

II

(Actos no legislativos)

ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

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 consultarse en la última versión del documento de situación CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Reglamento nº 13 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes sobre la homologación de vehículos de las categorías M, N y O con relación al frenado

Incorpora todo el texto válido hasta:

El suplemento 5 de la serie 10 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 15 de octubre de 2008

La corrección de errores 1 de la revisión 6. Fecha de entrada en vigor: 10 de marzo de 2009

La corrección de errores 2 de la revisión 6. Fecha de entrada en vigor: 24 de junio de 2009

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones
6. Ensayos
7. Modificación del tipo de vehículo o el sistema de frenado y extensión de la homologación
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos
12. Disposiciones transitorias

ANEXOS

- Anexo 1 — Equipos, dispositivos, métodos y condiciones de frenado no incluidos en el presente reglamento

- Anexo 2 — Comunicación relativa a la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o al cese definitivo de la producción, de un tipo de vehículo en lo que concierne al frenado, con arreglo al Reglamento n° 13
- Anexo 2 — Apéndice 1: Lista de datos del vehículo para las homologaciones conforme al Reglamento n° 90
- Anexo 2 — Apéndice 2: Certificado de homologación de tipo relativo al equipo de frenado del vehículo
- Anexo 3 — Disposición de las marcas de homologación
- Anexo 4 — Ensayos de frenado y rendimiento de los sistemas de frenado
- Anexo 4 — Apéndice: Procedimiento para controlar el estado de carga de las baterías
- Anexo 5 — Disposiciones adicionales aplicables a determinados vehículos según se especifica en el ADR
- Anexo 6 — Método de medición del tiempo de respuesta en vehículos equipados con sistemas de frenado de aire comprimido
- Anexo 6 — Apéndice: Ejemplos de simulador
- Anexo 7 — Disposiciones relativas a las fuentes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía)
- Anexo 8 — Disposiciones relativas a las condiciones específicas para sistemas de frenado de muelles
- Anexo 9 — Disposiciones relativas a los sistemas de frenado de estacionamiento equipados con un dispositivo mecánico de bloqueo del cilindro del freno (bloqueadores)
- Anexo 10 — Distribución del frenado entre los ejes de los vehículos y requisitos de compatibilidad entre vehículos tractores y remolques
- Anexo 11 — Casos en los que no es necesario realizar los ensayos de tipo I, de tipo II (o IIA) o de tipo III
- Anexo 11 — Apéndice 1: Cuadros I, II y III
- Anexo 11 — Apéndice 2: Procedimientos alternativos para los ensayos de tipo I y de tipo III de los frenos de remolque
- Anexo 11 — Apéndice 3: Modelo de acta de ensayo según lo prescrito en los puntos 3.7.1 y 3.7.2 del apéndice 2 del presente anexo
- Anexo 11 — Apéndice 4: Modelo de acta de ensayo para un dispositivo alternativo de ajuste automático del freno según lo prescrito en el punto 3.7.3 del apéndice 2 del presente anexo
- Anexo 12 — Condiciones de ensayo de vehículos equipados con sistemas de frenado de inercia
- Anexo 12 — Apéndice 1: Figuras 1-8
- Anexo 12 — Apéndice 2: Acta de ensayo del dispositivo de mando de sistemas de frenado de inercia
- Anexo 12 — Apéndice 3: Acta de ensayo del freno
- Anexo 12 — Apéndice 4: Acta de ensayo sobre la compatibilidad del dispositivo de mando del freno de inercia, la transmisión y los frenos del remolque
- Anexo 13 — Requisitos de ensayo aplicables a los vehículos equipados con sistemas antibloqueo
- Anexo 13 — Apéndice 1: Símbolos y definiciones
- Anexo 13 — Apéndice 2: Utilización de la adherencia
- Anexo 13 — Apéndice 3: Rendimiento sobre superficies de distinta adherencia

- Anexo 13 — Apéndice 4: Método de selección de las superficies de baja adherencia
- Anexo 14 — Condiciones de ensayo para los remolques con sistemas de frenado eléctricos
- Anexo 14 — Apéndice: Compatibilidad del coeficiente de frenado del remolque y la desaceleración media estabilizada del conjunto vehículo tractor-remolque (remolque con y sin carga)
- Anexo 15 — Método de ensayo con dinamómetro de inercia para forros de freno
- Anexo 16 — (Reservado)
- Anexo 17 — Procedimiento de ensayo para evaluar la compatibilidad funcional de los vehículos equipados con conductos de control eléctricos
- Anexo 18 — Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos de control del vehículo complejos
- Anexo 19 — Ensayo de rendimiento de los componentes de frenado del remolque
- Anexo 19 — Apéndice 1: Modelo de informe de verificación para cámaras de freno de diafragma
- Anexo 19 — Apéndice 2: Modelo de registro de los resultados de los ensayos para cámaras de freno de diafragma
- Anexo 19 — Apéndice 3: Modelo de informe de verificación para frenos de muelle
- Anexo 19 — Apéndice 4: Modelo de registro de los resultados de los ensayos para frenos de muelle
- Anexo 19 — Apéndice 5: Ficha de características del sistema de frenado antibloqueo de remolque
- Anexo 19 — Apéndice 6: Acta de ensayo del sistema de frenado antibloqueo de remolque
- Anexo 19 — Apéndice 7: Símbolos y definiciones
- Anexo 19 — Apéndice 8: Formulario para la documentación del ensayo de campo según lo prescrito en el punto 4.4.2.9 del presente anexo
- Anexo 20 — Procedimiento alternativo para la homologación de tipo de remolques
- Anexo 20 — Apéndice 1: Método para calcular la altura del centro de gravedad
- Anexo 20 — Apéndice 2: Gráfico de verificación para el punto 3.2.1.5. Semirremolques
- Anexo 20 — Apéndice 3: Gráfico de verificación para el punto 3.2.1.6. Remolques de eje central
- Anexo 20 — Apéndice 4: Gráfico de verificación para el punto 3.2.1.7. Remolques completos
- Anexo 20 — Apéndice 5: Símbolos y definiciones
1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 1.1. El presente Reglamento se aplica a los vehículos de las categorías M2, M3, N y O ⁽¹⁾ con relación al frenado ⁽²⁾.
- 1.2. El presente Reglamento no se aplica:

⁽¹⁾ Con arreglo a la definición que figura en el anexo 7 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3) (documento TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, modificado en último lugar por la enmienda 4).

⁽²⁾ De acuerdo con las fechas de aplicación indicadas en el apartado 12 del presente Reglamento, los requisitos de frenado para vehículos de la categoría M₁ se incluyen exclusivamente en el Reglamento n° 13-H. Para vehículos de la categoría N₁, las Partes contratantes signatarias de ambos Reglamentos deberán reconocer como válidas las homologaciones concedidas conforme a cualquiera de ellos.

- 1.2.1. a los vehículos cuya velocidad máxima por construcción no supere los 25 km/h;
 - 1.2.2. a los remolques que no pueden acoplarse a vehículos de motor con una velocidad máxima por construcción superior a 25 km/h;
 - 1.2.3. a los vehículos adaptados para conductores con discapacidad.
 - 1.3. Sin perjuicio de las disposiciones aplicables del presente Reglamento, no se incluyen en su ámbito de aplicación los equipos, dispositivos, métodos y condiciones enumerados en el anexo I.
2. DEFINICIONES
A efectos del presente Reglamento se entenderá por:
 - 2.1. «Homologación de un vehículo»: la homologación de un tipo de vehículo en lo que concierne al frenado.
 - 2.2. «Tipo de vehículo»: una categoría de vehículos que no difieren en aspectos esenciales como:
 - 2.2.1. en el caso de un vehículo de motor,
 - 2.2.1.1. la categoría de vehículo (véase el punto 1.1);
 - 2.2.1.2. la masa máxima, según el punto 2.16;
 - 2.2.1.3. la distribución de la masa entre los ejes;
 - 2.2.1.4. la velocidad máxima por construcción;
 - 2.2.1.5. un tipo diferente de equipo de frenado, concretamente la presencia o no de un equipo para el frenado de un remolque, o la presencia de un sistema de frenado eléctrico regenerativo;
 - 2.2.1.6. el número y la disposición de los ejes;
 - 2.2.1.7. el tipo de motor;
 - 2.2.1.8. el número de marchas y los desarrollos;
 - 2.2.1.9. las relaciones de desmultiplicación final;
 - 2.2.1.10. las dimensiones de los neumáticos;
 - 2.2.2. en el caso de un remolque,
 - 2.2.2.1. la categoría de vehículo (véase el punto 1.1);
 - 2.2.2.2. la masa máxima, según el punto 2.16;
 - 2.2.2.3. la distribución de la masa entre los ejes;
 - 2.2.2.4. un tipo diferente de equipo de frenado;
 - 2.2.2.5. el número y la disposición de los ejes;
 - 2.2.2.6. las dimensiones de los neumáticos.
 - 2.3. «Sistema de frenado»: la combinación de piezas que tiene por función disminuir progresivamente la velocidad de un vehículo en movimiento, hacer que se detenga o mantenerlo inmóvil si ya está parado; estas funciones se especifican en el punto 5.1.2. El sistema está compuesto por el mando, la transmisión y el freno propiamente dicho.

- 2.4. «Mando»: la pieza directamente accionada por el conductor (o, en el caso de algunos remolques, por un ayudante) para proporcionar a la transmisión la energía necesaria para frenarla o regularla. Esta energía puede ser la fuerza muscular del conductor o provenir de otra fuente controlada por él, o bien, en los casos pertinentes, la energía cinética de un remolque, o una combinación de estos diversos tipos de energía.
- 2.4.1. «Accionamiento»: tanto apretar como soltar el mando.
- 2.5. «Transmisión»: la combinación de componentes que están situados entre el mando y el freno y los unen de manera funcional. La transmisión puede ser mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica o mixta. Cuando la energía de frenado proviene o se ayuda de una fuente independiente del conductor, la reserva de energía del sistema forma también parte de la transmisión.
- La transmisión se divide en dos funciones independientes: la transmisión de control y la transmisión de energía. Cuando en el presente Reglamento se utilice solamente el término «transmisión», se estará haciendo alusión a ambas. Los conductos de control y de alimentación entre los vehículos tractores y los remolques no se considerarán parte de la transmisión.
- 2.5.1. «Transmisión de control»: la combinación de los componentes de la transmisión que regulan el funcionamiento de los frenos, incluida la función de control y las reservas de energía necesarias.
- 2.5.2. «Transmisión de energía»: la combinación de los componentes que suministran a los frenos la energía necesaria para funcionar, incluidas las reservas de energía para su funcionamiento.
- 2.6. «Freno»: la pieza sobre la que se ejercen las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo. El freno puede ser de fricción (cuando las fuerzas se generan por el rozamiento entre dos piezas del vehículo que se mueven una con respecto a la otra); eléctrico (cuando las fuerzas se generan por la acción electromagnética entre dos piezas del vehículo que se mueven una con respecto a la otra, pero sin contacto entre sí); hidráulico (cuando las fuerzas se generan por la acción de un líquido situado entre dos piezas del vehículo que se mueven una con respecto a la otra); o de motor (cuando las fuerzas proceden de un aumento artificial de la acción de frenado del motor que se transmite a las ruedas).
- 2.7. «Sistemas de frenado de tipos diferentes»: los sistemas que difieren esencialmente por presentar:
- 2.7.1. componentes con características diferentes;
- 2.7.2. un componente hecho de materiales de características diferentes o que tiene forma o tamaño diferentes;
- 2.7.3. un montaje diferente de los componentes.
- 2.8. «Componente del sistema de frenado»: cada una de las piezas que, una vez montadas, forman el sistema de frenado.
- 2.9. «Frenado continuo»: el frenado de un conjunto de vehículos por medio de una instalación con las siguientes características:
- 2.9.1. un mando único que el conductor acciona progresivamente desde su asiento con una sola maniobra;
- 2.9.2. la energía utilizada para el frenado de los vehículos que constituyen el conjunto la proporciona una misma fuente (que puede ser la fuerza muscular del conductor);
- 2.9.3. la instalación de frenado asegura, de forma simultánea o en el orden conveniente, el frenado de cada uno de los vehículos que constituyen el conjunto, cualquiera que sea su posición relativa.
- 2.10. «Frenado semicontinuo»: el frenado de un conjunto de vehículos por medio de una instalación con las siguientes características:

- 2.10.1. un mando único que el conductor acciona progresivamente desde su asiento con una sola maniobra;
- 2.10.2. la energía utilizada para el frenado de los vehículos que constituyen el conjunto la proporcionan dos fuentes diferentes (una de las cuales puede ser la fuerza muscular del conductor);
- 2.10.3. la instalación de frenado asegura, de forma simultánea o en el orden conveniente, el frenado de cada uno de los vehículos que constituyen el conjunto, cualquiera que sea su posición relativa.
- 2.11. «Frenado automático»: el frenado de los remolques que se produce automáticamente en caso de separación de los elementos integrantes del conjunto de vehículos acoplados, en especial si se rompe el enganche, sin que se anule la eficacia del frenado del resto del conjunto.
- 2.12. «Frenado de inercia»: el frenado con ayuda de las fuerzas que genera el acercamiento del remolque al vehículo tractor.
- 2.13. «Frenado progresivo y graduado»: aquel durante el cual, dentro del intervalo de funcionamiento normal del equipo, y mientras se accionan los frenos (véase el punto 2.4.1),
 - 2.13.1. el conductor puede, en todo momento, aumentar o disminuir la fuerza de frenado utilizando el mando,
 - 2.13.2. la fuerza de frenado varía proporcionalmente al accionamiento del mando (función monótona), y
 - 2.13.3. la fuerza de frenado se puede regular fácilmente con la precisión suficiente.
- 2.14. «Frenado en fases»: un medio que puede emplearse cuando dos o más fuentes de frenado se accionan con un mismo mando, pudiendo dar prioridad a una fuente sobre las otras de modo que haya que accionar con más intensidad el mando para poner en funcionamiento estas otras fuentes.
- 2.15. «Sistema de frenado de resistencia»: un sistema de frenado adicional capaz de ejercer y mantener un efecto de frenado durante mucho tiempo sin que se reduzca significativamente el rendimiento. El término «sistema de frenado de resistencia» abarca el sistema completo, incluido el dispositivo de mando.
 - 2.15.1. El sistema de frenado de resistencia puede estar compuesto por uno o varios dispositivos. Cada dispositivo puede tener su propio mando.
 - 2.15.2. Configuraciones de control de los sistemas de frenado de resistencia
 - 2.15.2.1. «sistema de frenado de resistencia independiente»: aquel cuyo dispositivo de mando no forma parte del sistema de frenado de servicio u otro sistema de frenado;
 - 2.15.2.2. «sistema de frenado de resistencia integrado»: aquel cuyo dispositivo de mando está integrado en el del sistema de frenado de servicio, de tal manera que los sistemas de frenado de resistencia y de servicio se aplican simultáneamente o en el orden conveniente manejando el dispositivo de mando combinado;
 - 2.15.2.3. «sistema de frenado de resistencia combinado»: un sistema de frenado de resistencia integrado que además está provisto de un dispositivo de desactivación que permite aplicar solamente el sistema de frenado de servicio por medio del mando combinado.
- 2.16. «Vehículo con carga»: salvo que se indique lo contrario, el vehículo cargado de forma que alcance su «masa máxima».
- 2.17. «Masa máxima»: la masa máxima técnicamente admisible según la declaración del fabricante del vehículo (esta masa puede ser superior a la «masa máxima admisible» establecida por la administración nacional).
- 2.18. «Distribución de la masa entre los ejes»: la distribución entre los ejes del efecto de la gravedad sobre la masa del vehículo y su contenido.

