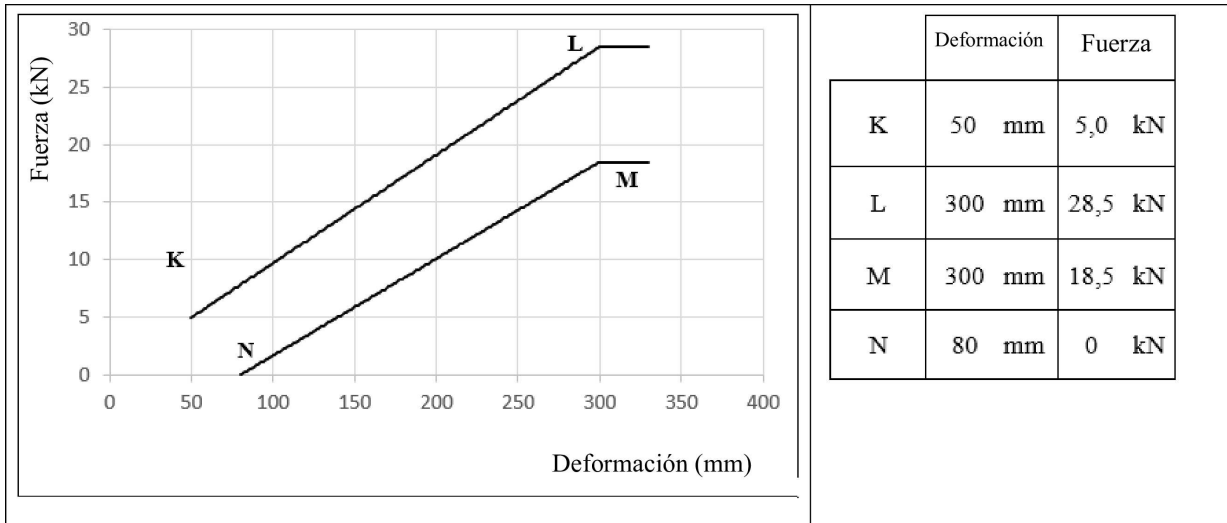


Figura 2d

**Bloques 5 y 6**

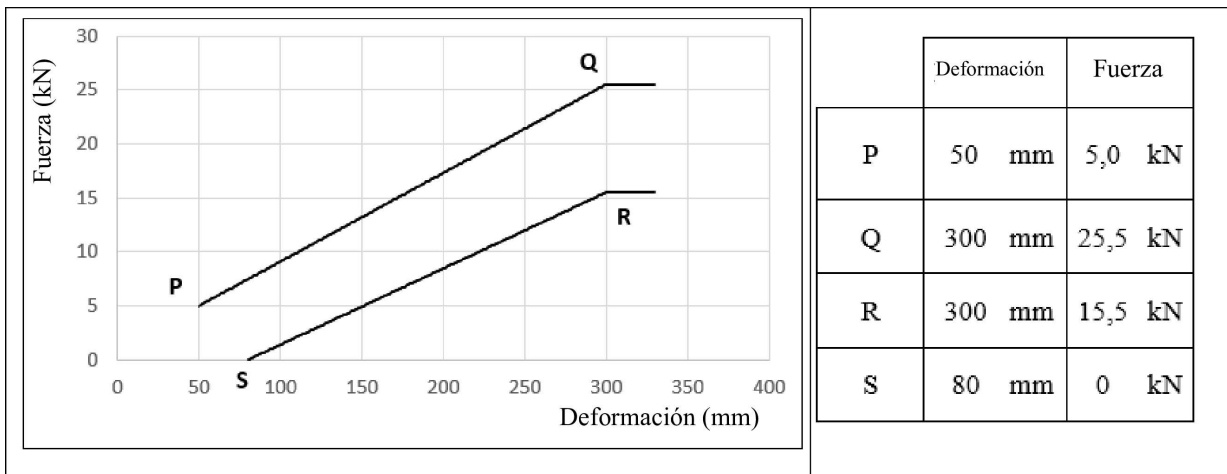
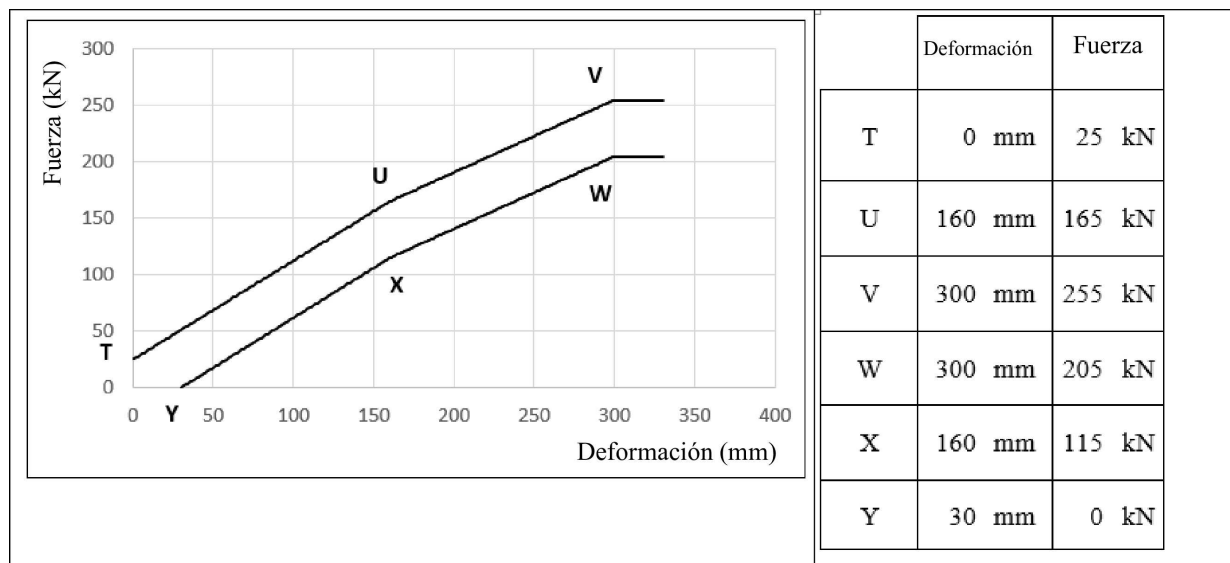


Figura 2e

## Total bloques



## ANEXO 6

**Descripción técnica del maniquí de colisión lateral**

1. Generalidades
  - 1.1. El maniquí de colisión lateral prescrito en el presente Reglamento, incluidos su instrumental y calibrado, se describe en los dibujos técnicos y el manual del usuario <sup>(1)</sup>.
  - 1.2. Las dimensiones y masas del maniquí de colisión lateral representan a un varón adulto del percentil quincuagésimo, sin los antebrazos.
  - 1.3. El maniquí de colisión lateral consta de un esqueleto de metal y plástico recubierto de caucho, plástico y espuma a modo de carne.
2. Construcción
  - 2.1. Para una visión general del maniquí de colisión lateral, véanse el esquema de la figura 1 y la lista de componentes del cuadro 1.
  - 2.2. Cabeza
    - 2.2.1. La cabeza se muestra con el n.º 1 en la figura 1 de este anexo.
    - 2.2.2. La cabeza consiste en un cascarón de aluminio recubierto de piel de vinilo flexible. El interior del cascarón es una cavidad que contiene acelerómetros triaxiales y lastre.
    - 2.2.3. En la pieza de unión cabeza-cuello se integra una pieza sustitutiva de la célula de carga. Esta pieza puede reemplazarse por una célula de carga de la parte superior del cuello.
  - 2.3. Cuello
    - 2.3.1. El cuello se muestra con el n.º 2 en la figura 1 de este anexo.
    - 2.3.2. El cuello consiste en una pieza de unión cabeza-cuello, una pieza de unión cuello-tórax y una sección central que une las dos piezas de unión entre sí.
    - 2.3.3. La pieza de unión cabeza-cuello (componente n.º 2a) y la pieza de unión cuello-tórax (componente n.º 2c) consisten en sendos discos de aluminio unidos entre sí por medio de un tornillo semiesférico y ocho topes de caucho.
    - 2.3.4. La sección central cilíndrica (componente n.º 2b) es de caucho. Se termina, en ambos extremos, con un disco de aluminio de las piezas de unión inserto en el caucho.
    - 2.3.5. El cuello va montado sobre el soporte cervical, que se muestra como componente n.º 2d en la figura 1 de este anexo. Este soporte puede sustituirse por una célula de carga de la parte inferior del cuello.
    - 2.3.6. El ángulo entre ambas caras del soporte cervical es de 25°. Dado que el bloque escapular está inclinado 5° hacia atrás, el ángulo resultante entre el cuello y el torso es de 20°.
  - 2.4. Hombro
    - 2.4.1. El hombro se muestra con el n.º 3 en la figura 1 de este anexo.

<sup>(1)</sup> El maniquí corresponde a las especificaciones del maniquí ES-2. En el índice, el número del dibujo técnico es: No. E-AA-DRAWING-LIST-7-25-032, de 25 de julio de 2003. El conjunto completo de dibujos técnicos ES-2 y el manual del usuario ES-2 están depositados en la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, Palais des Nations, Ginebra (Suiza), y pueden consultarse, previa petición, en la secretaría.

- 2.4.2. El hombro consta de una caja escapular, dos clavículas y una tapa escapular de espuma.
- 2.4.3. El bloque escapular (componente n.º 3a) consiste en un bloque separador de aluminio, una placa de aluminio en la parte superior y una placa de aluminio en la parte inferior del bloque separador. Ambas placas están cubiertas con un revestimiento de politetrafluoretileno.
- 2.4.4. Las clavículas (componente n.º 3b), de resina de poliuretano moldeada, están diseñadas para moverse sobre el bloque separador. Están sujetas en su posición neutra mediante dos cordones elásticos (componente n.º 3c) fijados en la parte posterior de la caja escapular. El borde exterior de ambas clavículas está diseñado para permitir la posición normal de los brazos.
- 2.4.5. La tapa escapular (componente n.º 3d) está hecha de espuma de poliuretano de baja densidad y sujeta al bloque escapular.
- 2.5. Tórax
- 2.5.1. El tórax se muestra con el n.º 4 en la figura 1 de este anexo.
- 2.5.2. El tórax consiste en una caja rígida de columna dorsal y tres módulos costales idénticos.
- 2.5.3. La caja de columna dorsal (componente n.º 4a) es de acero. En su superficie posterior están montados un separador de acero y una placa soporte curvada de resina de poliuretano (componente n.º 4b).
- 2.5.4. La superficie superior de la caja de columna dorsal está inclinada 5° hacia atrás.
- 2.5.5. En la parte inferior de la caja de columna dorsal se encuentra una célula de carga T12 o una pieza sustitutiva de la célula de carga (componente n.º 4j).
- 2.5.6. Cada módulo costal (componente n.º 4c) se compone de un arco costal de acero, recubierto de espuma de poliuretano de estructura alveolar abierta a modo de carne (componente n.º 4d), un sistema de guía lineal (componente n.º 4e) que une la costilla y la caja de columna dorsal, un amortiguador hidráulico (componente n.º 4f) y un muelle amortiguador rígido (componente n.º 4g).
- 2.5.7. El sistema de guía lineal (componente n.º 4e) permite al lado sensible del arco costal (componente n.º 4d) plegarse con respecto a la caja de columna dorsal (componente n.º 4a) y al lado no sensible. El sistema de guía está equipado con rodamientos de agujas lineales.
- 2.5.8. En el sistema de guía hay un muelle de ajuste (componente n.º 4h).
- 2.5.9. Puede instalarse un transductor de desplazamiento de las costillas (componente n.º 4i) en la parte del sistema de guía montada en la caja de columna dorsal (componente n.º 4e), y conectarse con el extremo exterior del sistema de guía por el lado sensible de la costilla.
- 2.6. Brazos
- 2.6.1. Los brazos se muestran con el n.º 5 en la figura 1 de este anexo.
- 2.6.2. Los brazos tienen un esqueleto de plástico recubierto de una representación en poliuretano de la carne, con piel de cloruro de polivinilo. La representación de la carne consiste en una pieza moldeada de poliuretano de alta densidad en la parte superior y una espuma de poliuretano en la parte inferior.
- 2.6.3. La articulación entre el hombro y el brazo permite distintas posiciones de los brazos a 0°, 40° y 90° del eje del torso.
- 2.6.4. La articulación entre el hombro y el brazo permite solamente una rotación de flexión y extensión.
- 2.7. Columna lumbar
- 2.7.1. La columna lumbar se muestra con el n.º 6 en la figura 1 de este anexo.

- 2.7.2. La columna lumbar se compone de un cilindro macizo de caucho con dos placas de unión de acero en cada extremo y un cable de acero en el interior del cilindro.
- 2.8. Abdomen
- 2.8.1. El abdomen se muestra con el n.º 7 en la figura 1 de este anexo.
- 2.8.2. El abdomen consiste en una parte rígida central y un revestimiento de espuma.
- 2.8.3. La parte central del abdomen es una pieza fundida metálica (componente n.º 7a). En la parte superior de esa pieza fundida se monta una placa de cubrimiento.
- 2.8.4. El revestimiento (componente n.º 7b) es de espuma de poliuretano. En ambos lados del revestimiento de espuma se integra una pastilla curva de caucho rellena de bolas de plomo.
- 2.8.5. Entre el revestimiento de espuma y la pieza fundida rígida a ambos lados del abdomen se pueden montar bien tres transductores de fuerza (componente n.º 7c), bien tres unidades sustitutivas sin dispositivos de medición.
- 2.9. Pelvis
- 2.9.1. La pelvis se muestra con el n.º 8 en la figura 1 de este anexo.
- 2.9.2. La pelvis consta de un bloque del sacro, dos alas ilíacas, dos articulaciones de la cadera y un revestimiento de espuma a modo de carne.
- 2.9.3. El sacro (componente n.º 8a) consiste en un bloque de metal lastrado y una placa metálica montada en la parte superior de dicho bloque. En la parte posterior del bloque se encuentra una cavidad para facilitar la colocación del instrumental.
- 2.9.4. Las alas ilíacas (componente n.º 8b) son de resina de poliuretano.
- 2.9.5. Las articulaciones de la cadera (componente n.º 8c) son de acero. Consisten en un soporte femoral superior y una articulación de rótula conectada a un eje que atraviesa el punto H del maniquí.
- 2.9.6. El revestimiento a modo de carne (componente n.º 8d) está hecho de una piel de cloruro de polivinilo rellena de espuma de poliuretano. En el lugar del punto H, la piel se sustituye por un bloque de espuma de poliuretano de estructura alveolar abierta (componente n.º 8e), reforzado con una placa de acero fijada sobre el ala ilíaca por un eje que atraviesa la articulación de rótula.
- 2.9.7. Las alas ilíacas se fijan al bloque del sacro en la parte posterior y están unidas entre sí en la sínfisis púbica mediante un transductor de fuerza (componente n.º 8f) o un transductor de sustitución.
- 2.10. Piernas
- 2.11. Las piernas se muestran con el n.º 9 en la figura 1 de este anexo.
- 2.11.1. Las piernas constan de un esqueleto metálico recubierto de espuma de poliuretano a modo de carne, con piel de cloruro de polivinilo.

2.11.2. La carne de los muslos se representa con una pieza moldeada de poliuretano de alta densidad, recubierta con piel de cloruro de polivinilo.

2.11.3. Las articulaciones de las rodillas y los tobillos solamente permiten una rotación de flexión y extensión.

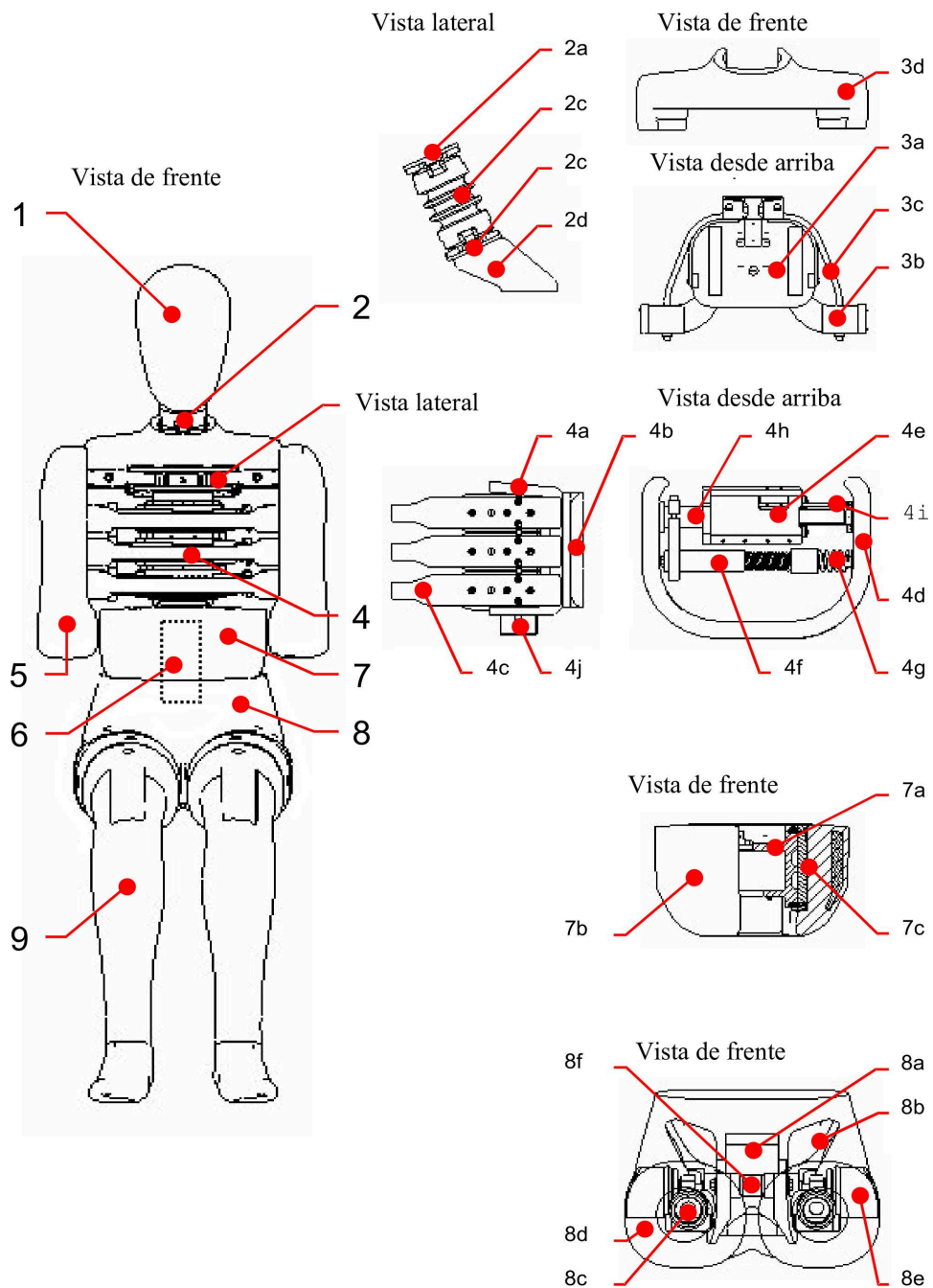
2.12. Vestimenta

2.12.1. La vestimenta no se muestra en la figura 1 de este anexo.

2.12.2. La vestimenta está hecha de caucho y cubre los hombros, el tórax, la parte superior de los brazos, el abdomen, la columna lumbar y la parte superior de la pelvis.

Figura 1

### Construcción del maniquí de colisión lateral



Cuadro 1

**Componentes del maniquí de colisión lateral (véase la figura 1)**

Componente	n.º	Descripción	Cantidad	
1		Cabeza	1	
2		Cuello	1	
	2a	Pieza de unión cabeza-cuello		1
	2b	Sección central		1
	2c	Pieza de unión cuello-tórax		1
	2d	Soporte cervical		1
3		Hombro	1	
	3a	Bloque escapular		1
	3b	Clavículas		2
	3c	Cordón elástico		2
	3d	Tapa escapular de espuma		1
4		Tórax	1	
	4a	Columna dorsal		1
	4b	Placa soporte (curvada)		1
	4c	Módulo costal		3
	4d	Arco costal recubierto de carne		3
	4e	Conjunto pistón-cilindro		3
	4f	Amortiguador		3
	4g	Muelle amortiguador rígido		3
	4h	Muelle de ajuste		3
	4i	Transductor de desplazamiento		3
	4j	Célula de carga T12 o pieza sustitutiva de la célula de carga		1
5		Brazo	2	
6		Columna lumbar	1	
7		Abdomen	1	
	7a	Pieza fundida central		1
	7b	Revestimiento de carne		1
	7c	Transductor de fuerza		3
8		Pelvis	1	
	8a	Bloque del sacro		1
	8b	Alas ilíacas		2
	8c	Articulación de la cadera		2
	8d	Revestimiento de carne		1
	8e	Bloque de espuma del punto H		2
	8f	Transductor de fuerza o de sustitución		1
9		Pierna	2	
10		Vestimenta	1	

3. Montaje del maniquí
  - 3.1. Cabeza-cuello
    - 3.1.1. El par de torsión necesario en los tornillos semiesféricos para el montaje del cuello es de 10 Nm.
    - 3.1.2. El conjunto de cabeza y célula de carga de la parte superior del cuello se monta sobre la placa de unión cabeza-cuello del cuello mediante cuatro tornillos.
    - 3.1.3. La placa de unión cuello-tórax del cuello se monta sobre el soporte cervical mediante cuatro tornillos.
  - 3.2. Cuello-hombros-tórax
    - 3.2.1. El soporte cervical va montado sobre el bloque escapular mediante cuatro tornillos.
    - 3.2.2. El bloque escapular se monta sobre la superficie superior de la caja de columna dorsal mediante tres tornillos.
  - 3.3. Hombros-brazos
    - 3.3.1. Los brazos se montan sobre las clavículas mediante un tornillo y un cojinete axial. El tornillo deberá apretarse de modo que el brazo pueda soportar en su pivote una fuerza de retención de 1 a 2 g.
  - 3.4. Tórax-columna lumbar-abdomen
    - 3.4.1. Los módulos costales se montarán en el tórax en función del lado que deba recibir el impacto.
    - 3.4.2. En la célula de carga T12 o en la pieza sustitutiva de la célula de carga de la parte inferior de la caja de columna dorsal se monta un adaptador de columna lumbar mediante dos tornillos.
    - 3.4.3. El adaptador de columna lumbar se monta sobre la parte superior de la columna lumbar mediante cuatro tornillos.
    - 3.4.4. El reborde de montaje de la pieza moldeada abdominal central se sujeta entre el adaptador de columna lumbar y la placa superior de la columna lumbar.
    - 3.4.5. La ubicación de los transductores de fuerza del abdomen estará en función del lado que deba recibir el impacto.
  - 3.5. Columna lumbar-pelvis-piernas
    - 3.5.1. La columna lumbar se monta sobre la placa de cubrimiento del bloque del sacro mediante tres tornillos. Si se emplea la célula de carga de la columna lumbar inferior, se utilizan cuatro tornillos.
    - 3.5.2. La placa inferior de la columna lumbar se monta sobre el bloque del sacro de la pelvis mediante tres tornillos.
    - 3.5.3. Las piernas se montan sobre el soporte femoral superior de la articulación de la cadera de la pelvis mediante un tornillo.
    - 3.5.4. La unión de las rodillas y los tobillos a las piernas puede ajustarse para obtener una fuerza de retención de 1 a 2 g.

## 4. Características principales

## 4.1. Masa

4.1.1. Las masas de los principales componentes del maniquí figuran en el cuadro 2 de este anexo.

Cuadro 2

**Masas de los componentes del maniquí**

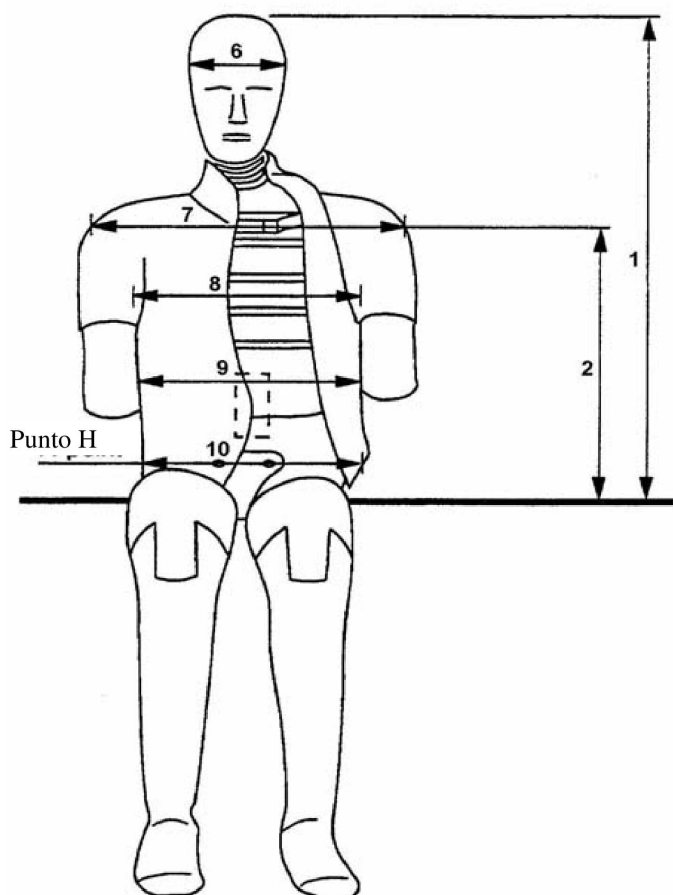
Componente (parte del cuerpo)	Masa (kg)	Tolerancia ± (kg)	Principales elementos
Cabeza	4,0	0,2	Cabeza completa, incluido el acelerómetro triaxial y la célula de carga de la parte superior del cuello o una pieza de sustitución
Cuello	1,0	0,05	Cuello, excepto el soporte cervical
Tórax	22,4	1,0	Soporte cervical, tapa escapular, hombros, pernos de sujeción de los brazos, caja de columna dorsal, placa soporte del torso, módulos costales, transductores de deformación de las costillas, célula de carga de la placa soporte del torso o pieza de sustitución, célula de carga T12 o pieza de sustitución, pieza fundida central del abdomen, transductores de fuerza del abdomen, 2/3 de la vestimenta
Brazo (cada uno)	1,3	0,1	Parte superior del brazo, incluida la placa de posición del brazo (cada brazo)
Abdomen y columna lumbar	5,0	0,25	Revestimiento de carne del abdomen y columna lumbar
Pelvis	12,0	0,6	Bloque del sacro, placa de montaje de la columna lumbar, articulaciones de rótula de la cadera, soportes femorales superiores, alas ilíacas, transductor de fuerza pélvico, revestimiento de carne de la pelvis, 1/3 de la vestimenta
Pierna (cada una)	12,7	0,6	Pie, pierna y muslo con el revestimiento de carne hasta la unión con la cabeza del fémur (cada pierna)
Maniquí completo	72,0	1,2	