- 2.19. «Carga por rueda o eje»: la reacción (fuerza) vertical estática ejercida por la superficie de la calzada en la zona de contacto de las ruedas del eje.
- 2.20. «Carga estacionaria máxima por rueda o eje»: la carga estacionaria por rueda o eje alcanzada con el vehículo cargado.
- 2.21. «Frenado eléctrico regenerativo»: un sistema de frenado que, durante la desaceleración, convierte la energía cinética del vehículo en energía eléctrica.
- 2.21.1. «Mando de frenado eléctrico regenerativo»: el dispositivo que modula el funcionamiento del sistema de frenado eléctrico regenerativo.
- 2.21.2. «Sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A»: el que no forma parte del sistema de frenado de servicio.
- 2.21.3. «Sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B»: el que forma parte del sistema de frenado de servicio.
- 2.21.4. «Estado de carga eléctrica»: la relación instantánea de la cantidad de energía eléctrica almacenada en la batería de tracción con respecto a la capacidad máxima de almacenamiento de esta batería.
- 2.21.5. «Batería de tracción»: un conjunto de acumuladores que constituyen el almacén de energía del que se alimentan los motores de tracción del vehículo.
- 2.22. «Sistema de frenado hidráulico con energía almacenada»: un sistema de frenado cuya energía proviene de un fluido hidráulico a presión almacenado en uno o varios acumuladores alimentados por una o varias bombas de presión, cada una de las cuales está provista de un limitador que impide superar un valor máximo de presión. Dicho valor será especificado por el fabricante.
- 2.23. «Bloqueo simultáneo de las ruedas delanteras y traseras»: aquella condición en la que el lapso entre el primer bloqueo de la última (segunda) rueda del eje trasero y el primer bloqueo de la última (segunda) rueda del eje delantero es inferior a 0,1 s.
- 2.24. «Conducto de control eléctrico»: la conexión eléctrica entre el vehículo de motor y el remolque que proporciona la función de control del frenado al remolque. Está compuesta por el cableado y el conector eléctricos e incluye las piezas necesarias para la comunicación de datos y la alimentación eléctrica que requiere la transmisión de control del remolque.
- 2.25. «Comunicación de datos»: la transferencia de datos digitales conforme a las normas de un protocolo.
- 2.26. «Punto a punto»: la topología de una red de comunicación con solo dos unidades. Cada unidad posee una resistencia terminal integrada para la línea de comunicación.
- 2.27. «Mando de la fuerza de acoplamiento»: un sistema o una función que equilibra automáticamente el coeficiente de frenado del vehículo tractor y el remolque.
- 2.28. «Valor nominal»: definiciones del rendimiento de frenado de referencia, necesarias para dar un valor a la función de transferencia del sistema de frenado poniendo en relación los valores de entrada y de salida de los vehículos utilizados independientemente o combinados.
- 2.28.1. «Valor nominal»: en el caso de un vehículo de motor, la característica demostrable en la homologación de tipo que relaciona el coeficiente de frenado del vehículo por sí solo con el nivel de la variable de entrada del frenado.
- 2.28.2. «Valor nominal»: en el caso de un remolque, la característica demostrable en la homologación de tipo que relaciona el coeficiente de frenado con la señal del cabezal de acoplamiento.
- 2.28.3. «Valor nominal de la demanda»: en cuanto al mando de la fuerza de acoplamiento, la característica que relaciona la señal del cabezal de acoplamiento con el coeficiente de frenado y que es demostrable en la homologación de tipo, dentro de los límites de las bandas de compatibilidad del anexo 10.

- 2.29. «Frenado de mando automático»: una función, dentro de un sistema de control electrónico complejo, en la que los sistemas de frenado o los frenos de algunos ejes se accionan para reducir la velocidad del vehículo por medio o no de una maniobra directa del conductor, y que resulta de la evaluación automática de la información suministrada por los sistemas de a bordo.
- 2.30. «Frenado selectivo»: una función, dentro de un sistema de control electrónico complejo, en la que cada freno se acciona por medios automáticos y la desaceleración del vehículo se deriva de una modificación de su comportamiento.
- 2.31. «Fuerzas de frenado de referencia»: las fuerzas de frenado de un eje generadas en la circunferencia del neumático sobre un banco de pruebas de rodillos para frenos con relación a la presión del accionador del freno, declaradas en el momento de la homologación de tipo.
- 2.32. «Señal de frenado»: la señal lógica que indica la activación de los frenos, conforme al punto 5.2.1.30.
- 2.33. «Señal de frenado de emergencia»: la señal lógica que indica el frenado de emergencia, conforme al punto 5.2.1.31.
3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 3.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo por lo que respecta al frenado deberá presentarla el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado.
- 3.2. Dicha solicitud deberá ir acompañada de los documentos que se mencionan a continuación, por triplicado, así como de los elementos siguientes:
- 3.2.1. una descripción del tipo de vehículo por lo que respecta a los elementos mencionados en el punto 2.2; deberán especificarse los números o símbolos identificativos del tipo de vehículo y, en el caso de vehículos de motor, del tipo de motor;
- 3.2.2. una lista de los componentes, debidamente identificados, que conformen el sistema de frenado;
- 3.2.3. un diagrama del sistema de frenado montado y una indicación de la ubicación de sus componentes en el vehículo;
- 3.2.4. dibujos detallados de cada componente, que permitan localizarlo e identificarlo con facilidad.
- 3.3. Deberá presentarse al servicio técnico que realice los ensayos de homologación un vehículo representativo del tipo que desee homologarse.
- 3.4. La autoridad competente deberá verificar que existen las condiciones adecuadas para garantizar un control eficaz de la conformidad de la producción antes de conceder la homologación.
4. HOMOLOGACIÓN
- 4.1. Si el tipo de vehículo presentado a homologación con arreglo al presente Reglamento cumple los requisitos de los apartados 5 y 6, deberá homologarse.
- 4.2. A cada tipo homologado se le asignará un número de homologación cuyos dos primeros dígitos (actualmente 10) indicarán la serie de enmiendas que incorpora los últimos cambios importantes de carácter técnico realizados en el Reglamento en el momento de expedirse la homologación. Una misma Parte contratante no deberá asignar el mismo número al mismo tipo de vehículo equipado con otro tipo de sistema de frenado, ni a otro tipo de vehículo.
- 4.3. La homologación o la denegación de la homologación de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento deberá notificarse a las Partes del Acuerdo que lo apliquen por medio de un formulario conforme con el modelo del anexo 2 y de un resumen de la información contenida en los documentos mencionados en los puntos 3.2.1 a 3.2.4, debiendo los dibujos aportados por el solicitante presentarse en formato A4 (210 × 297 mm) como máximo, o plegados en ese formato, y a una escala adecuada.

- 4.4. En cada vehículo que se ajuste a un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento deberá colocarse, de manera bien visible y en un lugar accesible indicado en el formulario de homologación, una marca de homologación internacional consistente en:
- 4.4.1. un círculo en torno a la letra «E» seguida del número distintivo del país que ha concedido la homologación ⁽¹⁾, y
- 4.4.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guión y el número de homologación a la derecha del círculo prescrito en el punto 4.4.1.
- 4.5. Sin embargo, si un vehículo de la categoría M2 o M3 ha sido homologado con arreglo a lo dispuesto en el anexo 4, punto 1.8, el número del Reglamento irá seguido de la letra «M».
- 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 haya concedido la homologación con arreglo al presente Reglamento, no será necesario repetir el símbolo prescrito en el apartado 4.4.1; 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 4.4.1.
- 4.7. La marca de homologación deberá ser claramente legible e indeleble.
- 4.8. La marca de homologación deberá ponerse en la placa de datos del vehículo, o cerca de ella.
- 4.9. En el anexo 3 figuran algunos ejemplos de disposición de la marca de homologación.
5. ESPECIFICACIONES
- 5.1. Generalidades
- 5.1.1. Sistema de frenado
- 5.1.1.1. El sistema de frenado deberá estar diseñado, construido e instalado de manera que, en condiciones normales de utilización y a pesar de las vibraciones a que pueda estar sometido, el vehículo cumpla las disposiciones del presente Reglamento.
- 5.1.1.2. Concretamente, el sistema de frenado deberá estar diseñado, construido e instalado de manera que resista los fenómenos de corrosión y envejecimiento a los que esté expuesto.
- 5.1.1.3. Los forros de freno no deberán contener amianto.
- 5.1.1.4. La eficacia de los sistemas de frenado, incluido el conducto de control eléctrico, no deberá verse afectada por campos magnéticos o eléctricos. Este particular deberá demostrarse por cumplimiento del Reglamento n^o 10, serie 02 de enmiendas.
- 5.1.1.5. Una señal de detección de fallos podrá interrumpir momentáneamente (< 10 ms) la señal de demanda de la transmisión de control, a condición de que con ello no se reduzca el rendimiento de frenado.

⁽¹⁾ 1 para Alemania, 2 para Francia, 3 para Italia, 4 para los Países Bajos, 5 para Suecia, 6 para Bélgica, 7 para Hungría, 8 para la República Checa, 9 para España, 10 para Serbia, 11 para el Reino Unido, 12 para Austria, 13 para Luxemburgo, 14 para Suiza, 15 (sin asignar), 16 para Noruega, 17 para Finlandia, 18 para Dinamarca, 19 para Rumanía, 20 para Polonia, 21 para Portugal, 22 para la Federación de Rusia, 23 para Grecia, 24 para Irlanda, 25 para Croacia, 26 para Eslovenia, 27 para Eslovaquia, 28 para Belarús, 29 para Estonia, 30 (sin asignar), 31 para Bosnia y Herzegovina, 32 para Letonia, 33 (sin asignar), 34 para Bulgaria, 35 (sin asignar), 36 para Lituania, 37 para Turquía, 38 (sin asignar), 39 para Azerbaiyán, 40 para la Antigua República Yugoslava de Macedonia, 41 (sin asignar), 42 para la Comunidad Europea (sus Estados miembros conceden las homologaciones utilizando su símbolo CEPE respectivo), 43 para Japón, 44 (sin asignar), 45 para Australia, 46 para Ucrania, 47 para Sudáfrica, 48 para Nueva Zelanda, 49 para Chipre, 50 para Malta, 51 para la República de Corea, 52 para Malasia, 53 para Tailandia, 54 y 55 (sin asignar) y 56 para Montenegro. Los números subsiguientes se asignarán a otros países en el orden cronológico en que ratifiquen el Acuerdo sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que pueden montarse y utilizarse en estos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones, o en que se adhieran al mismo, y los números así asignados serán comunicados por el Secretario General de las Naciones Unidas a las Partes contratantes del Acuerdo.