## 4.2. Dimensiones principales

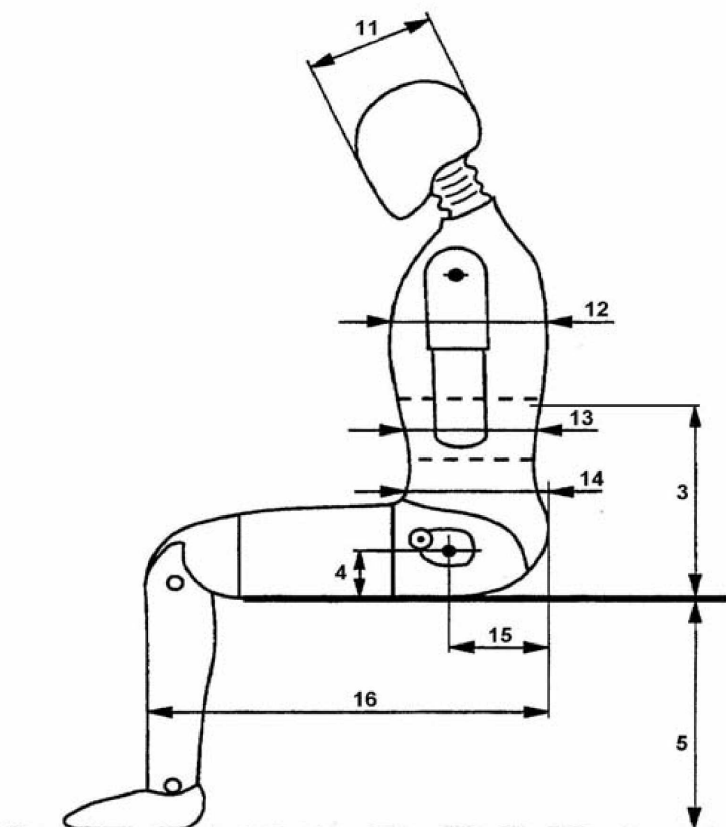
4.2.1. Las dimensiones principales del maniquí de colisión lateral (incluida la vestimenta), sobre la base de la figura 2 de este anexo, figuran en el cuadro 3 de este mismo anexo.

Las dimensiones se miden sin vestimenta.

Figura 2  
Medidas de las dimensiones principales del maniquí  
(Véase el cuadro 3)



Nota: Las dimensiones se medirán sin vestimenta.



Cuadro 3

Dimensiones principales del maniquí

n.º	Parámetro	Dimensión (mm)
1	Altura sentado	909 ± 9
2	Del asiento a la articulación del hombro	565 ± 7
3	Del asiento a la cara inferior de la caja de columna dorsal	351 ± 5
4	Del asiento a la articulación de la cadera (centro del perno)	100 ± 3

n.º	Parámetro	Dimensión (mm)
5	De la planta al asiento, sentado	442 ± 9
6	Anchura de la cabeza	155 ± 3
7	Anchura del hombro/brazo	470 ± 9
8	Anchura del tórax	327 ± 5
9	Anchura del abdomen	290 ± 5
10	Anchura de la pelvis	355 ± 5
11	Profundidad de la cabeza	201 ± 5
12	Profundidad del tórax	276 ± 5
13	Profundidad del abdomen	199 ± 5
14	Profundidad de la pelvis	240 ± 5
15	De la parte posterior de los glúteos a la articulación de la cadera (centro del perno)	155 ± 5
16	De la parte posterior de los glúteos a la parte anterior de la rodilla	606 ± 9

## 5. Certificación del maniquí

### 5.1. Lado impactado

- 5.1.1. Según el lado del vehículo que haya de sufrir el impacto, los componentes del maniquí deben certificarse en el lado izquierdo o en el derecho.
- 5.1.2. Las configuraciones del maniquí con respecto a la dirección de montaje de los módulos costales y a la ubicación de los transductores de fuerza del abdomen deberán adaptarse al lado que deba recibir el impacto.

### 5.2. Instrumental

- 5.2.1. Todo el instrumental deberá calibrarse de acuerdo con los requisitos de la documentación especificada en el punto 1.1 del presente anexo.
- 5.2.2. Todos los canales del instrumental deberán cumplir la especificación del registro de canales de datos de las normas ISO 6487:2000 o SAE J211 (marzo de 1995).
- 5.2.3. Para cumplir el presente Reglamento se requieren, como mínimo, diez canales:
- aceleraciones de la cabeza (3),
  - desplazamientos de la caja torácica (3),
  - cargas del abdomen (3), y
  - carga de la sínfisis púbica (1).
- 5.2.4. Además, están disponibles diversos canales de instrumental opcionales (38):
- cargas de la parte superior del cuello (6),
  - cargas de la parte inferior del cuello (6),
  - cargas de las clavículas (3),
  - cargas de la placa soporte del torso (4),
  - aceleraciones T1 (3),
  - aceleraciones T12 (3),
  - aceleraciones de las costillas (6, dos en cada costilla),

cargas de la columna T12 (4),  
cargas lumbares inferiores (3),  
aceleraciones de la pelvis (3), y  
cargas femorales (6).

Hay también disponibles cuatro canales indicadores de posición opcionales:

rotaciones del tórax (2), y  
rotaciones de la pelvis (2).

### 5.3. Comprobación visual

5.3.1. Debe efectuarse una comprobación visual de daños en todos los componentes del maniquí y sustituir los que sea necesario antes del ensayo de certificación.

### 5.4. Disposición general de ensayo

5.4.1. La figura 3 del presente anexo presenta la disposición para efectuar todos los ensayos de certificación del maniquí de colisión lateral.

5.4.2. La disposición y los procedimientos para los ensayos de certificación deberán ser conformes con la especificación y los requisitos de la documentación que se indica en el punto 1.1.

5.4.3. Los ensayos de la cabeza, el cuello, el tórax y la columna lumbar se efectúan con los subconjuntos correspondientes del maniquí.

5.4.4. Los ensayos de los hombros, el abdomen y la pelvis se efectúan con el maniquí completo (sin vestimenta, calzado ni ropa interior). En estos ensayos, el maniquí debe estar sentado sobre una superficie plana, con dos láminas de politetrafluoretileno de un grosor inferior o igual a 2 mm colocadas entre el maniquí y dicha superficie.

5.4.5. Antes del ensayo, todas las partes que vayan a ser certificadas deben mantenerse en la sala de ensayo durante como mínimo cuatro horas a una temperatura de 18 a 22 °C y con una humedad relativa del 10 al 70 %.

5.4.6. Entre dos ensayos de certificación del mismo componente deben transcurrir como mínimo treinta minutos.

### 5.5. Cabeza

5.5.1. El subconjunto de la cabeza, incluida la pieza sustitutiva de la célula de carga de la parte superior del cuello, se certifica en un ensayo de caída desde una altura de  $200 \pm 1$  mm sobre una superficie de impacto plana y rígida.

5.5.2. El ángulo entre la superficie de impacto y el plano sagital medio de la cabeza debe ser de  $35 \pm 1^\circ$ , de modo que pueda realizarse un impacto contra la parte superior del lado de la cabeza (por ejemplo mediante un arnés o mediante un soporte de caída de la cabeza con una masa de  $0,075 \pm 0,005$  kg).

5.5.3. La aceleración máxima resultante de la cabeza, filtrada con la CFC 1000 de la norma ISO 6487:2000, debe estar entre 100 y 150 g.

5.5.4. El comportamiento de la cabeza puede ajustarse para que cumpla el requisito modificando las características de fricción de la unión entre la piel y el cráneo (por ejemplo, lubricando con polvo de talco o con pulverización de politetrafluoretileno).

### 5.6. Cuello

5.6.1. La pieza de unión cabeza-cuello del cuello se monta sobre una pieza con forma de cabeza diseñada especialmente a efectos de certificación y con una masa de  $3,9 \pm 0,05$  kg (véase la figura 6), por medio de una placa de unión de 12 mm de grosor y con una masa de  $0,205 \pm 0,05$  kg.

- 5.6.2. La pieza con forma de cabeza y el cuello se montan de forma invertida sobre la parte inferior de un péndulo cervical <sup>(?)</sup> que permite un movimiento lateral del sistema.
- 5.6.3. El péndulo cervical está provisto de un acelerómetro uniaxial con arreglo a la especificación del péndulo cervical (véase la figura 5).
- 5.6.4. El péndulo cervical debe poder caer libremente desde una altura escogida para alcanzar una velocidad de impacto de  $3,4 \pm 0,1$  m/s medida en la ubicación del acelerómetro del péndulo.
- 5.6.5. El péndulo cervical se desacelera de la velocidad de impacto a cero mediante un dispositivo apropiado <sup>(?)</sup>, según se describe en la especificación del péndulo cervical (véase la figura 5), con el resultado de un registro de cambio de velocidad-tiempo que se inscribe en el pasillo especificado en la figura 7 y el cuadro 4 del presente anexo. Todos los canales han de registrarse de conformidad con la especificación del registro de canales de datos de las normas ISO 6487:2000 o SAE J211 (marzo de 1995), y filtrarse digitalmente con la CFC 180 de la norma ISO 6487:2000 o de la norma SAE J211:1995. La desaceleración del péndulo ha de filtrarse con la CFC 60 de la norma ISO 6487:2000 o de la norma SAE J211:1995.

Cuadro 4

**Pasillo de cambio de velocidad del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación del cuello**

Tiempo límite superior (s)	Velocidad (m/s)	Tiempo límite inferior (s)	Velocidad (m/s)
0,001	0,0	0	- 0,05
0,003	- 0,25	0,0025	- 0,375
0,014	- 3,2	0,0135	- 3,7
		0,017	- 3,7

- 5.6.6. El ángulo máximo de flexión de la pieza con forma de cabeza en relación con el péndulo (ángulo dθA + dθC en la figura 6) debe ser de 49,0 a 59,0° y formarse entre los 54,0 y los 66,0 ms.
- 5.6.7. Los desplazamientos máximos del centro de gravedad de la pieza con forma de cabeza medidos en los ángulos dθA y dθB (véase la figura 6) deben ser los siguientes: en la base delantera del péndulo, el ángulo dθA debe ser de 32,0 a 37,0 ° y formarse entre los 53,0 y los 63,0 ms, y, en la base trasera del péndulo, el ángulo dθB debe ser de  $0,81 \cdot (\text{ángulo } d\theta A) + 1,75$  a  $0,81 \cdot (\text{ángulo } d\theta A) + 4,25$  °, y formarse entre los 54,0 y los 64,0 ms.
- 5.6.8. El comportamiento del cuello puede ajustarse sustituyendo los ocho topes de sección circular por otros de dureza Shore diferente.
- 5.7. Hombro
- 5.7.1. La longitud del cordón elástico debe ajustarse de modo que, para mover la clavícula hacia delante, se requiera una fuerza de 27,5 a 32,5 N, aplicada hacia delante a  $4 \pm 1$  mm del borde exterior de la clavícula en el mismo plano que el movimiento de esta.
- 5.7.2. El maniquí debe estar sentado sobre una superficie plana, horizontal y rígida, sin respaldo. El tórax debe estar en posición vertical y los brazos colocados formando con la vertical un ángulo de  $40 \pm 2^\circ$  hacia delante. Las piernas deben colocarse en posición horizontal.

<sup>(?)</sup> Péndulo cervical conforme con el *Code of Federal Regulations* 49 de los Estados Unidos, Capítulo V, parte 572.33 (edición de 1 de octubre de 2000) (véase también la figura 5).

<sup>(?)</sup> Se recomienda el uso de una estructura alveolar de tres pulgadas (véase la figura 5).

- 5.7.3. El impactador es un péndulo de  $23,4 \pm 0,2$  kg de masa y  $152,4 \pm 0,25$  mm de diámetro, con un radio de borde de 12,7 mm (\*). El impactador se suspende de bisagras rígidas mediante cuatro cables metálicos, con su línea central al menos 3,5 m por debajo de dichas bisagras (véase la figura 4).
- 5.7.4. El impactador debe estar equipado con un acelerómetro sensible en la dirección del impacto colocado en su eje.
- 5.7.5. El impactador debe poder oscilar libremente contra el hombro del maniquí a una velocidad de impacto de  $4,3 \pm 0,1$  m/s.
- 5.7.6. La dirección del impacto debe ser perpendicular al eje anterior-posterior del maniquí y el eje del impactador debe coincidir con el eje del pivote de la parte superior del brazo.
- 5.7.7. La aceleración máxima del impactador, filtrada con la CFC 180 de la norma ISO 6487:2000, debe estar entre 7,5 y 10,5 g.
- 5.8. Brazos
- 5.8.1. Para los brazos no se define ningún procedimiento de certificación dinámico.
- 5.9. Tórax
- 5.9.1. Cada módulo costal se certifica por separado.
- 5.9.2. El módulo costal se coloca verticalmente sobre un banco de ensayo de caída y el cilindro costal se fija rígidamente a dicho banco.
- 5.9.3. El impactador es una masa de caída libre de  $7,78 \pm 0,01$  kg, con una cara plana y un diámetro de  $150 \pm 2$  mm.
- 5.9.4. La línea central del impactador debe alinearse con la del sistema de guía de las costillas.
- 5.9.5. La fuerza del impacto depende de las alturas de caída, de 815, 204 y 459 mm. Estas alturas generan unas velocidades aproximadas de 4, 2 y 3 m/s, respectivamente. Las alturas de caída de impacto deben aplicarse con una exactitud del 1 %.
- 5.9.6. Debe medirse el desplazamiento de las costillas, por ejemplo mediante el transductor de desplazamiento de las propias costillas.
- 5.9.7. Los requisitos de certificación de las costillas figuran en el cuadro 5 del presente anexo.
- 5.9.8. El rendimiento del módulo costal puede ajustarse sustituyendo el muelle de ajuste dentro del cilindro por uno de rigidez distinta.

Cuadro 5

**Requisitos de certificación del módulo costal completo**

Secuencia de ensayo	Altura de caída (precisión del 1 %) (mm)	Desplazamiento mínimo (mm)	Desplazamiento máximo (mm)
1	815	46,0	51,0
2	204	23,5	27,5
3	459	36,0	40,0

(\*) Péndulo cervical conforme con el *Code of Federal Regulations* 49 de los Estados Unidos, capítulo V, parte 572.36(a) (edición de 1 de octubre de 2000) (véase también la figura 4).

## 5.10. Columna lumbar

- 5.10.1. La columna lumbar se monta sobre una pieza con forma de cabeza diseñada especialmente a efectos de certificación y con una masa de  $3,9 \pm 0,05$  kg (véase la figura 6), por medio de una placa de unión de 12 mm de grosor y con una masa de  $0,205 \pm 0,05$  kg.
- 5.10.2. La pieza con forma de cabeza y la columna lumbar se montan de forma invertida sobre la parte inferior de un péndulo cervical <sup>(5)</sup> que permite un movimiento lateral del sistema.
- 5.10.3. El péndulo cervical está provisto de un acelerómetro uniaxial con arreglo a la especificación del péndulo cervical (véase la figura 5).
- 5.10.4. El péndulo cervical debe poder caer libremente desde una altura escogida para alcanzar una velocidad de impacto de  $6,05 \pm 0,1$  m/s medida en la ubicación del acelerómetro del péndulo.
- 5.10.5. El péndulo cervical se desacelera de la velocidad de impacto a cero mediante un dispositivo apropiado <sup>(6)</sup>, según se describe en la especificación del péndulo cervical (véase la figura 5), con el resultado de un registro de cambio de velocidad-tiempo que se inscribe en el pasillo especificado en la figura 8 y el cuadro 6 del presente anexo. Todos los canales han de registrarse de conformidad con la especificación del registro de canales de datos de las normas ISO 6487:-2000 o SAE J211 (marzo de 1995), y filtrarse digitalmente con la CFC 180 de la norma ISO 6487:2000 o de la norma SAE J211:1995. La desaceleración del péndulo ha de filtrarse con la CFC 60 de la norma ISO 6487:2000 o de la norma SAE J211:1995.

Cuadro 6

**Pasillo de cambio de velocidad del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación de la columna lumbar**

Tiempo límite superior (s)	Velocidad (m/s)	Tiempo límite inferior (s)	Velocidad (m/s)
0,001	0,0	0	- 0,05
0,0037	- 0,2397	0,0027	- 0,425
0,027	- 5,8	0,0245	- 6,5
		0,03	- 6,5

- 5.10.6. El ángulo máximo de flexión de la pieza con forma de cabeza en relación con el péndulo (ángulo  $d\theta A + d\theta C$  en la figura 6) debe ser de  $45,0$  a  $55,0$  ° y formarse entre los 39,0 y los 53,0 ms.
- 5.10.7. Los desplazamientos máximos del centro de gravedad de la pieza con forma de cabeza medidos en los ángulos  $d\theta A$  y  $d\theta B$  (véase la figura 6) deben ser los siguientes: en la base delantera del péndulo, el ángulo  $d\theta A$  debe ser de  $31,0$  a  $35,0$  ° y formarse entre los 44,0 y los 52,0 ms, y, en la base trasera del péndulo, el ángulo  $d\theta B$  debe ser de  $0,8 \cdot (\text{ángulo } d\theta A) + 2,00$  a  $0,8 \cdot (\text{ángulo } d\theta A) + 4,50$  °, y formarse entre los 44,0 y los 52,0 ms.
- 5.10.8. El comportamiento de la columna lumbar puede ajustarse modificando la tensión del cable.
- 5.11. Abdomen
- 5.11.1. El maniquí debe estar sentado sobre una superficie plana, horizontal y rígida, sin respaldo. El tórax debe colocarse en posición vertical y los brazos y las piernas en posición horizontal.

<sup>(5)</sup> Péndulo cervical conforme con el *Code of Federal Regulations* 49 de los Estados Unidos, capítulo V, parte 572.33 (edición de 1 de octubre de 2000) (véase también la figura 5).

<sup>(6)</sup> Se recomienda el uso de una estructura alveolar de seis pulgadas (véase la figura 5).

- 5.11.2. El impactador es un péndulo de  $23,4 \pm 0,2$  kg de masa y  $152,4 \pm 0,25$  mm de diámetro, con un radio de borde de 12,7 mm <sup>(7)</sup>. El impactador se suspende de bisagras rígidas mediante ocho cables metálicos, con su línea central al menos 3,5 m por debajo de dichas bisagras (véase la figura 4).
- 5.11.3. El impactador debe estar equipado con un acelerómetro sensible en la dirección del impacto colocado en su eje.
- 5.11.4. El péndulo debe estar provisto de una cara de impacto horizontal a modo de reposabrazos de  $1,0 \pm 0,01$  kg. La masa total del impactador, con la cara de reposabrazos, debe ser de  $24,4 \pm 0,21$  kg. El reposabrazos rígido debe tener una altura de  $70 \pm 1$  mm y una anchura de  $150 \pm 1$  mm, y poder penetrar en el abdomen al menos 60 mm. La línea central del péndulo coincide con el centro del reposabrazos.
- 5.11.5. El impactador debe poder oscilar libremente contra el abdomen del maniquí a una velocidad de impacto de  $4,0 \pm 0,1$  m/s.
- 5.11.6. La dirección del impacto debe ser perpendicular al eje anterior-posterior del maniquí y el eje del impactador debe estar alineado con el centro del transductor de fuerza medio del abdomen.
- 5.11.7. La fuerza máxima del impactador, obtenida a partir de la aceleración del impactador filtrada con la CFC 180 de la norma ISO 6487:2000 y multiplicada por la masa del impactador/reposabrazos, debe ser de 4,0 a 4,8 kN y obtenerse entre los 10,6 y los 13,0 ms.
- 5.11.8. Los registros de fuerza-tiempo medidos por los tres transductores de fuerza del abdomen deben sumarse y filtrarse con la CFC 600 de la norma ISO 6487:2000. La fuerza máxima de tal suma debe ser de 2,2 a 2,7 kN y obtenerse entre los 10,0 y los 12,3 ms.
- 5.12. Pelvis
- 5.12.1. El maniquí debe estar sentado sobre una superficie plana, horizontal y rígida, sin respaldo. El tórax debe colocarse en posición vertical y los brazos y las piernas en posición horizontal.
- 5.12.2. El impactador es un péndulo de  $23,4 \pm 0,2$  kg de masa y  $152,4 \pm 0,25$  mm de diámetro, con un radio de borde de 12,7 mm <sup>(8)</sup>. El impactador se suspende de bisagras rígidas mediante ocho cables metálicos, con su línea central al menos 3,5 m por debajo de dichas bisagras (véase la figura 4).
- 5.12.3. El impactador debe estar equipado con un acelerómetro sensible en la dirección del impacto colocado en su eje.
- 5.12.4. El impactador debe poder golpear libremente la pelvis del maniquí a una velocidad de impacto de  $4,3 \pm 0,1$  m/s.
- 5.12.5. La dirección del impacto debe ser perpendicular al eje anterior-posterior del maniquí y el eje del impactador debe estar alineado con el centro de la placa posterior del punto H.
- 5.12.6. La fuerza máxima del impactador, obtenida a partir de la aceleración del impactador filtrada con la CFC 180 de la norma ISO 6487:2000 y multiplicada por la masa del impactador, debe ser de 4,4 a 5,4 kN y obtenerse entre los 10,3 y los 15,5 ms.
- 5.12.7. La fuerza de la sínfisis púbica, filtrada con la CFC 600 de la norma ISO 6487:2000, debe ser de 1,04 a 1,64 kN y obtenerse entre los 9,9 y los 15,9 ms.

<sup>(7)</sup> Péndulo cervical conforme con el *Code of Federal Regulations* 49 de los Estados Unidos, capítulo V, parte 572.36(a) (edición de 1 de octubre de 2000) (véase también la figura 4).

<sup>(8)</sup> Péndulo cervical conforme con el *Code of Federal Regulations* 49 de los Estados Unidos, capítulo V, parte 572.36(a) (edición de 1 de octubre de 2000) (véase también la figura 4).

5.13. Piernas

5.13.1. Para las piernas no se define ningún procedimiento de certificación dinámico.

Figura 3

**Visión general de la disposición para el ensayo de certificación del maniquí de colisión lateral**

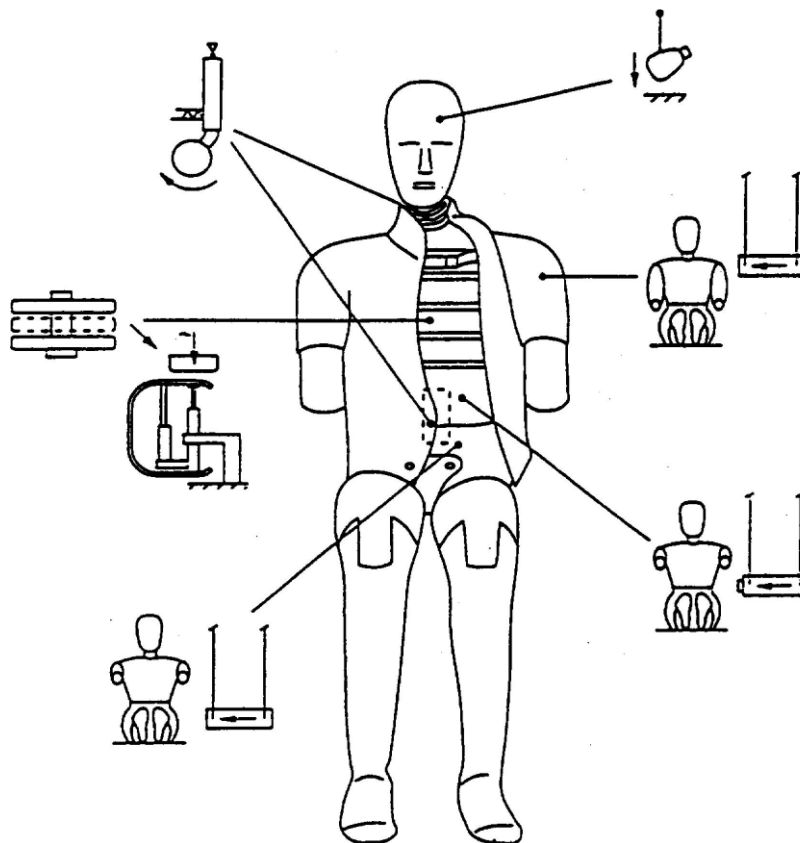


Figura 4

**Suspensión del impactador pendular de 23,4 kg**

- Izquierda: suspensión con cuatro cables (sin los cables transversales)
- Derecha: suspensión con ocho cables