- 5.1.2. Funciones del sistema de frenado
El sistema de frenado definido en el punto 2.3 deberá realizar las siguientes funciones:
- 5.1.2.1. Sistema de frenado de servicio
El sistema de frenado de servicio deberá permitir controlar el movimiento del vehículo y pararlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean la velocidad, la carga o la pendiente ascendente o descendente en la que se encuentre. Su acción deberá ser regulable. El conductor deberá poder frenar de esta manera desde su asiento sin retirar las manos del mando de dirección.
- 5.1.2.2. Sistema de frenado de socorro
El sistema de frenado de socorro deberá permitir detener el vehículo en una distancia razonable en caso de que falle el sistema de frenado de servicio. Su acción deberá ser regulable. El conductor deberá poder frenar de esta manera desde su asiento manteniendo al menos una mano en el mando de dirección. En relación con estas disposiciones, se parte del hecho de que no puede producirse a la vez más de un fallo en el sistema de frenado de servicio.
- 5.1.2.3. Sistema de frenado de estacionamiento
El sistema de frenado de estacionamiento deberá permitir mantener el vehículo inmóvil cuesta arriba o cuesta abajo, incluso en ausencia del conductor, en cuyo caso las piezas activas permanecerán en la posición de bloqueo mediante un dispositivo puramente mecánico. El conductor deberá poder frenar de esta manera desde su asiento, sin perjuicio, en el caso de un remolque, de lo dispuesto en el punto 5.2.2.10. El freno neumático del remolque y el sistema de frenado de estacionamiento del vehículo tractor podrán accionarse simultáneamente, a condición de que el conductor pueda comprobar en cualquier momento que el rendimiento del freno de estacionamiento del conjunto de vehículos, obtenido por la acción puramente mecánica del sistema de frenado de estacionamiento, es suficiente.
- 5.1.3. Conexiones entre los vehículos tractores y los remolques en el caso de sistemas de frenado de aire comprimido
- 5.1.3.1. Las conexiones de los sistemas de frenado de aire comprimido entre los vehículos tractores y los remolques deberán ajustarse a lo dispuesto en los puntos 5.1.3.1.1, 5.1.3.1.2 o 5.1.3.1.3:
- 5.1.3.1.1. un conducto de alimentación neumático y un conducto de control neumático;
- 5.1.3.1.2. un conducto de alimentación neumático, un conducto de control neumático y un conducto de control eléctrico;
- 5.1.3.1.3. un conducto de alimentación neumático y un conducto de control eléctrico; esta opción está sujeta a lo expuesto en la nota a pie de página ⁽¹⁾.
- 5.1.3.2. El conducto de control eléctrico del vehículo de motor deberá ofrecer información sobre si está en condiciones de cumplir los requisitos del punto 5.2.1.18.2 sin la ayuda del conducto de control neumático. Asimismo, deberá informar sobre si está equipado con dos conductos de control, conforme al punto 5.1.3.1.2, o solo con un conducto de control eléctrico, conforme al punto 5.1.3.1.3.
- 5.1.3.3. Un vehículo de motor equipado conforme al punto 5.1.3.1.3 deberá reconocer la incompatibilidad del acoplamiento de un remolque equipado conforme al punto 5.1.3.1.1. Cuando estos vehículos estén conectados eléctricamente por medio del conducto de control eléctrico del vehículo tractor, el conductor deberá ser advertido por la señal de aviso óptica de color rojo del punto 5.2.1.29.1.1 y, cuando el sistema esté energizado, los frenos del vehículo tractor deberán aplicarse automáticamente. Con este frenado automático deberá obtenerse un rendimiento de frenado de estacionamiento al menos equivalente al establecido en el punto 2.3.1 del anexo 4.
- 5.1.3.4. Cuando un vehículo de motor equipado con dos conductos de control según el punto 5.1.3.1.2 se conecte eléctricamente a un remolque también equipado con dos conductos de control, deberán cumplirse las disposiciones siguientes:

⁽¹⁾ Hasta que se hayan acordado normas técnicas uniformes que garanticen la compatibilidad y la seguridad, no estarán permitidas las conexiones entre vehículos tractores y remolques conforme al punto 5.1.3.1.3.

- 5.1.3.4.1. ambas señales deberán estar presentes en el cabezal de acoplamiento y el remolque deberá utilizar la señal de control eléctrica, salvo que se considere que ha fallado; en este caso, el remolque deberá pasar automáticamente al conducto de control neumático;
- 5.1.3.4.2. todo vehículo deberá cumplir las disposiciones pertinentes del anexo 10 en lo que se refiere a los conductos de control eléctricos y neumáticos, y
- 5.1.3.4.3. cuando la señal de control eléctrica haya sobrepasado el equivalente a 100 kPa durante más de un segundo, el remolque deberá verificar la presencia de una señal neumática, en ausencia de la cual el conductor deberá ser advertido por el remolque por medio de la señal de aviso aparte de color amarillo especificada en el punto 5.2.1.29.2.
- 5.1.3.5. Un remolque podrá estar equipado conforme al punto 5.1.3.1.3, a condición de que solo pueda manejarse en combinación con un vehículo de motor equipado con un conducto de control eléctrico que satisfaga los requisitos del punto 5.2.1.18.2. En cualquier otro caso, el remolque, cuando esté eléctricamente conectado, deberá aplicar los frenos de manera automática o permanecer frenado. El conductor deberá ser advertido por la señal de aviso aparte de color amarillo especificada en el punto 5.2.1.29.2.
- 5.1.3.6. El conducto de control eléctrico deberá ser conforme con las normas ISO 11992-1 y 11992-2:2003 y ser de tipo punto a punto con el conector de siete patillas conforme a la norma ISO 7638-1 o 7638-2:1997. Los contactos de transmisión de datos del conector ISO 7638 se emplearán para transmitir información exclusivamente para las funciones de frenado (incluido el ABS) y conducción (dirección, neumáticos y suspensión), según se especifica en la norma ISO 11992-2:2003. Las funciones de frenado tendrán prioridad y deberán mantenerse en los modos normal y de avería. La transmisión de la información del equipo de conducción no deberá retardar las funciones de frenado. La alimentación eléctrica suministrada por el conector ISO 7638 se utilizará exclusivamente para las funciones de frenado y conducción y para transmitir la información relativa al remolque que no es transmitida a través del conducto de control eléctrico. No obstante, las disposiciones del punto 5.2.2.18 serán de aplicación en todos los casos. La alimentación eléctrica de las demás funciones se basará en otras medidas.
- 5.1.3.6.1. La compatibilidad funcional del vehículo tractor y el vehículo remolcado equipados con conductos de control eléctricos según lo expuesto anteriormente deberá evaluarse en el momento de la homologación de tipo comprobando que se cumplen las disposiciones pertinentes de la norma ISO 11992:2003, partes 1 y 2. En el anexo 17 del presente Reglamento se ofrece un ejemplo de los ensayos que pueden realizarse con vistas a esta evaluación.
- 5.1.3.6.2. Cuando un vehículo de motor esté equipado con un conducto de control eléctrico y esté eléctricamente conectado a un remolque equipado a su vez con un conducto de control eléctrico, todo fallo persistente (> 40 ms) que se produzca en el conducto de control eléctrico, si están conectados por medio de este, deberá detectarse en el vehículo de motor y señalarse al conductor por medio de la señal de aviso amarilla del punto 5.2.1.29.1.2.
- 5.1.3.7. Si al poner en funcionamiento el sistema de frenado de estacionamiento del vehículo de motor se hace funcionar también un sistema de frenado del remolque, tal como permite el punto 5.1.2.3, deberán cumplirse los requisitos adicionales siguientes:
- 5.1.3.7.1. Cuando el vehículo de motor esté equipado conforme al punto 5.1.3.1.1, el accionamiento de su sistema de freno de estacionamiento deberá accionar un sistema de frenado del remolque por medio del conducto de control neumático.
- 5.1.3.7.2. Cuando el vehículo de motor esté equipado conforme al punto 5.1.3.1.2, el accionamiento de su sistema de freno de estacionamiento deberá accionar un sistema de frenado del remolque según se prescribe en el punto 5.1.3.7.1. Además, el accionamiento del sistema de freno de estacionamiento podrá accionar también un sistema de frenado del remolque por medio del conducto de control eléctrico.
- 5.1.3.7.3. Cuando el vehículo de motor esté equipado conforme al punto 5.1.3.1.3 o, si satisface los requisitos del punto 5.2.1.18.2 sin ayuda del conducto de control neumático, conforme al punto 5.1.3.1.2, el accionamiento de su sistema de frenado de estacionamiento deberá accionar un sistema de frenado del remolque por medio del conducto de control eléctrico. Cuando la energía eléctrica del equipo de frenado del vehículo de motor esté apagada, el frenado del remolque se efectuará por evacuación del conducto de alimentación (además, el conducto de control neumático podrá mantenerse con presión); el conducto de alimentación solo podrá permanecer evacuado hasta que se restaure la alimentación eléctrica del equipo de frenado del vehículo de motor y se restaure, al mismo tiempo, el frenado del remolque por medio del conducto de control eléctrico.

- 5.1.3.8. No estarán permitidos los dispositivos de cierre que no se accionen automáticamente. En los conjuntos de vehículos articulados, los tubos flexibles y los cables deberán formar parte del vehículo de motor. En los demás casos, deberán formar parte del remolque.
- 5.1.4. Disposiciones relativas a la inspección técnica periódica de los sistemas de frenado
- 5.1.4.1. Deberá ser posible evaluar el grado de desgaste de los componentes del freno de servicio que estén sometidos a rozamiento, por ejemplo los forros de fricción y los tambores o discos (en este último caso, la evaluación del desgaste puede no hacerse necesariamente en el momento de la inspección técnica periódica). El método correspondiente se define en los puntos 5.2.1.11.2 y 5.2.2.8.2.
- 5.1.4.2. Para determinar las fuerzas de frenado en servicio de cada eje del vehículo equipado con un sistema de frenado de aire comprimido se requieren conexiones de comprobación de la presión del aire:
- 5.1.4.2.1. en cada circuito independiente del sistema de frenado, en la posición de fácil acceso más próxima al cilindro de freno que esté colocado en el lugar menos favorable en cuanto al tiempo de respuesta indicado en el anexo 6;
- 5.1.4.2.2. en un sistema de frenado que incorpore un modulador de presión según el punto 7.2 del anexo 10, ubicadas en el conducto de presión por delante y por detrás de dicho modulador, en la posición accesible más próxima; si el modulador es de control neumático, se requiere otra conexión de comprobación para simular la condición con carga; si no se ha instalado un modulador, se proporcionará una única conexión de comprobación de la presión equivalente al conector ubicado por detrás del modulador; las conexiones de comprobación deberán situarse de manera que sean fácilmente accesibles desde el suelo o dentro del vehículo;
- 5.1.4.2.3. en la posición de fácil acceso más próxima al dispositivo de almacenamiento de energía colocado en el lugar menos favorable en el sentido del anexo 7, sección A, punto 2.4;
- 5.1.4.2.4. en cada circuito independiente del sistema de frenado, de modo que se pueda comprobar la presión de entrada y de salida en todo el conducto de transmisión;
- 5.1.4.2.5. las conexiones de comprobación de la presión deberán cumplir la cláusula 4 de la norma ISO 3583:1984.
- 5.1.4.3. El acceso a las conexiones de comprobación de la presión exigidas no deberá obstruirse con modificaciones, accesorios o la carrocería del vehículo.
- 5.1.4.4. Deberá ser posible generar fuerzas de frenado máximas en condiciones estáticas sobre una calzada rodante o un banco de pruebas de rodillos para frenos.
- 5.1.4.5. Datos de los sistemas de frenado
- 5.1.4.5.1. Los datos del sistema de frenado de aire comprimido para el ensayo de funcionamiento y eficiencia deberán estar indicados de manera indeleble en un lugar visible del vehículo, o estar libremente disponibles de otra forma (por ejemplo, en un manual o un registro electrónico de datos).
- 5.1.4.5.2. En relación con los vehículos equipados con sistemas de frenado de aire comprimido se requieren por lo menos los siguientes datos:

Datos de las características neumáticas:

Compresor/Válvula de descarga (1)	Presión máxima de desconexión = kPa	Presión mínima de conexión = kPa
Válvula de protección de cuatro circuitos	Presión estática de cierre = kPa	
Válvula de control del remolque o válvula de emergencia de relé (4), según proceda	Presión de salida correspondiente a una presión de control de 150 kPa = kPa	
Presión mínima asignada en el sistema de frenado de servicio con fines de cálculo (1) (2)		

	Ejes		
	/	/	/
Tipo de cilindro de freno ⁽³⁾ Servicio/Estacionamiento	/	/	/
Carrera máxima ⁽³⁾ s_{max} = mm			
Longitud de la palanca ⁽³⁾ = mm			

Notas:

(1) No aplicable a los remolques.

(2) Cuando difiera de la presión mínima de conexión.

(3) Solo aplicable a los remolques.

(4) No aplicable a los vehículos con sistemas de control del frenado electrónicos.

- 5.1.4.6. Fuerzas de frenado de referencia
- 5.1.4.6.1. Para los vehículos con frenos de aire comprimido en banco de pruebas de rodillos para frenos deberán fijarse fuerzas de frenado de referencia.
- 5.1.4.6.2. Las fuerzas de frenado de referencia deben determinarse para una presión del accionador del freno comprendida entre 100 kPa y la presión generada en las condiciones de tipo 0 en cada eje. El solicitante de la homologación de tipo deberá indicar fuerzas de frenado de referencia para una presión de activación de los frenos a partir de 100 kPa. Estos datos deberá darlos a conocer el fabricante del vehículo de conformidad con el punto 5.1.4.5.1.
- 5.1.4.6.3. Las fuerzas de frenado de referencia declaradas deberán ser tales que el vehículo pueda generar un coeficiente de frenado equivalente al definido en el anexo 4 para el vehículo de que se trate (el 50 % en el caso de vehículos de las categorías M2, M3, N2, N3, O3 y O4, excepto semirremolques, y el 45 % en el caso de los semirremolques), siempre que la fuerza de frenado medida en los rodillos, correspondiente a cada eje con independencia de la carga, no sea inferior a la fuerza de frenado de referencia con una presión del accionador del freno situada dentro del intervalo declarado de presiones de funcionamiento ⁽¹⁾.
- 5.1.4.7. Deberá ser posible verificar de una manera sencilla el estado de correcto funcionamiento de los sistemas electrónicos complejos que controlen el frenado. Si se precisa información especial, esta deberá estar disponible sin restricciones.
- 5.1.4.7.1. En el momento de la homologación de tipo, se describirán someramente a título confidencial los medios implementados para proteger contra una modificación simple no autorizada del funcionamiento de los medios de verificación elegidos por el fabricante (la señal de aviso, por ejemplo).
- Como alternativa, este requisito de protección se cumple si se dispone de un medio secundario que permite comprobar que el estado de funcionamiento es el correcto.
- 5.1.5. Los requisitos del anexo 18 se aplicarán a los aspectos relacionados con la seguridad de todos los sistemas complejos de control electrónico del vehículo que efectúan la transmisión de control de la función de frenado o forman parte de ella, incluidos aquellos que utilizan los sistemas de frenado para el frenado de mando automático o el frenado selectivo.
- No obstante, los sistemas o funciones que utilicen el sistema de frenado como medio para lograr un objetivo de nivel superior solo estarán sujetos al anexo 18 en la medida en que tengan un efecto directo en el sistema de frenado. Si están presentes estos sistemas, no se desactivarán durante los ensayos de homologación de tipo del sistema de frenado.
- 5.2. Características de los sistemas de frenado
- 5.2.1. Vehículos de las categorías M2, M3 y N
- 5.2.1.1. El conjunto de sistemas de frenado con los que esté equipado un vehículo deberá satisfacer los requisitos establecidos para los frenos de servicio, de socorro y de estacionamiento.