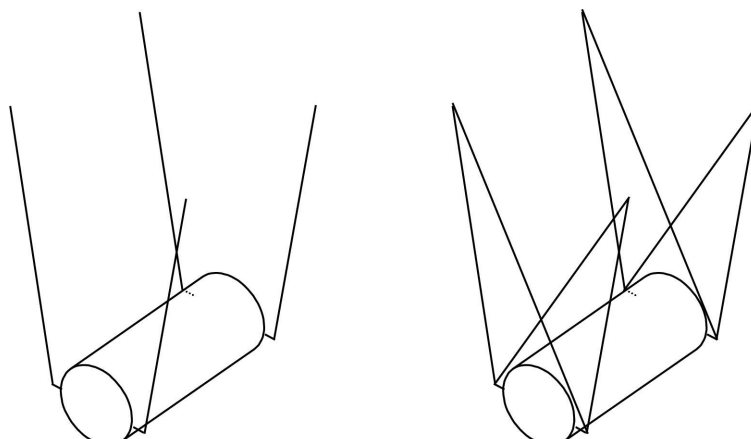


Figura 5

**Pasillo de desaceleración del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación del cuello**

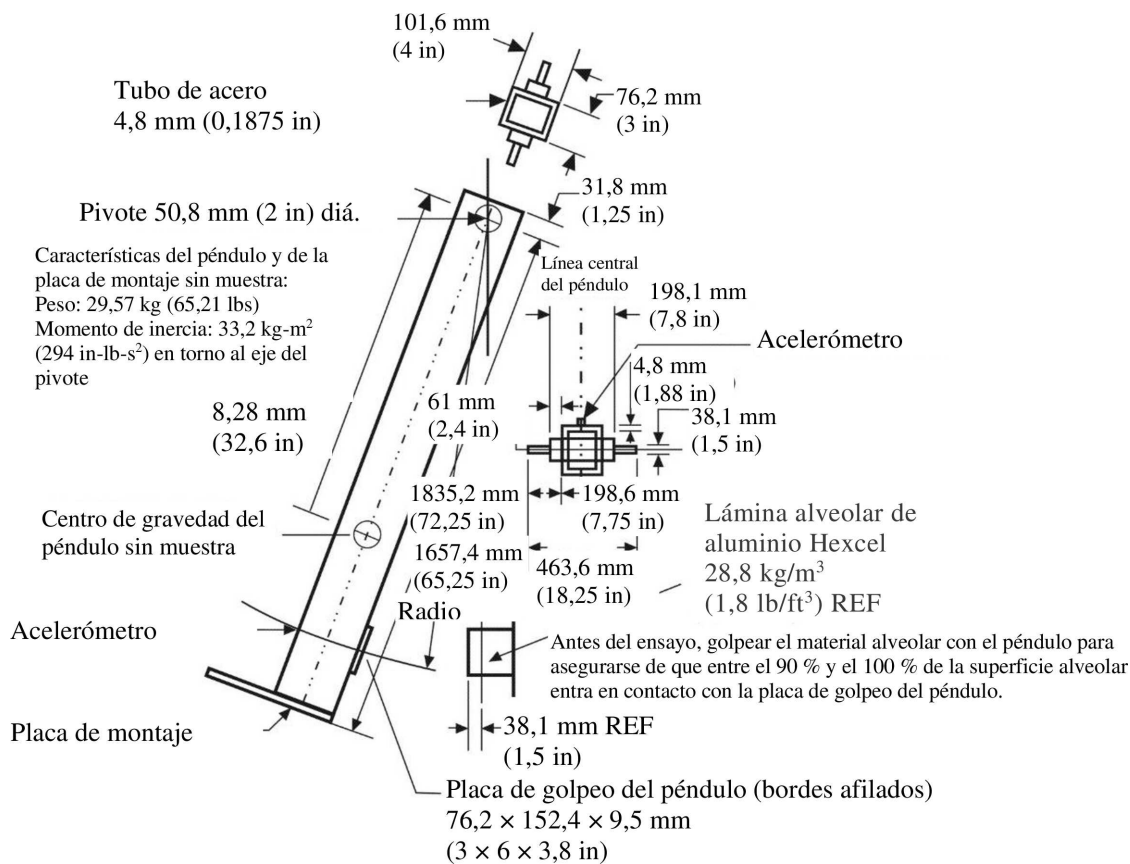


Figura 6

**Pasillo de desaceleración del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación de la columna lumbar**

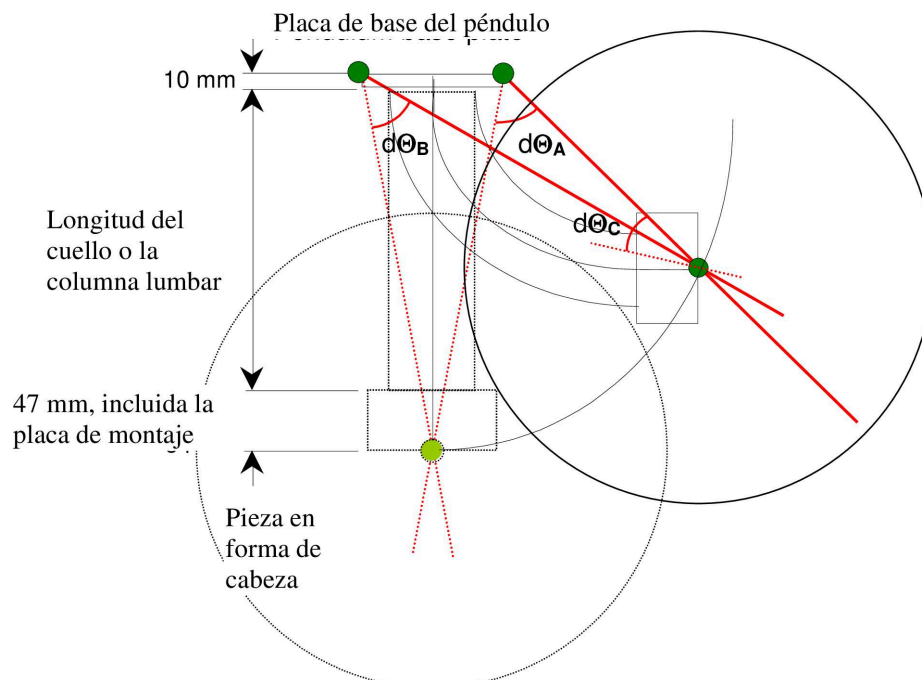


Figura 7

**Pasillo de cambio de velocidad del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación del cuello**

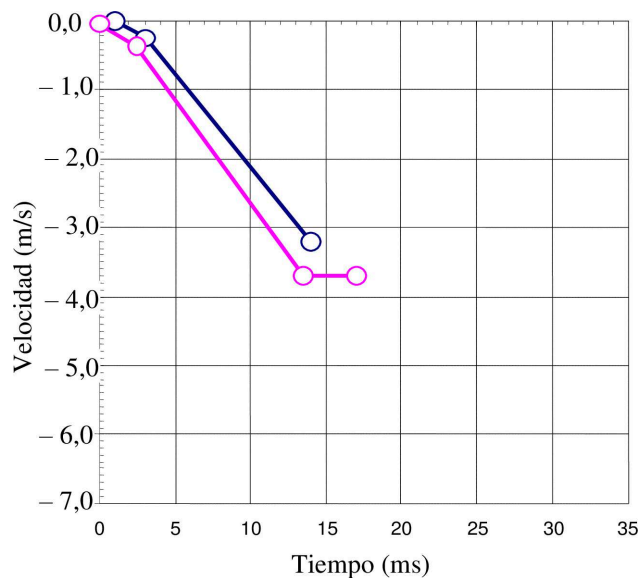
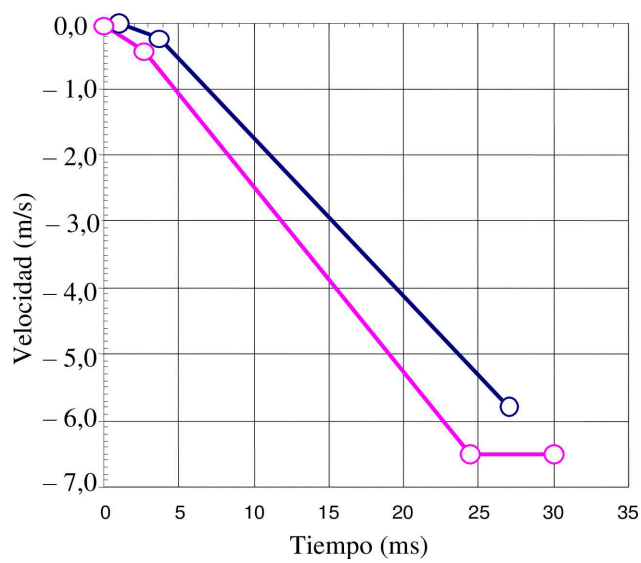


Figura 8

**Pasillo de cambio de velocidad del péndulo-tiempo para el ensayo de certificación de la columna lumbar**



## ANEXO 7

**Instalación del maniquí de colisión lateral**

1. Generalidades
  - 1.1. El maniquí de colisión lateral descrito en el anexo 6 debe utilizarse de acuerdo con el procedimiento de instalación que se expone a continuación.
2. Instalación
  - 2.1. Ajustar las articulaciones de las rodillas y los tobillos de modo que solo sostengan la parte inferior de la pierna y el pie cuando estén extendidos en posición horizontal (ajuste a 1-2 g).
  - 2.2. Comprobar que el maniquí esté adaptado a la dirección de impacto deseada.
  - 2.3. El maniquí deberá vestirse con pantalones ajustados de algodón elástico de media pierna y podrá vestirse con camiseta ajustada de algodón elástico de manga corta.
  - 2.4. Los pies deberán ir calzados con zapatos.
  - 2.5. Colocar el maniquí en el asiento delantero exterior del lado impactado, con arreglo a la especificación del procedimiento de ensayo de colisión lateral.
  - 2.6. El plano de simetría del maniquí deberá coincidir con el plano mediano vertical de la plaza de asiento especificada.
  - 2.7. La pelvis del maniquí deberá colocarse de modo que una línea lateral que atraviese los puntos H del maniquí sea perpendicular al plano central longitudinal del asiento. La línea a través de los puntos H del maniquí deberá ser horizontal, con una inclinación máxima de  $\pm 2^\circ$  <sup>(1)</sup>.

La posición correcta de la pelvis del maniquí puede comprobarse en relación con el punto H del maniquí del punto H mediante los orificios M<sub>3</sub> de las placas posteriores del punto H en cada lado de la pelvis ES-2. Los orificios M<sub>3</sub> llevan la indicación «Hm». Deben encontrarse en un círculo de 10 mm de radio en torno al punto H del maniquí del punto H.

Posición correcta de la pelvis del maniquí
  - 2.8. La parte superior del torso deberá inclinarse hacia delante y a continuación volver a apoyarse firmemente en el respaldo (véase la nota 1). Los hombros del maniquí deberán estar totalmente echados hacia atrás.
  - 2.9. Sea cual sea la plaza de asiento del maniquí, el ángulo entre la parte superior del brazo y la línea de referencia torso-brazo de cada lado deberá ser de  $40^\circ \pm 5^\circ$ . La línea de referencia torso-brazo se define como la intersección del plano tangente a la superficie frontal de las costillas y el plano vertical longitudinal del maniquí que contiene el brazo.
  - 2.10. En la plaza de asiento del conductor, sin inducir movimiento alguno de la pelvis o del torso, colocar el pie derecho del maniquí sobre el pedal del acelerador sin apretar este, con el talón descansando sobre el suelo lo más adelantado posible. Colocar el pie izquierdo perpendicular a la parte inferior de la pierna, con el talón descansando sobre el suelo en la misma línea lateral que el talón derecho. Colocar las rodillas del maniquí de modo que sus superficies externas estén a  $150 \pm 10$  mm del plano de simetría del maniquí. Si es posible dentro de estas limitaciones, poner los muslos del maniquí en contacto con el almohadillado del asiento.
  - 2.11. En cuanto a las demás plazas de asiento, y sin provocar movimiento alguno de la pelvis o del torso, colocar los talones del maniquí lo más adelantados posible en el suelo, sin comprimir el almohadillado del asiento más de la compresión debida al peso de la pierna. Colocar las rodillas del maniquí de modo que sus superficies externas estén a  $150 \pm 10$  mm del plano de simetría del maniquí.

<sup>(1)</sup> El maniquí puede equiparse con sensores de inclinación en el tórax y en la pelvis. Estos instrumentos pueden ayudar a encontrar la posición deseada.