⁽¹⁾ A efectos de inspección técnica periódica, los valores mínimos de coeficiente de frenado establecidos para todo el vehículo pueden tener que ajustarse en función de los requisitos nacionales o internacionales aplicables a los vehículos en servicio.

- 5.2.1.2. Los sistemas que proporcionen el frenado de servicio, de socorro y de estacionamiento podrán tener componentes comunes, siempre que cumplan las condiciones siguientes:
- 5.2.1.2.1. deberán existir como mínimo dos mandos, independientes entre sí y a los que el conductor tenga fácil acceso desde su posición normal de conducción;
- en los vehículos de todas las categorías, excepto M2 y M3, todos los mandos de freno (excepto el mando de un sistema de frenado de resistencia) deberán estar concebidos de manera que vuelvan completamente a la posición de desactivación al soltarlos; este requisito no se aplicará al mando del freno de estacionamiento (o la parte correspondiente de un mando combinado) cuando se encuentre bloqueado mecánicamente en la posición de freno aplicado;
- 5.2.1.2.2. el mando del sistema de frenado de servicio deberá ser independiente del mando del sistema de frenado de estacionamiento;
- 5.2.1.2.3. si los sistemas de frenado de servicio y de frenado de socorro tienen el mismo mando, la eficacia de la conexión entre dicho mando y los distintos componentes de los sistemas de transmisión no deberá disminuir después de un cierto período de utilización;
- 5.2.1.2.4. si los sistemas de frenado de servicio y de frenado de socorro tienen el mismo mando, el sistema de frenado de estacionamiento deberá estar diseñado de tal forma que pueda accionarse cuando el vehículo esté en movimiento; este requisito no se aplicará si el sistema de frenado de servicio del vehículo puede accionarse, aun parcialmente, por medio de un mando auxiliar;
- 5.2.1.2.5. sin perjuicio de los requisitos del punto 5.1.2.3, los sistemas de frenado de servicio y de frenado de estacionamiento podrán tener componentes comunes en sus transmisiones, a condición de que, en caso de fallo en cualquier parte de las mismas, siga estando garantizado el cumplimiento de los requisitos relativos al frenado de socorro;
- 5.2.1.2.6. en caso de rotura de algún componente que no sean los frenos (tal como se definen en el punto 2.6) o los componentes a los que se refiere el punto 5.2.1.2.8, o de cualquier otro fallo en el sistema de frenado de servicio (funcionamiento defectuoso o agotamiento total o parcial de una reserva de energía), el sistema de frenado de socorro o la parte del sistema de frenado de servicio que no haya sido afectada por el fallo deberá poder detener el vehículo en las condiciones exigidas al frenado de socorro;
- 5.2.1.2.7. en particular, cuando el mando y la transmisión del sistema de frenado de socorro sean los mismos que los del sistema de frenado de servicio:
- 5.2.1.2.7.1. si el frenado de servicio se obtiene con la energía muscular del conductor asistida por una o varias reservas de energía, el frenado de socorro deberá poder generarse, en caso de fallo de dicha asistencia, con la energía muscular del conductor asistida por las reservas de energía no afectadas por el fallo, si las hubiera, y sin que la fuerza que se aplique sobre el mando sobrepase los máximos prescritos;
- 5.2.1.2.7.2. si la fuerza de frenado de servicio y su transmisión dependen exclusivamente de una reserva de energía utilizada bajo el control del conductor, deberá haber por lo menos dos reservas de energía completamente independientes provistas cada una de su propia transmisión, igualmente independiente; cada una de ellas podrá actuar exclusivamente sobre los frenos de dos o más ruedas, elegidas de forma que por sí solas puedan asegurar el grado de frenado de socorro prescrito sin comprometer la estabilidad del vehículo durante el frenado; cada una de estas reservas de energía deberá estar provista, además, del avisador descrito en el punto 5.2.1.13; en por lo menos un depósito de aire de cada circuito de frenado de servicio deberá haber un dispositivo de purga y escape, colocado en un lugar adecuado y de fácil acceso;
- 5.2.1.2.7.3. si la fuerza de frenado de servicio y su transmisión dependen solo del uso de una reserva de energía, se considera suficiente una reserva de energía para la transmisión, a condición de que el frenado de socorro prescrito esté garantizado por la acción de la energía muscular del conductor sobre el mando del freno de servicio y de que se cumplan los requisitos del punto 5.2.1.6;

- 5.2.1.2.8. determinadas piezas, como el pedal y su soporte, el cilindro maestro y su pistón o pistones (sistemas hidráulicos), la válvula de control (sistemas hidráulicos o neumáticos), la conexión entre el pedal y el cilindro maestro o la válvula de control, los cilindros de los frenos y sus pistones (sistemas hidráulicos o neumáticos) y los conjuntos de palancas y levas de los frenos no se considerarán sujetas a rotura si son de grandes dimensiones y fácilmente accesibles para su mantenimiento y si presentan unas características de seguridad por lo menos iguales a las que se exigen para los demás componentes esenciales (por ejemplo, el varillaje de la dirección); cualquiera de las piezas mencionadas cuyo fallo haría imposible frenar el vehículo con un grado de eficacia como mínimo igual al exigido para el frenado de socorro deberá ser de metal o de un material de características equivalentes y no deberá deformarse apreciablemente durante el funcionamiento normal de los sistemas de frenado.
- 5.2.1.3. Si el sistema de frenado de servicio y el sistema de frenado de socorro tienen mandos independientes, su accionamiento simultáneo no deberá inutilizar los dos sistemas, ni estando ambos en buen estado de funcionamiento ni en el caso de que uno de ellos presente algún defecto.
- 5.2.1.4. El sistema de frenado de servicio, esté o no combinado con el sistema de frenado de socorro, deberá estar diseñado de manera que, en caso de fallo en una parte de su transmisión, el accionamiento del mando del freno de servicio siga frenando un número suficiente de ruedas; dichas ruedas deberán elegirse de modo que el rendimiento residual del sistema de frenado de servicio se ajuste a los requisitos del punto 2.4 del anexo 4.
- 5.2.1.4.1. No obstante, los requisitos anteriores no serán aplicables a los tractocamiones para semirremolques cuando la transmisión del sistema de frenado de servicio del semirremolque sea independiente de la del sistema de frenado de servicio del tractocamión.
- 5.2.1.4.2. El fallo de una pieza de un sistema de transmisión hidráulico deberá señalarse al conductor por medio de un dispositivo que incluya la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1. Como alternativa se permitirá que este dispositivo se ilumine cuando el líquido del depósito esté por debajo de un determinado nivel especificado por el fabricante.
- 5.2.1.5. Cuando se emplee una energía que no sea la muscular del conductor, no hará falta más de una fuente de esa energía (bomba hidráulica, compresor de aire, etc.), pero el medio que haga funcionar el dispositivo que constituya dicha fuente deberá ser lo más seguro posible.
- 5.2.1.5.1. En caso de fallo en una parte cualquiera de la transmisión de un sistema de frenado, la parte no afectada deberá seguir siendo alimentada para, si es necesario, detener el vehículo con el grado de eficacia prescrito para el frenado residual o de socorro. Esta exigencia deberá satisfacerse por medio de dispositivos que puedan accionarse fácilmente con el vehículo parado, o por medios automáticos.
- 5.2.1.5.2. Además, los dispositivos de almacenamiento situados en el circuito por detrás de este dispositivo deberán estar concebidos de tal manera que, en caso de que falle la alimentación de energía después de cuatro accionamientos a fondo del mando del freno de servicio en las condiciones prescritas en el punto 1.2 del anexo 7, aún sea posible detener el vehículo al aplicar el freno por quinta vez con el grado de eficacia prescrito para el frenado de socorro.
- 5.2.1.5.3. No obstante, en lo que respecta a los sistemas de frenado hidráulicos con energía almacenada, podrá considerarse que se cumplen estas disposiciones si se satisfacen los requisitos del punto 1.2.2 de la parte C del anexo 7.
- 5.2.1.6. Los requisitos de los puntos 5.2.1.2, 5.2.1.4 y 5.2.1.5 deberán cumplirse sin recurrir a dispositivos automáticos cuya ineficacia pueda pasar inadvertida por el hecho de que ciertas piezas normalmente en posición de reposo solo se pongan en funcionamiento cuando falla el sistema de frenado.
- 5.2.1.7. El sistema de frenado de servicio deberá actuar sobre todas las ruedas del vehículo y distribuir su acción adecuadamente entre los ejes.
- 5.2.1.7.1. En el caso de vehículos con más de dos ejes, a fin de evitar que se bloqueen las ruedas o que se cristalicen los forros de freno, la fuerza de freno sobre determinados ejes podrá reducirse a cero de manera automática cuando soporten una carga muy reducida, siempre que el vehículo cumpla todos los requisitos de rendimiento prescritos en el anexo 4.

- 5.2.1.7.2. Si se trata de vehículos de la categoría N1 con sistemas de frenado eléctrico regenerativo de la categoría B, el aporte de otras fuentes de frenado podrá anularse en el orden conveniente para que se aplique solo el sistema de frenado eléctrico regenerativo, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:
- 5.2.1.7.2.1. las variaciones intrínsecas del par producido por el sistema de frenado eléctrico regenerativo (por ejemplo, como consecuencia de los cambios producidos en el estado de carga eléctrica de las baterías de tracción) se compensan de manera automática modificando adecuadamente el orden, en la medida en que se cumplan los requisitos ⁽¹⁾ de uno de los siguientes anexos del presente Reglamento:
- anexo 4, punto 1.3.2, o
- anexo 13, punto 5.3 (incluso con el motor eléctrico en marcha), y
- 5.2.1.7.2.2. siempre que sea necesario para garantizar que el coeficiente de frenado ⁽¹⁾ siga respondiendo a las necesidades de frenado del conductor, habida cuenta de la adherencia entre los neumáticos y la calzada, el frenado deberá actuar automáticamente sobre todas las ruedas del vehículo.
- 5.2.1.8. La acción del sistema de frenado de servicio deberá estar repartida simétricamente entre las ruedas de un mismo eje con relación al plano mediano longitudinal del vehículo. Las compensaciones y funciones, como la de antibloqueo, que puedan causar discrepancias con esta distribución simétrica deberán declararse.
- 5.2.1.8.1. Las compensaciones que realice la transmisión de control eléctrica de los daños o los defectos del sistema de frenado deberán indicarse al conductor por medio de la señal de aviso amarilla especificada en el punto 5.2.1.29.1.2. Este requisito se aplicará en todas las condiciones de carga cuando la compensación sobrepase los siguientes límites:
- 5.2.1.8.1.1. una diferencia en las presiones de frenado transversales sobre cualquier eje:
- a) de un 25 % del valor máximo para desaceleraciones del vehículo $\geq 2 \text{ m/s}^2$,
- b) de un valor correspondiente al 25 % a 2 m/s^2 , para desaceleraciones por debajo de este valor;
- 5.2.1.8.1.2. un valor de compensación individual sobre cualquier eje:
- a) $> 50 \%$ del valor nominal para desaceleraciones del vehículo $\geq 2 \text{ m/s}^2$,
- b) de un valor correspondiente al 50 % del valor nominal a 2 m/s^2 , para desaceleraciones por debajo de este valor.
- 5.2.1.8.2. La compensación definida anteriormente solo estará permitida si los frenos se aplican inicialmente cuando el vehículo circula a más de 10 km/h.
- 5.2.1.9. Si la transmisión de control eléctrica se avería, los frenos no se aplicarán en contra de la voluntad del conductor.
- 5.2.1.10. Los sistemas de frenado de servicio, de socorro y de estacionamiento deberán actuar sobre superficies de frenado unidas a las ruedas por medio de componentes de resistencia adecuada.

Cuando el par de frenado para un eje o unos ejes en particular lo proporcionen un sistema de frenado por rozamiento y un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, estará permitida la desconexión de esta última fuente, a condición de que la fuente de frenado por rozamiento permanezca permanentemente conectada y capaz de realizar la compensación descrita en el punto 5.2.1.7.2.1.

⁽¹⁾ La autoridad encargada de conceder la homologación tendrá derecho a comprobar el sistema de frenado de servicio con procedimientos de ensayo del vehículo adicionales.

Sin embargo, en caso de breves perturbaciones de conexión se aceptará una compensación parcial, aunque, en el plazo de un segundo, deberá haber alcanzado como mínimo el 75 % de su valor final.

No obstante, la fuente de frenado por rozamiento permanentemente conectada deberá en todos los casos garantizar que los sistemas de frenado de servicio y de socorro siguen funcionando con el grado de eficacia prescrito.

Solo estará permitida la desconexión de las superficies de frenado del sistema de frenado de estacionamiento si está controlada exclusivamente por el conductor desde su asiento por medio de un sistema que no pueda ser accionado por una fuga.

- 5.2.1.11. El desgaste de los frenos deberá poder compensarse fácilmente mediante un sistema de ajuste manual o automático. Además, el mando y los componentes de la transmisión y de los frenos deberán disponer de una reserva de recorrido y, si es necesario, de unos medios de compensación tales que, cuando los frenos se calienten o los forros hayan alcanzado un determinado grado de desgaste, se asegure la eficacia de frenado sin necesidad de un ajuste inmediato.
- 5.2.1.11.1. La compensación del desgaste deberá ser automática en los frenos de servicio. Sin embargo, la instalación de dispositivos de ajuste automático de los frenos será facultativa en los vehículos todo terreno de las categorías N2 y N3 y en los frenos traseros de los vehículos de la categoría N1. Tras calentarse y a continuación enfriarse, los frenos provistos de dispositivos de ajuste automático deberán permitir al vehículo rodar libremente, según el punto 1.5.4 del anexo 4, después del ensayo de tipo I descrito en dicho anexo.
- 5.2.1.11.2. Comprobación del desgaste de los componentes de fricción de los frenos de servicio
- 5.2.1.11.2.1. Deberá ser posible evaluar con facilidad el desgaste en los forros de los frenos de servicio desde el exterior del vehículo o por debajo del mismo, sin desmontar las ruedas, merced a orificios de inspección adecuadamente dispuestos, o por otros medios. Tal comprobación podrá efectuarse con herramientas de taller ordinarias o equipos comunes de inspección de vehículos.

También será aceptable la instalación de un sensor en cada rueda (las ruedas gemelas se consideran una sola) que avise al conductor en su posición de conducción cuando sea necesario reemplazar los forros. Si se trata de un avisador óptico, podrá utilizarse la señal de aviso amarilla mencionada en el punto 5.2.1.29.1.2.

- 5.2.1.11.2.2. El estado de desgaste de las superficies de rozamiento de los discos o tambores de freno solo podrá evaluarse realizando mediciones directamente en el componente o examinando cualquiera de los indicadores de desgaste de los discos o tambores de freno, lo cual quizá exija desmontar algunas piezas. Por tanto, cuando se proceda a la homologación de tipo, el fabricante del vehículo deberá concretar lo siguiente:
- a) el método para evaluar el desgaste de las superficies de rozamiento de los tambores y discos, indicando si han de desmontarse piezas y las herramientas y procesos para ello;
 - b) el umbral de desgaste aceptable, tras pasado el cual se hace necesario el recambio.

Esta información deberá ser de libre acceso, figurando, por ejemplo, en el manual del vehículo o en el registro electrónico de datos.

- 5.2.1.12. En los sistemas de frenado de transmisión hidráulica, las bocas de llenado de los depósitos de líquido deberán ser de fácil acceso; además, los recipientes que contengan el líquido de reserva deberán estar diseñados y fabricados de manera que pueda comprobarse fácilmente el nivel de líquido sin necesidad de abrirlos. Si esta última condición no se cumple, la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1 deberá alertar al conductor de toda bajada del nivel de líquido que pueda provocar un fallo en el sistema de frenado. El tipo de líquido que se use en los sistemas de frenado de transmisión hidráulica deberá identificarse con el símbolo de la figura 1 o la figura 2 de la norma ISO 9128:1987. Dicho símbolo deberá fijarse de forma indeleble en un lugar visible a no más de 100 mm de las bocas de llenado de los depósitos de líquido; el fabricante podrá facilitar información adicional.

- 5.2.1.13. Avisador
- 5.2.1.13.1. Todo vehículo equipado con un freno de servicio accionado desde un depósito de energía deberá estar provisto, en caso de que el rendimiento de frenado de socorro prescrito no pueda obtenerse con este sistema de frenado sin hacer uso de la energía almacenada, de un avisador, además de un posible manómetro, que emita una señal óptica o acústica cuando la energía acumulada en una parte cualquiera del sistema descienda a un valor con el que sea posible, sin recargar el depósito de energía y con independencia de las condiciones de carga del vehículo, aplicar el mando del freno de servicio una quinta vez después de cuatro accionamientos a fondo y obtener el rendimiento de frenado de socorro prescrito (sin fallos en la transmisión del freno de servicio y con los frenos lo más ajustados posible). Este avisador deberá estar conectado al circuito de forma directa y permanente. Cuando el motor esté en marcha en las condiciones normales de funcionamiento y el sistema de frenado funcione correctamente, como ocurre en los ensayos de homologación del tipo, el avisador no deberá emitir señal alguna, excepto durante el tiempo necesario para llenar los depósitos de energía después de arrancar el motor. La señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1 se empleará como señal de aviso óptica.
- 5.2.1.13.1.1. No obstante, en los casos en que se considere que los vehículos cumplen los requisitos del punto 5.2.1.5.1 por el hecho de cumplir los del punto 1.2.2 de la parte C del anexo 7, el avisador deberá consistir en una señal acústica y una señal óptica. No será necesario que estos dispositivos funcionen simultáneamente, siempre que ambos se ajusten a los requisitos antes señalados y que la señal acústica no se accione antes que la óptica. Como señal de aviso óptica deberá emplearse la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1.
- 5.2.1.13.1.2. Ese dispositivo acústico podrá inutilizarse mientras esté puesto el freno de mano o, en el caso de una transmisión automática y si así lo prefiriera el fabricante, mientras el selector esté en la posición de «estacionamiento».
- 5.2.1.14. Sin perjuicio de los requisitos del punto 5.1.2.3, cuando la utilización de una fuente auxiliar de energía sea indispensable para el funcionamiento de un sistema de frenado, la reserva de energía deberá ser tal que, en caso de que se pare el motor o de que falle el medio de accionamiento de la fuente de energía, el rendimiento de frenado siga siendo suficiente para detener el vehículo en las condiciones prescritas. Por otra parte, si la energía muscular aplicada por el conductor sobre el sistema de frenado de estacionamiento está reforzada por un servomecanismo, el accionamiento del sistema de frenado de estacionamiento deberá estar asegurado en caso de que falle el servomecanismo, recurriendo, si es necesario, a una reserva de energía independiente de la que normalmente alimenta a este último. Esta reserva de energía podrá ser la destinada al sistema de frenado de servicio.
- 5.2.1.15. En el caso de vehículos de motor a los que esté autorizado enganchar un remolque equipado con un freno controlado por el conductor del vehículo tractor, el sistema de frenado de servicio del vehículo tractor deberá estar provisto de un dispositivo diseñado de manera que, en caso de que falle el sistema de frenado del remolque o de que se obstruya la tubería de suministro de aire (u otro tipo de conexión que se adopte) entre el vehículo tractor y su remolque, siga siendo posible frenar el vehículo tractor con la eficacia prescrita para el frenado de socorro; en consecuencia, este dispositivo deberá encontrarse en el vehículo tractor.
- 5.2.1.16. Los equipos neumáticos o hidráulicos auxiliares deberán estar abastecidos de energía de manera que durante su funcionamiento puedan alcanzarse los valores de desaceleración prescritos y que, incluso si resulta dañada la fuente de energía, su funcionamiento no pueda hacer que las reservas de energía que alimentan los sistemas de frenado desciendan por debajo del nivel indicado en el punto 5.2.1.13.
- 5.2.1.17. Si el remolque es de categoría O3 u O4, el sistema de frenado de servicio deberá ser de tipo continuo o semicontinuo.
- 5.2.1.18. En el caso de un vehículo autorizado a arrastrar un remolque de categoría O3 u O4, los sistemas de frenado deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- 5.2.1.18.1. cuando se accione el sistema de frenado de socorro del vehículo tractor también se producirá un frenado graduado en el remolque;
- 5.2.1.18.2. si falla el sistema de frenado de servicio del vehículo tractor, estando dicho sistema constituido por dos partes independientes como mínimo, la parte o partes no afectadas por el fallo deberán poder accionar total o parcialmente los frenos del remolque; esta acción de frenado deberá ser graduable; si esta operación se efectúa mediante una válvula que normalmente está en reposo, esta solo podrá incorporarse si el conductor puede comprobar fácilmente su correcto funcionamiento desde la cabina o desde fuera del vehículo, sin necesidad de usar herramientas;
- 5.2.1.18.3. aunque se produzca un fallo (por ejemplo, rotura o fuga) en uno de los conductos de conexión neumáticos o haya una interrupción o un defecto en el conducto de control eléctrico, el conductor deberá poder accionar total o parcialmente los frenos del remolque por medio del mando de frenado de servicio, del mando de frenado de socorro o del mando de frenado de estacionamiento, salvo que la avería haga que el remolque se frene automáticamente con la eficacia prescrita en el punto 3.3 del anexo 4;
- 5.2.1.18.4. el frenado automático mencionado en el punto 5.2.1.18.3 se considerará satisfactorio cuando se cumplan las siguientes condiciones:
 - 5.2.1.18.4.1. cuando se accione a fondo el mando de freno designado entre los mencionados en el punto 5.2.1.18.3, la presión del conducto de alimentación deberá descender a 150 kPa en los dos segundos siguientes; además, al soltar el mando del freno deberá restablecerse la presión en el conducto de alimentación;
 - 5.2.1.18.4.2. cuando el conducto de alimentación se vacíe a una velocidad de 100 kPa/s como mínimo, el frenado automático del remolque deberá empezar a funcionar antes de que la presión en dicho conducto descienda a 200 kPa;
- 5.2.1.18.5. en caso de que se produzca un fallo en uno de los conductos de control que conectan dos vehículos equipados conforme al punto 5.1.3.1.2, el conducto de control no afectado por el fallo deberá garantizar automáticamente el rendimiento de frenado prescrito para el remolque en el punto 3.1 del anexo 4.
- 5.2.1.19. Si se trata de un vehículo de motor equipado para arrastrar un remolque con un sistema de frenado eléctrico, conforme al punto 1.1 del anexo 14, deberán cumplirse los siguientes requisitos:
 - 5.2.1.19.1. la capacidad del sistema de alimentación eléctrica (dinamo y batería) del vehículo de motor deberá ser suficiente para suministrar la corriente necesaria a un sistema de frenado eléctrico; con el motor girando al ralentí recomendado por el fabricante y con todos los dispositivos eléctricos suministrados por el fabricante como equipamiento de serie del vehículo conectados, la tensión de las líneas eléctricas no deberá descender por debajo de 9,6 V, medidos en el punto de conexión, cuando el consumo de corriente del sistema de frenado eléctrico se encuentre al nivel máximo (15 A); las líneas eléctricas no deberán poder cortocircuitarse ni siquiera en caso de sobrecarga;
 - 5.2.1.19.2. si falla el sistema de frenado de servicio del vehículo tractor, estando dicho sistema constituido por dos partes independientes como mínimo, conviene que la parte o partes no afectadas por el fallo puedan accionar total o parcialmente los frenos del remolque;
 - 5.2.1.19.3. solo es admisible la utilización del interruptor y el circuito de la luz de freno para accionar el sistema de frenado eléctrico si la línea de accionamiento está conectada en paralelo con la luz de freno y si dicho interruptor y dicho circuito pueden soportar la carga extra resultante.
- 5.2.1.20. Cuando un sistema de frenado de servicio neumático esté constituido por dos o más secciones independientes, cualquier fuga que se produzca entre estas secciones a la altura del mando o por detrás de él deberá ponerse en atmósfera de modo continuo.

- 5.2.1.21. Cuando se trate de un vehículo de motor autorizado para arrastrar un remolque de categoría O3 u O4, el sistema de frenado de servicio del remolque solo podrá accionarse conjuntamente con el sistema de frenado de servicio, de socorro o de estacionamiento del vehículo tractor. Sin embargo, está permitida la aplicación automática solo de los frenos del remolque si los pone en funcionamiento automáticamente el vehículo tractor con el único fin de estabilizar el vehículo.
- 5.2.1.22. Los vehículos de motor de las categorías M2, M3, N2 y N3 con un máximo de cuatro ejes deberán estar equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 1 de conformidad con el anexo 13.
- 5.2.1.23. Los vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque equipado con un sistema antibloqueo deberán estar también equipados con un conector eléctrico especial, conforme con la norma ISO 7638:1997 ⁽¹⁾, para la transmisión del conducto de control eléctrico o los sistemas antibloqueo de los remolques, o ambas cosas.
- 5.2.1.24. Requisitos adicionales para vehículos de las categorías M2, N1 y N2 de menos de 5 t equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A:
- 5.2.1.24.1. En los vehículos de la categoría N1, el frenado eléctrico regenerativo solo se accionará con el mando del acelerador o con la palanca de cambios en punto muerto, o ambas cosas.
- 5.2.1.24.2. Además, en el caso de vehículos de las categorías M2 y N2 (menos de 5 t), el mando de frenado eléctrico regenerativo puede ser un interruptor o una palanca aparte.
- 5.2.1.24.3. Los requisitos de los puntos 5.2.1.25.6 y 5.2.1.25.7 se aplican también a los sistemas de frenado regenerativo de la categoría A.
- 5.2.1.25. Requisitos adicionales para vehículos de las categorías M2, N1 y N2 de menos de 5 t equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B:
- 5.2.1.25.1. Ninguna parte del sistema de frenado de servicio deberá poder desconectarse, ni total ni parcialmente, por un medio que no sea automático. No debe interpretarse que esta disposición contradice los requisitos del punto 5.2.1.10.
- 5.2.1.25.2. El sistema de frenado de servicio deberá tener un solo dispositivo de mando.
- 5.2.1.25.3. A los vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico regenerativo de las dos categorías se les aplicarán todos los requisitos pertinentes, excepto los del punto 5.2.1.24.1.
- En este caso, si se trata de un vehículo de la categoría N1, el frenado eléctrico regenerativo podrá accionarse con el mando del acelerador o con la palanca de cambios en punto muerto, o ambas cosas.
- Por otro lado, la acción sobre el mando de frenado de servicio no deberá reducir el efecto de frenado que se genera, como se ha descrito, soltando el mando del acelerador.
- 5.2.1.25.4. Ni el desembrague de los motores ni la marcha empleada deberán afectar al sistema de frenado de servicio.
- 5.2.1.25.5. Si el funcionamiento del componente eléctrico de frenado resulta de la relación establecida entre la información procedente del mando del freno de servicio y la fuerza de frenado ejercida sobre las respectivas ruedas, todo fallo acaecido en dicha relación que modifique la distribución del frenado entre los ejes (anexo 10 o 13, según proceda) deberá comunicarse al conductor, como muy tarde en el momento en que se accione el mando, por medio de una señal de aviso óptica que deberá permanecer encendida mientras persista el defecto y el interruptor de contacto (llave) del vehículo esté en la posición de «encendido».
- 5.2.1.25.6. El funcionamiento del frenado eléctrico regenerativo no deberá verse afectado por campos magnéticos o eléctricos.