## ANEXO 8

**Ensayo parcial**

## 1. Propósito

El propósito de estos ensayos es verificar si el vehículo modificado presenta al menos las mismas (o mejores) características de absorción de energía que el tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento.

## 2. Procedimientos e instalaciones

## 2.1. Ensayos de referencia

2.1.1. Se realizarán dos ensayos dinámicos con dos impactadores diferentes utilizando los materiales de relleno ensayados durante la homologación del vehículo, montados en una nueva estructura lateral del vehículo que se vaya a homologar (figura 1).

2.1.1.1. El impactador con forma de cabeza definido en el punto 3.1.1 del presente anexo golpeará a 24,1 km/h el área impactada por la cabeza Eurosid durante la homologación del vehículo. Se registrarán los resultados del ensayo y se calculará el CCC. No obstante, no se realizará este ensayo cuando, durante los ensayos descritos en el anexo 4, la cabeza no haya entrado en contacto con nada, o lo haya hecho solamente contra una luna, siempre que esta no sea de vidrio laminado.

2.1.1.2. El impactador en forma de cuerpo, definido en el punto 3.2.1, golpeará a 24,1 km/h el área lateral impactada por el hombro, el brazo y el tórax Eurosid durante la homologación del vehículo. Se registrarán los resultados del ensayo y se calculará el CCC.

## 2.2. Ensayo de homologación

2.2.1. Se repetirán los ensayos especificados en los puntos 2.1.1.1 y 2.1.1.2 utilizando los nuevos materiales de relleno, asientos, etc. presentados para la extensión de la homologación y montados en una nueva estructura lateral del vehículo, se registrarán los nuevos resultados de los ensayos y se calculará el CCC.

2.2.1.1. Si los CCC calculados a partir de los resultados de ambos ensayos de homologación son inferiores a los CCC obtenidos en los ensayos de referencia (llevados a cabo utilizando los materiales de relleno o los asientos originales de tipo homologado), deberá concederse la extensión.

2.2.1.2. Si los nuevos CCC son superiores a los CCC obtenidos en los ensayos de referencia, deberá llevarse a cabo un nuevo ensayo a escala real (utilizando los materiales de relleno, asientos, etc. propuestos).

## 3. Equipo de ensayo

## 3.1. Impactador con forma de cabeza (figura 2)

3.1.1. Este aparato consiste en un impactador lineal totalmente guiado, rígido, con una masa de 6,8 kg. Su superficie de impacto es hemisférica, con un diámetro de 165 mm.

3.1.2. El impactador con forma de cabeza deberá ir provisto de dos acelerómetros y un velocímetro, todos ellos capaces de medir valores en la dirección de impacto.

## 3.2. Impactador con forma de cuerpo (figura 3)

3.2.1. Este aparato consiste en un impactador lineal totalmente guiado, rígido, con una masa de 30 kg. Sus dimensiones y sección transversal se muestran en la figura 3.

3.2.2. El impactador con forma de cuerpo deberá ir provisto de dos acelerómetros y un velocímetro, todos ellos capaces de medir valores en la dirección de impacto.

## ANEXO 9

**Procedimientos de ensayo para los vehículos equipados con tren motor eléctrico**

En el presente anexo se describen los procedimientos de ensayo para demostrar el cumplimiento de los requisitos de seguridad eléctrica del punto 5.3.7. Por ejemplo, las mediciones con megóhmetro u osciloscopio son una alternativa adecuada al procedimiento descrito más adelante para medir la resistencia de aislamiento. En este caso puede ser necesario desactivar el sistema de a bordo de seguimiento de la resistencia de aislamiento.

Antes de proceder al ensayo de colisión del vehículo, deberá medirse y registrarse la tensión de los buses de alta tensión ( $U_b$ ) (véase la figura 1) para confirmar que se encuentra dentro de la tensión de funcionamiento del vehículo especificada por el fabricante de este.

1. Configuración y equipo del ensayo

Si se emplea una función de desconexión de la alta tensión, las mediciones deberán hacerse a ambos lados del dispositivo que desempeñe dicha función.

No obstante, si el desconector de alta tensión está integrado en el SAEER o en el sistema de conversión de la energía y el bus de alta tensión del SAEER o del sistema de conversión de la energía está protegido conforme al grado de protección IPXXB tras el ensayo de colisión, las mediciones podrán hacerse únicamente entre el dispositivo que desempeñe la función de desconexión y las cargas eléctricas.

El voltímetro utilizado en este ensayo deberá medir valores de CC y tener una resistencia interna de por lo menos 10 M $\Omega$ .

2. Instrucciones que podrán seguirse si se mide la tensión

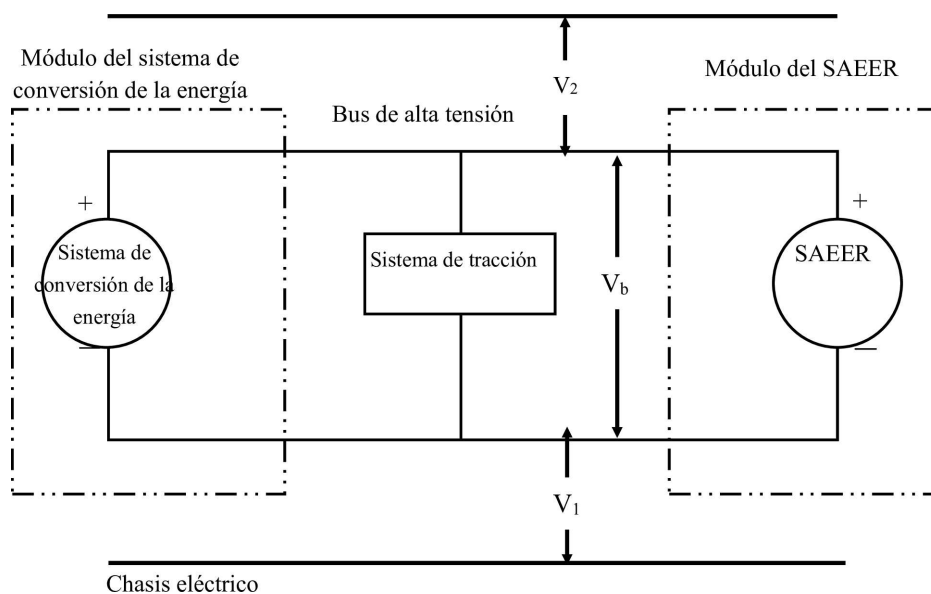
Tras el ensayo de colisión, determinar las tensiones de los buses de alta tensión ( $U_b$ ,  $U_1$  y  $U_2$ ) (véase la figura 1).

La tensión deberá medirse no antes de diez segundos ni después de sesenta segundos tras el impacto.

Este procedimiento no es aplicable si el ensayo se realiza con el tren motor eléctrico sin energizar.

Figura 1

**Medición de  $U_b$ ,  $U_1$  y  $U_2$**



3. Procedimiento de evaluación de la energía eléctrica baja

Antes del impacto se conectan en paralelo al condensador pertinente (véase la figura 2) un interruptor  $S_1$  y una resistencia de descarga conocida  $R_e$ .

- a) No antes de diez segundos ni después de sesenta segundos tras el impacto deberá cerrarse el interruptor  $S_1$  mientras se miden y registran la tensión  $U_b$  y la corriente  $I_e$ . El producto de la tensión  $U_b$  y la corriente  $I_e$  deberá integrarse en el período de tiempo que va desde el momento en que se cierra el interruptor  $S_1$  ( $t_c$ ) hasta el momento en que la tensión  $U_b$  cae por debajo del umbral de alta tensión de 60 V CC ( $t_h$ ). La integración resultante equivale a la energía total (TE) en julios.

$$TE = \int_{t_c}^{t_h} U_b \times I_e dt$$

- b) Si  $U_b$  se mide en un momento situado entre diez segundos y sesenta segundos tras el impacto y la capacidad de los condensadores X ( $C_x$ ) viene indicada por el fabricante, la energía total (TE) se calculará conforme a la fórmula siguiente:

$$TE = 0,5 \times C_x \times U_b^2$$

- c) Si  $U_1$  y  $U_2$  (véase la figura 1) se miden en un momento situado entre diez segundos y sesenta segundos después del impacto y las capacidades de los condensadores Y ( $C_{y1}$  y  $C_{y2}$ ) vienen indicadas por el fabricante, la energía total ( $TE_{y1}$  y  $TE_{y2}$ ) se calculará conforme a las fórmulas siguientes:

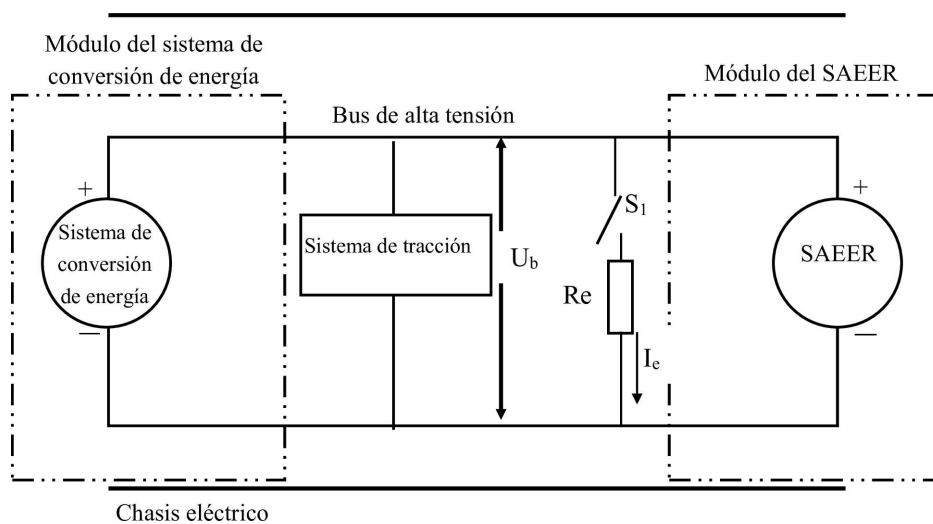
$$TE_{y1} = 0,5 \times C_{y1} \times U_1^2$$

$$TE_{y2} = 0,5 \times C_{y2} \times U_2^2$$

Este procedimiento no es aplicable si el ensayo se realiza con el tren motor eléctrico sin energizar.

Figura 2

**Ejemplo: medición de la energía del bus de alta tensión almacenada en los condensadores X**



4. Protección física

Tras el ensayo de colisión del vehículo deberá abrirse, desmontarse o retirarse, sin ayuda de herramientas, toda pieza que esté situada en torno a los componentes de alta tensión. Todas las piezas que queden alrededor de esos componentes se considerarán parte de la protección física.

Para evaluar la seguridad eléctrica, deberá introducirse el dedo de ensayo articulado descrito en la figura 3 en cualquier hueco o abertura de la protección física, con una fuerza de ensayo de 10 N  $\pm$  10 %. Si el dedo de ensayo articulado penetra parcial o íntegramente en la protección física, deberá colocarse en todas las posiciones que se especifican a continuación.

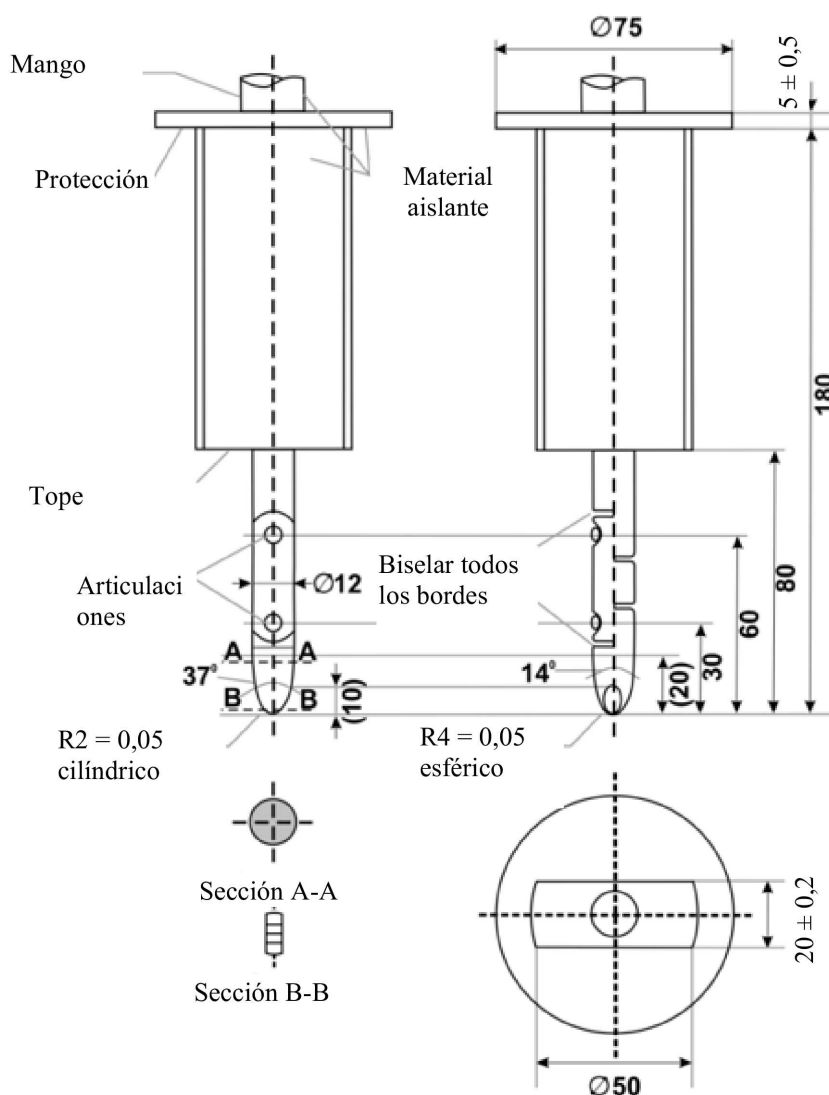
Partiendo de la posición erecta, las dos articulaciones del dedo de ensayo se girarán progresivamente en un ángulo de hasta 90° con respecto al eje de la sección adyacente del dedo y se colocarán en todas las posiciones posibles.