(1) El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

- 5.2.1.25.7. En los vehículos equipados con un dispositivo antibloqueo, este será el que controle el sistema de frenado eléctrico regenerativo.
- 5.2.1.26. Requisitos adicionales especiales aplicables a la transmisión eléctrica del sistema de frenado de estacionamiento
- 5.2.1.26.1. Si se avería la transmisión eléctrica, deberá impedirse el accionamiento involuntario del sistema de frenado de estacionamiento.
- 5.2.1.26.2. Requisitos que deberán cumplirse en caso de avería eléctrica
- 5.2.1.26.2.1. Vehículos de las categorías M2, M3, N2 y N3:

En caso de avería eléctrica en el mando o de rotura en el cableado de la transmisión de control eléctrica fuera de las unidades de control electrónico, a excepción de la alimentación de energía, deberá seguir siendo posible aplicar el sistema de frenado de estacionamiento desde el asiento del conductor y, por consiguiente, mantener parado el vehículo con carga cuesta arriba o cuesta abajo sobre una pendiente del 8 %. Como alternativa se permite en este caso el accionamiento automático del freno de estacionamiento con el vehículo parado, siempre que se consiga el rendimiento indicado y que, una vez puesto, el freno de estacionamiento permanezca enganchado con independencia del estado del interruptor de contacto (arranque). Con esta alternativa, el freno de estacionamiento deberá soltarse automáticamente tan pronto como el conductor empiece a poner de nuevo el vehículo en movimiento. También deberá ser posible soltar el sistema de frenado de estacionamiento, si es necesario, con herramientas o con un dispositivo auxiliar que se lleve o esté instalado en el vehículo.

- 5.2.1.26.2.2. Vehículos de la categoría N1:

En caso de avería eléctrica en el mando o de rotura en el cableado de la transmisión de control eléctrica entre el mando y la unidad de control electrónico directamente conectada con él, a excepción de la alimentación de energía, deberá seguir siendo posible aplicar el sistema de frenado de estacionamiento desde el asiento del conductor y, por consiguiente, mantener parado el vehículo con carga cuesta arriba o cuesta abajo sobre una pendiente del 8 %. Como alternativa se permite en este caso el accionamiento automático del freno de estacionamiento con el vehículo parado, siempre que se consiga el rendimiento indicado y que, una vez puesto, el freno de estacionamiento permanezca enganchado con independencia del estado del interruptor de contacto (arranque). Con esta alternativa, el freno de estacionamiento deberá soltarse automáticamente tan pronto como el conductor empiece a poner de nuevo el vehículo en movimiento. Para obtener o ayudar a obtener el rendimiento de frenado anteriormente indicado podrán utilizarse el cambio manual o el cambio automático (posición de estacionamiento).

- 5.2.1.26.2.3. El conductor deberá ser advertido de una rotura en el cableado de la transmisión eléctrica o una avería eléctrica en el mando del sistema de frenado de estacionamiento por medio de la señal de aviso amarilla mencionada en el punto 5.2.1.29.1.2. Cuando se trate de una rotura en el cableado de la transmisión de control eléctrica del sistema de frenado de estacionamiento, esta señal de aviso amarilla deberá encenderse tan pronto como se produzca la rotura. Además, el conductor deberá ser advertido de la avería eléctrica en el mando o la rotura en el cableado fuera de las unidades de control electrónico, con excepción de la alimentación de energía, por medio del encendido intermitente de la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1 mientras el interruptor de contacto (arranque) esté en la posición de «encendido» (marcha), incluido un período posterior no inferior a 10 s, y mientras el mando esté en la posición de activado.

Sin embargo, si el sistema de frenado de estacionamiento detecta el correcto enganche del freno de estacionamiento, la señal de aviso roja podrá dejar de lucir intermitentemente y encenderse de manera continua para indicar que el freno de estacionamiento está puesto.

Cuando el accionamiento del freno de estacionamiento esté normalmente indicado por una señal de aviso roja aparte que cumpla todos los requisitos del punto 5.2.1.29.3, esta deberá utilizarse para cumplir lo anteriormente dispuesto con respecto a una señal roja.

- 5.2.1.26.3. La energía de la transmisión eléctrica del sistema de frenado de estacionamiento podrá emplearse para alimentar equipos auxiliares si el suministro de energía es suficiente para accionar el sistema de frenado de estacionamiento y alimentar los demás elementos eléctricos del vehículo en condiciones de funcionamiento sin fallos. Por otro lado, si el sistema de frenado de servicio utiliza también la reserva de energía, serán de aplicación los requisitos del punto 5.2.1.27.7.

- 5.2.1.26.4. Una vez que se haya desconectado el interruptor de contacto o arranque que controla la energía eléctrica destinada al equipo de frenado o se haya retirado la llave, deberá seguir siendo posible aplicar el sistema de frenado de estacionamiento, pero no soltarlo.
- 5.2.1.27. Requisitos adicionales especiales aplicables a los sistemas de frenado de servicio con transmisión de control eléctrica
- 5.2.1.27.1. Con el freno de estacionamiento quitado, el sistema de frenado de servicio deberá ser capaz de generar una fuerza de frenado estática total por lo menos equivalente a la exigida en el ensayo de tipo 0 prescrito, aun cuando el interruptor de contacto o arranque se haya desconectado o la llave se haya retirado. Los vehículos de motor autorizados a arrastrar remolques de categoría O3 u O4 deberán disponer de una señal de control completa para el sistema de frenado de servicio del remolque. Se entiende que la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio dispone de energía suficiente.
- 5.2.1.27.2. Un único fallo temporal (< 40 ms) en la transmisión de control eléctrica, con excepción de la alimentación de energía (por ejemplo, señal no transmitida o error de datos), no deberá tener efectos apreciables en el rendimiento de frenado de servicio.
- 5.2.1.27.3. El conductor deberá ser advertido de los fallos en la transmisión de control eléctrica ⁽¹⁾, excluida su reserva de energía, que afecten al funcionamiento y el rendimiento de los sistemas tratados en el presente Reglamento, por medio de la señal de aviso roja o la señal de aviso amarilla indicadas, respectivamente, en los puntos 5.2.1.29.1.1 y 5.2.1.29.1.2, según proceda. Cuando ya no pueda obtenerse el rendimiento de frenado de servicio prescrito (señal de aviso roja), el conductor deberá ser advertido de los fallos derivados de una pérdida de continuidad eléctrica (por rotura o desconexión, por ejemplo) tan pronto como se produzcan, y el rendimiento de frenado residual prescrito deberá conseguirse accionando el mando de frenado de servicio conforme al punto 2.4 del anexo 4. No deberá interpretarse que estos requisitos contradicen los relativos al frenado de socorro.
- 5.2.1.27.4. Un vehículo de motor que esté eléctricamente conectado con un remolque a través de un conducto de control eléctrico deberá advertir claramente al conductor cuando el remolque suministre información de que la energía almacenada en cualquier parte de su sistema de frenado de servicio está por debajo del nivel crítico especificado en el punto 5.2.2.16. Igualmente deberá advertirse al conductor cuando un fallo continuo (> 40 ms) en la transmisión de control eléctrica del remolque, con excepción de su reserva de energía, impida alcanzar en este el rendimiento de frenado de servicio prescrito, conforme al punto 5.2.2.15.2.1. Para ello se empleará la señal de aviso roja especificada en el punto 5.2.1.29.2.1.
- 5.2.1.27.5. Si falla la fuente de energía de la transmisión de control eléctrica, a partir del valor nominal del nivel de energía, deberá garantizarse toda la gama de control del sistema de frenado de servicio después de accionar a fondo su mando veinte veces. Durante el ensayo, el mando de frenado se apretará a fondo durante 20 s y se soltará durante 5 s en cada accionamiento. Se entiende que, durante el ensayo mencionado, la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio dispone de energía suficiente para su accionamiento a fondo. No deberá interpretarse que este requisito contradice los requisitos del anexo 7.
- 5.2.1.27.6. Cuando la tensión de la batería disminuya por debajo de un valor especificado por el fabricante, con el cual ya no pueda garantizarse el rendimiento de frenado de servicio prescrito o que impida que por lo menos dos circuitos de frenado de servicio independientes alcancen en cada caso el rendimiento de frenado de socorro o residual prescrito, deberá activarse la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1. Una vez activada la señal de aviso, deberá ser posible aplicar el mando de frenado de servicio y obtener, como mínimo, el rendimiento residual prescrito en el punto 2.4 del anexo 4. Se entiende que la transmisión de energía del sistema de frenado de servicio dispone de energía suficiente. No deberá interpretarse que este requisito contradice el relativo al frenado de socorro.

⁽¹⁾ Hasta que no se hayan acordado procedimientos de ensayo uniformes, el fabricante deberá proporcionar al servicio técnico un análisis de los posibles fallos en la transmisión de control y de sus repercusiones. El servicio técnico y el fabricante del vehículo deberán discutir esta información y ponerse de acuerdo al respecto.

- 5.2.1.27.7. Si un equipo auxiliar se alimenta con energía de la misma reserva que la transmisión de control eléctrica, deberá garantizarse que, con el motor funcionando a una velocidad no superior al 80 % de su potencia máxima, el suministro de energía es suficiente para respetar los valores de desaceleración prescritos, bien disponiendo de una alimentación de energía capaz de evitar que se descargue esta reserva con todo el equipo auxiliar en funcionamiento, bien desconectando automáticamente partes preseleccionadas del equipo auxiliar a una tensión por encima del valor crítico mencionado en el punto 5.2.1.27.6, de modo que se impida que la reserva siga descargándose. El cumplimiento podrá demostrarse con cálculos o con un ensayo práctico. En el caso de vehículos autorizados a arrastrar remolques de categoría O3 u O4, el consumo de energía del remolque deberá tenerse en cuenta con una carga de 400 W. Este punto no se aplica a los vehículos en los que los valores de desaceleración prescritos pueden alcanzarse sin necesidad de energía eléctrica.
- 5.2.1.27.8. Si el equipo auxiliar se alimenta de la transmisión de control eléctrica, deberán cumplirse los requisitos expuestos a continuación.
- 5.2.1.27.8.1. Si se produce un fallo en la fuente de energía mientras el vehículo está en movimiento, la energía del depósito deberá ser suficiente para accionar los frenos al aplicar el mando.
- 5.2.1.27.8.2. Si se produce un fallo en la fuente de energía mientras el vehículo está parado y el sistema de frenado de estacionamiento aplicado, la energía del depósito deberá ser suficiente para encender las luces incluso con los frenos puestos.
- 5.2.1.27.9. En caso de fallo en la transmisión de control eléctrica del sistema de frenado de servicio de un vehículo tractor equipado con un conducto de control eléctrico conforme a los puntos 5.1.3.1.2 o 5.1.3.1.3, deberá quedar garantizado el accionamiento a fondo de los frenos del remolque.
- 5.2.1.27.10. En caso de fallo en la transmisión de control eléctrica de un remolque, conectado eléctricamente solo por medio de un conducto de control eléctrico conforme al punto 5.1.3.1.3, el frenado del remolque deberá quedar garantizado de acuerdo con el punto 5.2.1.18.4.1. Este será el caso cuando el remolque emita la señal de «demanda de frenado del conducto de alimentación» a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico, o en ausencia continua de tal comunicación de datos. Este punto no se aplicará a los vehículos de motor que no pueden funcionar con remolques conectados solo por medio de un conducto de control eléctrico, según se describe en el punto 5.1.3.5.
- 5.2.1.28. Requisitos especiales aplicables al mando de fuerza de acoplamiento
- 5.2.1.28.1. El mando de fuerza de acoplamiento solo estará permitido en el vehículo tractor.
- 5.2.1.28.2. La función del mando de fuerza de acoplamiento será reducir la diferencia entre los coeficientes de frenado dinámicos del vehículo tractor y el vehículo remolcado. Su funcionamiento deberá comprobarse en el momento de la homologación de tipo. El método de comprobación deberán acordarlo el fabricante del vehículo y el servicio técnico, y al acta de homologación de tipo deberán adjuntarse el método de evaluación y los resultados.
- 5.2.1.28.2.1. El mando de fuerza de acoplamiento podrá controlar el coeficiente de frenado T_M/P_M o los valores de demanda de frenado del remolque, o ambas cosas. En el caso de un vehículo tractor equipado con dos conductos de control conforme al punto 5.1.3.1.2, ambas señales deberán ser objeto de ajustes de control similares.
- 5.2.1.28.2.2. El mando de fuerza de acoplamiento no deberá impedir que se apliquen las presiones de frenado máximas.
- 5.2.1.28.3. El vehículo deberá cumplir los requisitos de compatibilidad con carga del anexo 10, pero, para cumplir los objetivos del punto 5.2.1.28.2, podrá apartarse de dichos requisitos cuando el mando de fuerza de acoplamiento esté en funcionamiento.

- 5.2.1.28.4. El fallo del mando de fuerza de acoplamiento deberá detectarse e indicarse al conductor por medio de una señal de aviso amarilla como la indicada en el punto 5.2.1.29.1.2. Si se produce un fallo, deberán cumplirse los requisitos pertinentes del anexo 10.
- 5.2.1.28.5. La compensación obrada por el sistema de control de la fuerza de acoplamiento deberá indicarse por medio de la señal de aviso amarilla del punto 5.2.1.29.1.2 si supera en más de 150 kPa el valor nominal de la demanda definido en el punto 2.28.3, hasta un límite, en p_m , de 650 kPa (o la demanda digital equivalente). Por encima de 650 kPa, la señal de aviso deberá darse si la compensación hace que el punto de funcionamiento esté fuera de la banda de compatibilidad con carga especificada en el anexo 10 para los vehículos de motor.