Las barreras internas de protección eléctrica se consideran parte de la envolvente.

Si procede, se empleará una lámpara adecuada para conectar en serie una baja tensión (no inferior a 40 V ni superior a 50 V) entre el dedo de ensayo articulado y las partes activas de alta tensión, dentro de la barrera de protección eléctrica o la envolvente.

Figura 3

## Dedo de ensayo articulado

Calibre de acceso  
(Dimensiones en mm)IPXXB **Dedo de ensayo articulado**

Material: metal, salvo que se especifique otra cosa.

Dimensiones lineales en milímetros

Tolerancias con respecto a las dimensiones sin una tolerancia específica:

- a) en los ángulos: + 0 / - 10 segundos;
- b) en las dimensiones lineales:
  - i) hasta 25 mm: + 0 / - 0,05;
  - ii) más de 25 mm: ± 0,2.

Las dos articulaciones deberán permitir un movimiento de 90° en el mismo plano y la misma dirección, con una tolerancia de 0 a + 10°.

Se considerará que se cumplen los requisitos del punto 5.3.7.1.3 del presente Reglamento si no se consigue que el dedo de ensayo articulado descrito en la figura 3 toque las partes activas de alta tensión.

Si es preciso, podrá utilizarse un espejo o un fibroscopio para verificar si el dedo de ensayo articulado toca los buses de alta tensión.

Si el cumplimiento de este requisito se verifica mediante un circuito de señales entre el dedo de ensayo articulado y las partes activas de alta tensión, la lámpara deberá permanecer apagada.

4.1. Método de ensayo para medir la resistencia eléctrica:

- a) Método de ensayo con comprobador de resistencia.
 

El comprobador de resistencia está conectado a los puntos de medición (normalmente, el chasis eléctrico y la envolvente electroconductora o barrera de protección eléctrica) y la resistencia se mide utilizando un comprobador de resistencia que cumpla la especificación siguiente:

  - i) comprobador de resistencia: corriente de medición de al menos 0,2 A;
  - ii) resolución: igual o inferior a 0,01 Ω;
  - iii) La resistencia R será inferior a 0,1 Ω.
- b) Método de ensayo con alimentación de corriente continua, voltímetro y amperímetro.
 

La fuente de alimentación de CC, el voltímetro y el amperímetro están conectados a los puntos de medición (típicamente, chasis eléctrico y envolvente electroconductora o barrera de protección eléctrica). La tensión de la fuente de alimentación de CC se ajusta de manera que el flujo de corriente sea de al menos 0,2 A.

Se miden la corriente «I» y la tensión «U».

Se calcula la resistencia «R» aplicando la fórmula siguiente:

$$R = U / I$$

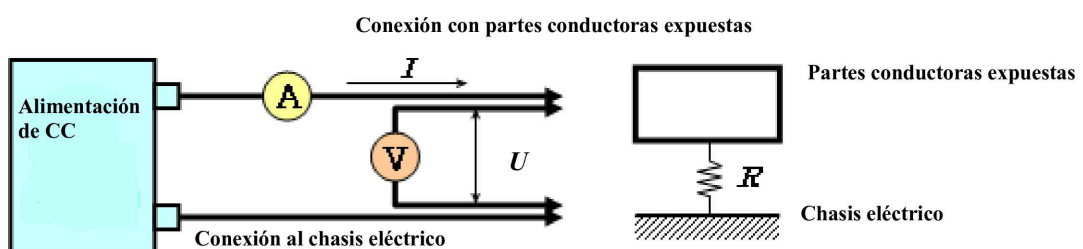
La resistencia R será inferior a 0,1 Ω.

*Nota:* Si se utilizan cables conductores para medir la tensión y la corriente, cada cable conductor deberá estar conectado de forma independiente a la barrera de protección eléctrica, la envolvente o el chasis eléctrico. El terminal puede ser común para la medición de tensión y la medición de corriente.

Abajo se muestra un ejemplo del método de ensayo con alimentación de CC, voltímetro y amperímetro.

Figura 4

Ejemplo de método de ensayo con alimentación de CC



## 5. Resistencia de aislamiento

### 5.1. Generalidades

La resistencia de aislamiento de cada bus de alta tensión del vehículo se medirá o se determinará calculando los valores de medición de cada pieza o componente de un bus de alta tensión.

Todas las mediciones para calcular la tensión o tensiones y el aislamiento eléctrico se efectúan al menos 10 s después del impacto.

### 5.2. Método de medición

La medición de la resistencia de aislamiento se realiza seleccionando un método de medición adecuado de entre los que figuran en los puntos 5.2.1 a 5.2.2 del presente anexo, dependiendo de la carga eléctrica de las partes activas o de la resistencia de aislamiento.

El rango del circuito eléctrico que deberá medirse se aclara por adelantado, utilizando diagramas de circuitos eléctricos. Si los buses de alta tensión están aislados conductivamente entre sí, se medirá la resistencia de aislamiento para cada circuito eléctrico.

Además, podrán realizarse las modificaciones necesarias para medir la resistencia de aislamiento, como quitar la tapa para alcanzar las partes activas, trazar líneas de medición y modificar el software.

En caso de que los valores medidos no sean estables por el funcionamiento del sistema de a bordo para la supervisión de la resistencia de aislamiento, podrán realizarse las modificaciones necesarias para realizar la medición deteniendo el funcionamiento del dispositivo en cuestión o quitándolo. Además, al retirar el dispositivo, se utilizará un conjunto de dibujos para demostrar que la resistencia de aislamiento entre las partes activas y el chasis eléctrico permanece inalterada.

Estas modificaciones no deberán influir en los resultados de los ensayos.

Se extremarán las precauciones para evitar cortocircuitos y choques eléctricos, ya que esta confirmación podría exigir operaciones directas del circuito de alta tensión.

#### 5.2.1. Método de medición utilizando tensión CC procedente de fuentes exteriores

##### 5.2.1.1. Instrumento de medición

Se utilizará un instrumento de ensayo de la resistencia de aislamiento capaz de aplicar una CC superior a la tensión de trabajo del bus de alta tensión.

##### 5.2.1.2. Método de medición

Se conectará un instrumento de ensayo de la resistencia de aislamiento entre las partes activas y el chasis eléctrico. A continuación, se medirá la resistencia de aislamiento aplicando un CC de, como mínimo, la mitad de la tensión de trabajo del bus de alta tensión.

Si el sistema tiene varios rangos de tensión (por ejemplo debido a un convertidor elevador) en un circuito conectado conductivamente y algunos de los componentes no pueden soportar la tensión de trabajo de todo el circuito, la resistencia de aislamiento entre dichos componentes y el chasis eléctrico pueden medirse por separado aplicando al menos la mitad de su propia tensión de trabajo con dichos componentes desconectados.

#### 5.2.2. Método de medición utilizando el SAEER del propio vehículo como fuente de CC

##### 5.2.2.1. Condiciones de ensayo de los vehículos

El bus de alta tensión está puesto bajo tensión por el SAEER o el sistema de conversión de energía del propio vehículo, y el nivel de tensión del SAEER o del sistema de conversión de energía durante el ensayo equivaldrá, como mínimo, a la tensión nominal de funcionamiento especificada por el fabricante del vehículo.

## 5.2.2.2. Instrumento de medición

El voltímetro utilizado en este ensayo deberá medir valores de CC y tener una resistencia interna de por lo menos 10 MΩ.

## 5.2.2.3. Método de medición

## 5.2.2.3.1. Primer paso

La tensión se mide tal como se muestra en la figura 1 y se registra la tensión del bus de alta tensión ( $U_b$ ).  $U_b$  equivaldrá, como mínimo, a la tensión nominal de funcionamiento del SAEER o del sistema de conversión de energía especificada por el fabricante del vehículo.

## 5.2.2.3.2. Segundo paso

Se mide y registra la tensión ( $U_1$ ) entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 1).

## 5.2.2.3.3. Tercer paso

Se mide y registra la tensión ( $U_2$ ) entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 1).

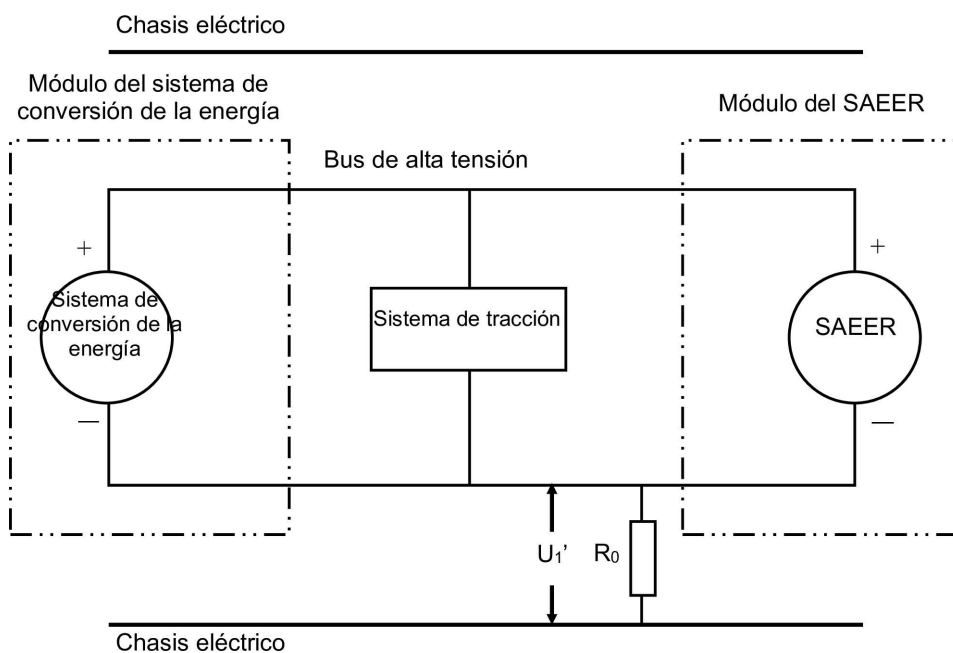
## 5.2.2.3.4. Cuarto paso

Si  $U_1$  es mayor o igual que  $U_2$ , insertar una resistencia estándar conocida ( $R_o$ ) entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico. Una vez instalada la resistencia  $R_o$ , medir la tensión ( $U_1'$ ) entre el polo negativo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico del vehículo (véase la figura 5).