Diagrama 1

Vehículos tractores para remolques (excepto semirremolques)

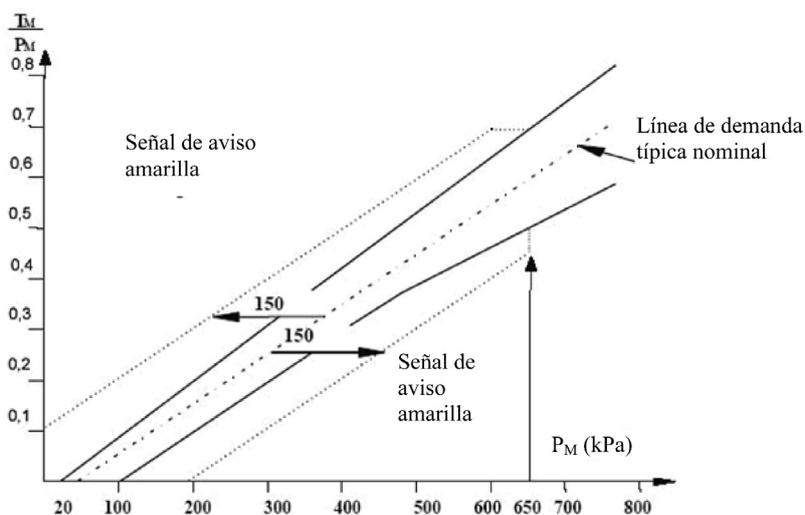
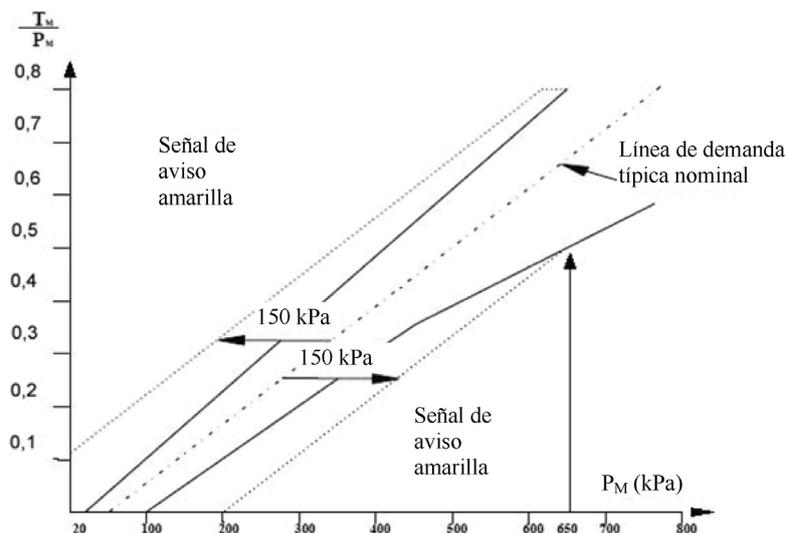


Diagrama 2

Unidades tractoras para semirremolques



- 5.2.1.28.6. Un sistema de control de la fuerza de acoplamiento controlará únicamente las fuerzas de acoplamiento generadas por el sistema de frenado de servicio del vehículo de motor y del remolque. Las fuerzas de acoplamiento resultantes de la acción de sistemas de frenado de resistencia no serán compensadas por el sistema de frenado de servicio del vehículo de motor ni del remolque. Se considera que los sistemas de frenado de resistencia no forman parte de los sistemas de frenado de servicio.
- 5.2.1.29. Señal de aviso de fallos y defectos en los frenos
- En los puntos que siguen se exponen los requisitos generales aplicables a las señales de aviso ópticas cuya función es indicar al conductor determinados fallos (o defectos) en el equipo de frenado de los vehículos de motor y, si procede, de sus remolques. Estas señales, salvo aquella a la que se refiere el punto 5.2.1.29.6, se utilizarán exclusivamente para los fines prescritos en el presente Reglamento.
- 5.2.1.29.1. Los vehículos de motor deberán poder emitir las siguientes señales de aviso ópticas de fallos y defectos en los frenos:
- 5.2.1.29.1.1. una señal de aviso roja indicadora de los fallos en el equipo de frenado del vehículo descritos en otras partes del presente Reglamento, que impiden obtener el rendimiento de frenado de servicio prescrito o el funcionamiento de por lo menos uno de dos circuitos de frenado de servicio independientes;
- 5.2.1.29.1.2. cuando proceda, una señal de aviso amarilla indicadora de un defecto detectado eléctricamente en el equipo de frenado del vehículo no indicado por la señal de aviso roja mencionada en el punto 5.2.1.29.1.1.
- 5.2.1.29.2. Los vehículos de motor equipados con un conducto de control electrónico o autorizados a arrastrar un remolque equipado con una transmisión de control eléctrica o un sistema de frenado antibloqueo deberán poder emitir una señal de aviso aparte de color amarillo para indicar un defecto en el sistema de frenado antibloqueo o en la transmisión de control eléctrica del equipo de frenado del remolque. La señal se transmitirá desde el remolque a través de la patilla 5 del conector eléctrico conforme con la norma ISO 7638:1997 ⁽¹⁾ y en todos los casos el vehículo tractor mostrará sin demora ni modificación significativas la señal transmitida por el remolque. Esta señal no deberá encenderse cuando esté acoplado a un remolque sin conducto de control eléctrico, transmisión de control eléctrica ni sistema de frenado antibloqueo, o cuando no esté acoplado ningún remolque. Esta función deberá ser automática.
- 5.2.1.29.2.1. Cuando un vehículo de motor equipado con un conducto de control eléctrico esté conectado eléctricamente con un remolque con conducto de control eléctrico, la señal de aviso roja especificada en el punto 5.2.1.29.1.1 deberá utilizarse también para indicar determinados fallos concretos en el equipo de frenado del remolque cada vez que este ofrezca la información correspondiente sobre los fallos a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico. Tal indicación se sumará a la señal de aviso amarilla del punto 5.2.1.29.2. De otro modo, en lugar de utilizar la señal de aviso roja del punto 5.2.1.29.1.1 y la citada señal de aviso amarilla, el vehículo tractor podrá contar con una señal de aviso roja aparte para indicar ese fallo en el equipo de frenado del remolque.
- 5.2.1.29.3. Las señales de aviso deberán ser visibles incluso de día; el buen estado de las señales deberá ser fácilmente verificable por el conductor desde su asiento; el fallo de un componente de los dispositivos de aviso no deberá implicar una merma en el rendimiento del sistema de frenado.
- 5.2.1.29.4. Salvo disposición en contrario:
- 5.2.1.29.4.1. las señales de aviso mencionadas deberán advertir al conductor del fallo o el defecto concreto, como muy tarde, cuando se accione el mando de frenado correspondiente;
- 5.2.1.29.4.2. las señales de aviso deberán permanecer encendidas mientras persista el fallo o el defecto y el interruptor de contacto (arranque) esté en la posición de «encendido» (marcha), y

⁽¹⁾ El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

- 5.2.1.29.4.3. la señal de aviso deberá ser fija (no intermitente).
- 5.2.1.29.5. Las señales de aviso mencionadas anteriormente se encenderán cuando el equipo eléctrico del vehículo (y el sistema de frenado) esté energizado. Cuando el vehículo esté parado, el sistema de frenado deberá verificar la ausencia de los fallos o defectos especificados antes de apagar las señales. Los fallos o defectos especificados, que deberían activar las señales de aviso mencionadas, pero que no se detectan cuando el vehículo está parado, deberán almacenarse al ser detectados y mostrarse al arrancar el motor, así como en todo momento en que el interruptor de contacto (arranque) esté en la posición de «encendido» (marcha), siempre y cuando el fallo o el defecto persistan.
- 5.2.1.29.6. Los fallos (o defectos) no especificados, o cualquier otra información concerniente a los frenos o los elementos de rodadura del vehículo de motor, podrán ser indicados por la señal de aviso amarilla del punto 5.2.1.29.1.2, a condición de que:
- 5.2.1.29.6.1. el vehículo esté parado;
- 5.2.1.29.6.2. el equipo de frenado haya recibido inicialmente energía y la señal haya indicado, siguiendo los procedimientos detallados en el punto 5.2.1.29.5, la ausencia de fallos (o defectos) especificados, y
- 5.2.1.29.6.3. los fallos no especificados o cualquier otra información se indiquen únicamente con la luz intermitente de la señal de aviso; no obstante, la señal de aviso deberá apagarse la primera vez que el vehículo sobrepase los 10 km/h.
- 5.2.1.30. Generación de una señal de frenado que ilumine las luces de freno
- 5.2.1.30.1. La activación del sistema de frenado de servicio por el conductor deberá generar una señal que servirá para iluminar las luces de freno.
- 5.2.1.30.2. Requisitos aplicables a los vehículos provistos de sistemas de frenado de resistencia
- 5.2.1.30.2.1. En el caso de los vehículos que emiten señales electrónicas para controlar la aplicación inicial de los frenos, se aplicará lo siguiente:

Umbrales de desaceleración	
$\leq 1,0 \text{ m/s}^2$	$> 1,0 \text{ m/s}^2$
Podrá generar la señal	Deberá generar la señal

- 5.2.1.30.2.2. En el caso de vehículos con un sistema de frenado de características diferentes a las indicadas en el punto 5.2.1.30.2.1, el funcionamiento del sistema de frenado de resistencia podrá generar la señal con independencia de la desaceleración producida.
- 5.2.1.30.2.3. La señal no se generará cuando la ralentización sea producida únicamente por el efecto de frenado natural del motor.
- 5.2.1.30.3. La activación del sistema de frenado de servicio por «frenado de mando automático» deberá generar la señal mencionada anteriormente. No obstante, cuando la ralentización generada sea inferior a $0,7 \text{ m/s}^2$, podrá suprimirse la señal ⁽¹⁾.
- 5.2.1.30.4. La activación de parte del sistema de frenado de servicio por «frenado selectivo» no deberá generar la señal mencionada anteriormente ⁽²⁾.

⁽¹⁾ En el momento de la homologación de tipo, el fabricante del vehículo deberá confirmar el cumplimiento de este requisito.

⁽²⁾ Durante un «frenado selectivo», la función podrá cambiar a un «frenado de mando automático».

- 5.2.1.30.5. En el caso de vehículos equipados con un conducto de control eléctrico, la señal deberá ser generada por el vehículo de motor cuando desde el remolque se reciba el mensaje de «iluminar las luces de freno» a través del conducto de control eléctrico ⁽¹⁾.
- 5.2.1.30.6. Los sistemas de frenado eléctrico regenerativo, que producen una fuerza de ralentización al soltar el pedal del acelerador, no deberán generar la señal mencionada anteriormente.
- 5.2.1.31. Cuando un vehículo esté equipado con medios para indicar el frenado de emergencia, la activación y desactivación de la señal correspondiente deberá reunir las características expuestas a continuación.
- 5.2.1.31.1. La señal deberá activarse al aplicar el sistema de frenado de servicio como sigue:

	No se activará por debajo de
N1	6 m/s ²
M2, M3, N2 and N3	4 m/s ²

En todos los vehículos, la señal deberá desactivarse, como muy tarde, cuando la desaceleración haya disminuido por debajo de 2,5 m/s².

- 5.2.1.31.2. También podrán aplicarse las siguientes condiciones:
- a) La señal podrá activarse aplicando el sistema de frenado de servicio de manera que produzca, con el vehículo sin carga y el motor apagado, y en las condiciones del ensayo de tipo 0 descrito en el anexo 4, la siguiente desaceleración:

	No se activará por debajo de
N1	6 m/s ²
M2, M3, N2 and N3	4 m/s ²

En todos los vehículos, la señal deberá desactivarse, como muy tarde, cuando la desaceleración haya disminuido por debajo de 2,5 m/s².

O bien:

- b) La señal podrá activarse cuando el sistema de frenado de servicio se aplique a una velocidad superior a 50 km/h y el sistema antibloqueo esté en modulación cíclica (según se define en el punto 2 del anexo 13).

La señal deberá desactivarse cuando el sistema antibloqueo deje de estar en modulación cíclica.

- 5.2.2. Vehículos de la categoría O
- 5.2.2.1. No será obligatorio equipar con sistemas de frenado de servicio a los remolques de la categoría O1; sin embargo, si un remolque de esta categoría está equipado con un sistema de frenado de servicio, deberá cumplir los mismos requisitos que un remolque de la categoría O2.
- 5.2.2.2. Los remolques de la categoría O2 deberán estar equipados con un sistema de frenado de servicio de tipo continuo, semicontinuo o de inercia. Este último tipo solo se permitirá en los remolques de eje central. No obstante, se admitirán sistemas de frenado eléctricos que cumplan los requisitos del anexo 14.
- 5.2.2.3. Los remolques de las categorías O3 y O4 deberán estar equipados con un sistema de frenado de servicio de tipo continuo o semicontinuo.

⁽¹⁾ Este requisito no se aplicará hasta que se haya modificado la norma ISO 11992 para incluir el mensaje «iluminar las luces de freno».

- 5.2.2.4. El sistema de frenado de servicio:
- 5.2.2.4.1. deberá actuar sobre todos los ejes del vehículo;
 - 5.2.2.4.2. deberá distribuir su acción adecuadamente entre los ejes;
 - 5.2.2.4.3. deberá contener, en por lo menos uno de los depósitos de aire, un dispositivo de purga y escape, colocado en un lugar adecuado y de fácil acceso.
- 5.2.2.5. La acción del sistema de frenado de servicio deberá estar repartida simétricamente entre las ruedas de un mismo eje con relación al plano mediano longitudinal del vehículo. Las condiciones y funciones, como la de antibloqueo, que puedan causar desviaciones de esta distribución simétrica deberán declararse.
- 5.2.2.5.1. Las compensaciones que realice la transmisión de control eléctrica de los daños o los defectos del sistema de frenado deberán indicarse al conductor por medio de la señal de aviso óptica aparte de color amarillo especificada en el punto 5.2.1.29.2. Este requisito se aplicará en todas las condiciones de carga cuando la compensación sobrepase los siguientes límites:
- 5.2.2.5.1.1. una diferencia en las presiones de frenado transversales de cualquier eje:
 - a) de un 25 % del valor máximo, con desaceleraciones del vehículo $\geq 2 \text{ m/s}^2$,
 - b) de un valor correspondiente al 25 % a 2 m/s^2 , con desaceleraciones por debajo de este valor;
 - 5.2.2.5.1.2. un valor de compensación individual sobre cualquier eje:
 - a) $> 50 \%$ del valor nominal, con desaceleraciones del vehículo $\geq 2 \text{ m/s}^2$,
 - b) de un valor correspondiente al 50 % del valor nominal a 2 m/s^2 , con desaceleraciones por debajo de este valor.
- 5.2.2.5.2. La compensación definida anteriormente solo estará permitida si los frenos se aplican inicialmente cuando el vehículo circula a más de 10 km/h .
- 5.2.2.6. Si la transmisión de control eléctrica se avería, los frenos no se aplicarán en contra de la voluntad del conductor.
- 5.2.2.7. Las superficies de frenado necesarias para alcanzar el grado de eficacia prescrito deberán estar constantemente unidas a las ruedas, ya sea de forma rígida, ya por medio de componentes no susceptibles de fallo.
- 5.2.2.8. El desgaste de los frenos deberá poder compensarse fácilmente mediante un sistema de ajuste manual o automático. Además, el mando y los componentes de la transmisión y de los frenos deberán disponer de una reserva de recorrido y, si es necesario, de unos medios de compensación tales que, cuando los frenos se calienten o los forros hayan alcanzado un determinado grado de desgaste, se asegure la eficacia del frenado sin necesidad de un ajuste inmediato.
- 5.2.2.8.1. La compensación del desgaste deberá ser automática en los frenos de servicio. Sin embargo, en vehículos de las categorías O1 y O2, la instalación de dispositivos de ajuste automático será facultativa. Tras calentarse y a continuación enfriarse, los frenos provistos de dispositivos de ajuste automático deberán permitir al vehículo rodar libremente, según el punto 1.7.3 del anexo 4, después del ensayo de tipo I o de tipo III, según proceda, descrito en dicho anexo.
- 5.2.2.8.1.1. En el caso de remolques de la categoría O4, se considerará que se satisfacen los requisitos de rendimiento del punto 5.2.2.8.1 si se cumplen los del punto 1.7.3 del anexo 4.