Se calcula el aislamiento eléctrico ( $R_i$ ) aplicando la fórmula siguiente:

$$R_i = R_o * U_b * (1/U_1' - 1/U_1)$$

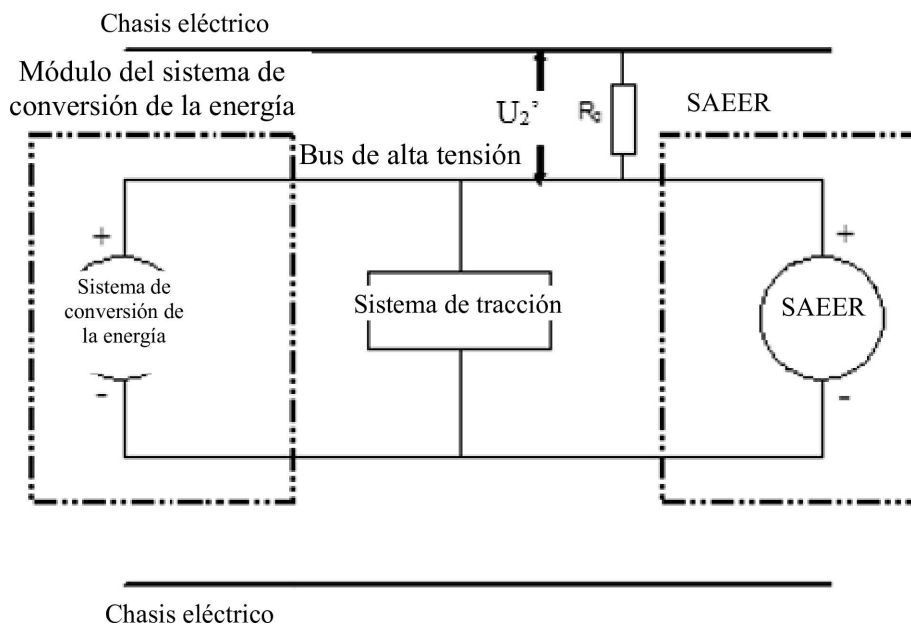
Figura 5

**Medición de  $U_1'$** 

Si  $U_2$  es mayor que  $U_1$ , insertar una resistencia estándar conocida ( $R_o$ ) entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico. Una vez instalada la resistencia  $R_o$ , medir la tensión ( $U_2'$ ) entre el polo positivo del bus de alta tensión y el chasis eléctrico (véase la figura 6). Se calcula el aislamiento eléctrico ( $R_i$ ) aplicando la fórmula siguiente:

$$R_i = R_o \cdot U_b \cdot (1/U_2' - 1/U_2)$$

Figura 6

**Medición de  $U_2'$** 

## 5.2.2.3.5. Quinto paso

El valor del aislamiento eléctrico  $R_i$  (en  $\Omega$ ) dividido por la tensión de trabajo del bus de alta tensión (en V) da la resistencia de aislamiento (en  $\Omega/V$ ).

*Nota:* La resistencia estándar conocida  $R_o$  (en  $\Omega$ ) debería corresponder al valor de la resistencia de aislamiento mínima requerida ( $\Omega/V$ ) multiplicado por la tensión de trabajo (V) del vehículo, más/menos el 20 %. No se requiere que la  $R_o$  equivalga exactamente a este valor, ya que las ecuaciones son válidas para cualquier  $R_o$ ; sin embargo, una  $R_o$  dentro de este intervalo debe proporcionar una buena resolución para las mediciones de la tensión.

## 6. Fugas de electrolito

En caso necesario, puede aplicarse un revestimiento adecuado a la protección física (carcasa) para confirmar si hay fugas de electrolito del SAEER debidas al ensayo. Salvo que el fabricante proporcione un medio para diferenciar las fugas de diferentes líquidos, toda fuga de líquido se considerará de electrolito.

## 7. El cumplimiento de los requisitos de retención del SAEER se determinará por inspección visual.

## ANEXO 10

**Condiciones y procedimientos de ensayo para evaluar la integridad del sistema de alimentación de combustible de hidrógeno tras la colisión**

1. Propósito  
Determinación del cumplimiento de los requisitos del punto 5.3.7 del presente Reglamento.
2. Definiciones  
A efectos del presente anexo, se entenderá por:
  - 2.1. «espacios cerrados», los volúmenes especiales dentro del vehículo (o el contorno del vehículo a través de las aberturas) externos al sistema de hidrógeno [sistema de almacenamiento, sistema de pilas de combustible, motor de combustión interna (ICE) y sistema de gestión del flujo de combustible];
  - 2.2. «compartimento para equipajes», espacio del vehículo destinado a alojar equipajes o mercancías, delimitado por el techo, el capó, el suelo y las paredes laterales y separado del habitáculo por la mampara delantera o la trasera;
  - 2.3. «presión nominal de trabajo (NWP)», la presión manométrica que caracteriza el funcionamiento típico de un sistema; en los recipientes de hidrógeno gaseoso comprimido, la NWP es la presión estabilizada del gas comprimido en un recipiente o un sistema de almacenamiento totalmente llenos a una temperatura uniforme de 15 °C.
3. Preparación, instrumental y condiciones de ensayo
  - 3.1. Sistemas de almacenamiento de hidrógeno comprimido y conductos posteriores
    - 3.1.1. Antes de realizar el ensayo de colisión deben instalarse en el sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido los instrumentos para proceder a las mediciones necesarias de la presión y la temperatura si el vehículo estándar no posee ya instrumentos que ofrezcan la exactitud exigida.
    - 3.1.2. A continuación, si es necesario, se purga el sistema de almacenamiento de hidrógeno siguiendo las instrucciones del fabricante, a fin de eliminar las impurezas del recipiente antes de llenar el sistema de almacenamiento con hidrógeno o helio gaseosos comprimidos. Dado que la presión en el sistema de almacenamiento varía según la temperatura, la presión de llenado buscada dependerá de la temperatura. La presión buscada se determinará con la siguiente ecuación:
$$P_{\text{objetivo}} = \text{NWP} \times (273 + T_o) / 288$$
donde NWP es la presión nominal de trabajo (en MPa),  $T_o$  es la temperatura ambiente a la que se espera que se estabilice el sistema de almacenamiento y  $P_{\text{objetivo}}$  es la presión de llenado buscada una vez estabilizada la temperatura.
    - 3.1.3. El recipiente se llena hasta un mínimo del 95 % de la presión de llenado buscada y se deja que se estabilice antes de realizar el ensayo de colisión.
    - 3.1.4. La válvula de cierre principal y las válvulas de bloqueo del hidrógeno gaseoso, situadas en los conductos posteriores del hidrógeno gaseoso, deben mantenerse abiertas en las condiciones normales de conducción inmediatamente antes del impacto.
  - 3.2. Espacios cerrados
    - 3.2.1. Se seleccionan sensores para medir, bien la acumulación de hidrógeno o helio gaseosos, bien la reducción de oxígeno (debida al desplazamiento de aire resultante de las fugas de hidrógeno o helio).
    - 3.2.2. Los sensores se calibran a partir de referencias identificables, para garantizar una exactitud de  $\pm 5$  % con respecto a los criterios buscados de volumen en el aire del 4 % en el caso del hidrógeno y del 3 % en el caso del helio, y una capacidad de medición a plena escala de al menos el 25 % por encima de los criterios buscados. El sensor deberá tener una capacidad de respuesta del 90 % ante una variación de plena escala de la concentración en un lapso de 10 s.

- 3.2.3. Antes del impacto de colisión, los sensores se colocan en el habitáculo y en el compartimento para equipajes del vehículo de la manera siguiente:
- a) a una distancia máxima de 250 mm del techo interior por encima del asiento del conductor o cerca de la parte central superior del habitáculo;
  - b) a una distancia máxima de 250 mm del suelo por delante del asiento trasero (o más trasero) del habitáculo; y
  - c) a una distancia máxima de 100 mm de la parte superior de los compartimentos para equipajes situados en el interior del vehículo que no se ven afectados directamente por el impacto de colisión concreto que se va a efectuar.

3.2.4. Los sensores están firmemente instalados en la estructura o en los asientos del vehículo y protegidos, de cara al ensayo de colisión previsto, de los fragmentos del vehículo, el gas del airbag y los posibles objetos proyectados. Las mediciones realizadas tras la colisión se registran con instrumentos situados en el interior del vehículo o por transmisión a distancia.

3.2.5. El ensayo puede realizarse, bien en el exterior, en una zona protegida del viento y de los posibles efectos del sol, bien en el interior, en un espacio suficientemente amplio o ventilado para impedir que la acumulación de hidrógeno supere el 10 % de los criterios buscados en el habitáculo y el compartimento para equipajes.

4. Medición de fugas tras la colisión en un sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido llenado con hidrógeno comprimido

4.1. La presión,  $P_o$  (en MPa), y la temperatura,  $T_o$  (en °C), del hidrógeno gaseoso se miden inmediatamente antes del impacto y, a continuación, en un intervalo de tiempo,  $\Delta t$  (en min), tras el impacto.

4.1.1. El intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , empieza cuando el vehículo queda inmovilizado después del impacto y continúa durante al menos 60 min.

4.1.2. El intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , se incrementará, si es necesario, para ajustar la exactitud de la medición en el caso de un sistema de almacenamiento de gran volumen que funcione a una presión de hasta 70 MPa; en tal caso,  $\Delta t$  puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$\Delta t = V_{SAHC} \times NWP / 1\,000 \times [(-0,027 \times NWP + 4) \times R_s - 0,21] - 1,7 \times R_s$$

donde  $R_s = P_s / NWP$ ,  $P_s$  es el intervalo de presión del sensor de presión (en MPa),  $NWP$  es la presión nominal de trabajo (en MPa),  $V_{SAHC}$  es el volumen del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (en L) y  $\Delta t$  es el intervalo de tiempo (en min).

4.1.3. Si el valor calculado de  $\Delta t$  es inferior a 60 min,  $\Delta t$  se fija en 60 min.

4.2. La masa inicial de hidrógeno en el sistema de almacenamiento puede calcularse como sigue:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0027 \times (P_o')^2 + 0,75 \times P_o' + 1,07$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{SAHC}$$

4.3. En consecuencia, la masa final de hidrógeno en el sistema de almacenamiento,  $M_f$ , al término del intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , puede calcularse como sigue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0027 \times (P_f')^2 + 0,75 \times P_f' + 1,07$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{SAHC}$$

donde  $P_f$  es la presión final medida (en MPa) al término del intervalo de tiempo y  $T_f$ , la temperatura final medida (en °C).

- 4.4. Por lo tanto, el caudal medio de hidrógeno durante el intervalo de tiempo es:

$$V_{H_2} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 2,016 \times (P_{\text{objetivo}} / P_o)$$

donde  $V_{H_2}$  es el caudal volumétrico medio (en NL/min) durante el intervalo de tiempo, y la expresión  $(P_{\text{objetivo}} / P_o)$  se utiliza para compensar las diferencias entre la presión inicial medida ( $P_o$ ) y la presión de llenado buscada ( $P_{\text{objetivo}}$ ).

5. Medición de fugas tras la colisión en un sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido llenado con helio comprimido

- 5.1. La presión,  $P_o$  (en MPa), y la temperatura,  $T_o$  (en °C), del helio gaseoso se miden inmediatamente antes del impacto y, a continuación, en un intervalo de tiempo predeterminado tras el impacto.

- 5.1.1. El intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , empieza cuando el vehículo queda inmovilizado después del impacto y continúa durante al menos 60 min.

- 5.1.2. El intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , se incrementará, si es necesario, para ajustar la exactitud de la medición en el caso de un sistema de almacenamiento de gran volumen que funcione a una presión de hasta 70 MPa; en tal caso,  $\Delta t$  puede calcularse con la ecuación siguiente:

$$\Delta t = V_{SAHC} \times NWP / 1\,000 \times [(-0,028 \times NWP + 5,5) \times R_s - 0,3] - 2,6 \times R_s$$

donde  $R_s = P_s / NWP$ ,  $P_s$  es el intervalo de presión del sensor de presión (en MPa),  $NWP$  es la presión nominal de trabajo (en MPa),  $V_{SAHC}$  es el volumen del sistema de almacenamiento de hidrógeno comprimido (en L) y  $\Delta t$  es el intervalo de tiempo (en min).

- 5.1.3. Si el valor calculado de  $\Delta t$  es inferior a 60 min,  $\Delta t$  se fija en 60 min.

- 5.2. La masa inicial de helio en el sistema de almacenamiento se calcula como sigue:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0043 \times (P_o')^2 + 1,53 \times P_o' + 1,49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{SAHC}$$

- 5.3. La masa final de helio en el sistema de almacenamiento al término del intervalo de tiempo,  $\Delta t$ , se calcula como sigue:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0043 \times (P_f')^2 + 1,53 \times P_f' + 1,49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{SAHC}$$

donde  $P_f$  es la presión final medida (en MPa) al término del intervalo de tiempo y  $T_f$ , la temperatura final medida (en °C).

- 5.4. Por lo tanto, el caudal medio de helio durante el intervalo de tiempo es:

$$V_{He} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 4,003 \times (P_{\text{objetivo}} / P_o)$$

donde  $V_{He}$  es el caudal volumétrico medio (en NL/min) durante el intervalo de tiempo, y la expresión  $(P_{\text{objetivo}} / P_o)$  se utiliza para compensar las diferencias entre la presión inicial medida ( $P_o$ ) y la presión de llenado buscada ( $P_{\text{objetivo}}$ ).

- 5.5. La conversión del caudal volumétrico medio de helio en caudal volumétrico medio de hidrógeno se calcula con la fórmula siguiente:

$$V_{H_2} = V_{He} / 0,75$$

donde  $V_{H_2}$  es el flujo volumétrico medio de hidrógeno correspondiente.

6. Medición de la concentración tras la colisión en espacios cerrados
  - 6.1. La recogida de datos tras la colisión en espacios cerrados comienza cuando el vehículo queda inmovilizado. Los datos procedentes de los sensores instalados conforme al punto 3.2 del presente anexo se recogen como mínimo cada cinco segundos durante los 60 min posteriores al ensayo. Podrá aplicarse a las mediciones un desfase de primer orden (constante de tiempo) de hasta un máximo de cinco segundos para hacer un «suavizado» y filtrar los efectos de los puntos de datos espurios.
-