5.2.2.8.1.2. En el caso de remolques de las categorías O2 y O3, se considerará que se satisfacen los requisitos de rendimiento del punto 5.2.2.8.1 si se cumplen los del punto 1.7.3 ⁽¹⁾ del anexo 4.

5.2.2.8.2. Comprobación del desgaste de los componentes de fricción de los frenos de servicio

5.2.2.8.2.1. Deberá ser posible evaluar con facilidad este desgaste en los forros de los frenos de servicio desde el exterior del vehículo o por debajo del mismo, sin desmontar las ruedas, merced a orificios de inspección adecuadamente dispuestos o por otros medios. Tal comprobación podrá efectuarse con herramientas de taller ordinarias o equipos comunes de inspección de vehículos.

También será aceptable la instalación en el remolque de una pantalla que informe de la necesidad de cambiar los forros, o de un sensor en cada rueda (las ruedas gemelas se consideran una sola) que avise al conductor en su posición de conducción cuando sea necesario reemplazar los forros. Si se trata de un aviso óptico, podrá emplearse la señal de aviso amarilla del punto 5.2.1.29.2, a condición de que cumpla los requisitos del punto 5.2.1.29.6.

5.2.2.8.2.2. El estado de desgaste de las superficies de rozamiento de los discos o tambores de freno solo podrá evaluarse realizando mediciones directamente en el componente o examinando cualquiera de los indicadores de desgaste de los discos o tambores de freno, lo cual quizá exija desmontar algunas piezas. Por tanto, cuando se proceda a la homologación de tipo, el fabricante del vehículo deberá concretar lo siguiente:

a) el método para evaluar el desgaste de las superficies de rozamiento de los tambores y discos, indicando si han de desmontarse piezas y las herramientas y procesos para ello;

b) el umbral de desgaste aceptable, tras pasado el cual se hace necesario el recambio.

Esta información deberá ser de libre acceso, figurando, por ejemplo, en el manual del vehículo o en el registro electrónico de datos.

5.2.2.9. Los sistemas de frenado deberán estar diseñados de tal modo que, en caso de separación del enganche durante la marcha, el remolque se detenga automáticamente. No obstante, este requisito no se aplicará a los remolques cuya masa máxima no supere 1,5 t, a condición de que estén provistos, además del dispositivo de acoplamiento, de un enganche secundario (cadena, cable, etc.) que, en caso de separación del enganche principal, pueda impedir que la barra de enganche toque el suelo y que se pierda por completo el control del remolque.

5.2.2.10. En todo remolque que deba estar equipado con un sistema de frenado de servicio, el frenado de estacionamiento deberá estar asegurado incluso cuando el remolque esté separado del vehículo tractor. El dispositivo de frenado de estacionamiento deberá poder ser accionado por una persona de pie sobre el suelo; sin embargo, en los remolques destinados al transporte de pasajeros, este freno deberá poder accionarse desde el interior del remolque.

5.2.2.11. Si el remolque está equipado con un dispositivo que permite interrumpir el accionamiento por aire comprimido de un sistema de frenado que no sea el de estacionamiento, dicho sistema deberá estar diseñado y fabricado de manera que vuelva a la posición de reposo, como muy tarde, cuando se reanude el suministro de aire comprimido al remolque.

5.2.2.12. Los remolques de las categorías O3 y O4 deberán cumplir las condiciones del punto 5.2.1.18.4.2. Más allá del cabezal de acoplamiento del conducto de control debe haber una conexión de comprobación de la presión de fácil acceso.

⁽¹⁾ Hasta que se hayan acordado prescripciones técnicas uniformes que evalúen correctamente la función del dispositivo de ajuste automático del freno, el requisito relativo a la marcha libre se considerará cumplido si se observa que el vehículo rueda libremente en todos los ensayos de frenos prescritos para el remolque de que se trate.

- 5.2.2.12.1. En el caso de remolques equipados con un conducto de control eléctrico y conectados eléctricamente con un vehículo tractor provisto también de un conducto de control eléctrico, la acción de frenado automático especificada en el punto 5.2.1.18.4.2 podrá suprimirse si la presión en los depósitos de aire comprimido del remolque es suficiente para garantizar el rendimiento de frenado indicado en el punto 3.3 del anexo 4.
- 5.2.2.13. Los remolques de la categoría O3 deberán estar equipados con un sistema de frenado antibloqueo de conformidad con los requisitos del anexo 13. Los remolques de la categoría O4 deberán estar equipados con un sistema de frenado antibloqueo de conformidad con los requisitos de la categoría A del anexo 13.
- 5.2.2.14. Cuando el equipo auxiliar se alimente con energía del sistema de frenado de servicio, este deberá estar protegido para que la suma de las fuerzas de frenado ejercidas en la periferia de las ruedas equivalga por lo menos al 80 % del valor prescrito para el remolque de que se trate según el punto 3.1.2.1 del anexo 4. Este requisito deberá cumplirse en las dos condiciones de funcionamiento siguientes:
- mientras funcione el equipo auxiliar, y
- en caso de rotura o fuga en el equipo auxiliar, salvo que tal rotura o fuga afecte a la señal de control a la que se refiere el punto 6 del anexo 10, en cuyo caso serán de aplicación los requisitos de rendimiento de dicho punto.
- 5.2.2.14.1. Se considera que se cumplen las disposiciones expuestas cuando la presión en los dispositivos de almacenamiento de los frenos de servicio se mantiene al 80 % de la presión de demanda del conducto de control o la demanda digital equivalente según el punto 3.1.2.2 del anexo 4.
- 5.2.2.15. Requisitos adicionales especiales aplicables a los sistemas de frenado de servicio con transmisión de control eléctrica
- 5.2.2.15.1. Un único fallo temporal (< 40 ms) en la transmisión de control eléctrica, con excepción de la alimentación de energía (por ejemplo, señal no transmitida o error de datos), no deberá tener efectos apreciables en el rendimiento de frenado de servicio.
- 5.2.2.15.2. Si se produce un fallo en la transmisión de control eléctrica ⁽¹⁾ (por ejemplo, rotura o desconexión), deberá mantenerse un rendimiento de frenado equivalente como mínimo al 30 % del rendimiento prescrito para el sistema de frenado de servicio del remolque de que se trate. En el caso de remolques conectados eléctricamente a través únicamente de un conducto de control eléctrico, conforme al punto 5.1.3.1.3, y que cumplan los requisitos del punto 5.2.1.18.4.2 con el rendimiento prescrito en el punto 3.3 del anexo 4, basta con invocar las disposiciones del punto 5.2.1.27.10 cuando ya no puede garantizarse un rendimiento de frenado equivalente como mínimo al 30 % del prescrito para el sistema de frenado de servicio del remolque, bien con la señal de «demanda de frenado del conducto de alimentación» a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico, bien por la ausencia continua de dicha comunicación de datos.
- 5.2.2.15.2.1. Los fallos en la transmisión de control eléctrica del remolque que afecten al funcionamiento y el rendimiento de los sistemas objeto del presente Reglamento y los fallos de la alimentación de energía suministrada por el conector ISO 7638:1997 ⁽²⁾ deberán indicarse al conductor por medio de la señal de aviso aparte especificada en el punto 5.2.1.29.2, a través de la patilla 5 del conector eléctrico conforme con la norma ISO 7638:1997 ⁽²⁾. Además, los remolques equipados con un conducto de control eléctrico, cuando estén conectados eléctricamente a un vehículo tractor con un conducto de control eléctrico, deberán transmitir la información de avería para la activación de la señal de aviso roja del punto 5.2.1.29.2.1 a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico, cuando ya no pueda garantizarse el rendimiento de frenado de servicio prescrito del remolque.

⁽¹⁾ Hasta que no se hayan acordado procedimientos de ensayo uniformes, el fabricante deberá proporcionar al servicio técnico un análisis de los posibles fallos en la transmisión de control y de sus repercusiones. El servicio técnico y el fabricante del vehículo deberán discutir esta información y ponerse de acuerdo al respecto.

⁽²⁾ El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

- 5.2.2.16. Cuando la energía almacenada en una parte cualquiera del sistema de frenado de servicio de un remolque equipado con un conducto de control eléctrico y conectado eléctricamente con un vehículo tractor con un conducto de control electrónico descienda al valor determinado de acuerdo con el punto 5.2.2.16.1, el conductor del vehículo tractor deberá ser advertido de ello. Tal advertencia se realizará activando la señal roja indicada en el punto 5.2.1.29.2.1, y el remolque proporcionará información de la avería a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico. La señal de aviso aparte de color amarillo indicada en el punto 5.2.1.29.2 también deberá activarse a través de la patilla 5 del conector eléctrico conforme con la norma ISO 7638:1997 ⁽¹⁾, para advertir al conductor de que el nivel de energía está bajo en el remolque.
- 5.2.2.16.1. El valor de energía bajo al que se refiere el punto 5.2.2.16 será aquel con el que, sin recargar el depósito de energía y con independencia de la condición de carga del remolque, es imposible aplicar el mando de frenado de servicio una quinta vez tras haberlo accionado a fondo cuatro veces y obtener por lo menos el 50 % del rendimiento del sistema de frenado de servicio prescrito del remolque en cuestión.
- 5.2.2.17. Los remolques equipados con un conducto de control eléctrico y los remolques de las categorías O3 y O4 equipados con sistema antibloqueo deberán estar provistos de un conector eléctrico especial para el sistema de frenado o el sistema antibloqueo, o para ambas cosas, conforme con la norma ISO 7638:1997 ⁽¹⁾ ⁽²⁾. Las señales de aviso de avería exigidas a los remolques en el presente Reglamento deberán activarse a través del conector mencionado. Los requisitos que habrán de aplicarse a los remolques con respecto a la transmisión de las señales de aviso de avería serán, según proceda, los prescritos para los vehículos de motor en los puntos 5.2.1.29.4, 5.2.1.29.5 y 5.2.1.29.6.

Los remolques equipados con un conector ISO 7638:1997 según se ha indicado previamente deberán marcarse de forma indeleble para indicar la funcionalidad del sistema de frenado cuando dicho conector está conectado y desconectado. El marcado deberá ubicarse de modo que sea visible cuando se realicen las conexiones de las interfaces neumáticas y eléctricas.

- 5.2.2.17.1. En caso de fallo en la transmisión de control eléctrica del sistema estabilizador, los remolques que utilicen el frenado selectivo para aumentar la estabilidad del vehículo deberán indicar el fallo por medio de la señal de aviso aparte de color amarillo especificada en el punto 5.2.1.29.2, a través de la patilla 5 del conector ISO 7638:1997.

Nota: Este requisito se reexaminará en las ulteriores enmiendas del Reglamento nº 13, a la espera de: i) una enmienda a la norma ISO 11992:2003 sobre comunicación de datos que incluya un mensaje para comunicar un fallo en la transmisión de control eléctrica del sistema de control de la estabilidad del remolque, y ii) que los vehículos equipados conforme a esa norma sean de uso corriente.

- 5.2.2.17.2. Está permitido conectar el sistema de frenado a una fuente de alimentación eléctrica adicional además de la proporcionada por el conector ISO 7638:1997. No obstante, en caso de que se utilice una fuente de alimentación eléctrica adicional serán de aplicación las siguientes disposiciones:
- En todos los casos, la alimentación eléctrica conforme a la norma ISO 7638:1997 es la fuente de energía primaria del sistema de frenado, al margen de cualquier fuente de alimentación eléctrica adicional que se conecte. La fuente adicional tiene como finalidad servir de reserva en caso de que falle la alimentación eléctrica conforme a la norma ISO 7638:1997.
 - No deberá afectar al funcionamiento del sistema de frenado en el modo normal y de avería.
 - En caso de que falle la alimentación eléctrica conforme a la norma ISO 7638:1997, la energía consumida por el sistema de frenado no deberá implicar que se exceda la energía máxima disponible de la fuente de alimentación adicional.
 - El remolque no deberá presentar ningún marcado ni etiqueta que indique que está equipado con una fuente de alimentación eléctrica adicional.

⁽¹⁾ El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

⁽²⁾ Las secciones transversales de los conductores especificadas en la norma ISO 7638:1997 para el remolque podrán reducirse si este lleva su propio fusible independiente. Las características asignadas del fusible deberán ser las adecuadas para que no se excedan las características asignadas de los conductores. Esta excepción no se aplicará a los remolques equipados para arrastrar otro remolque.

- e) No está permitido instalar un dispositivo de aviso de avería en el remolque con el objeto de advertir de un fallo en su sistema de frenado si este está alimentado con la fuente de alimentación adicional.
- f) Cuando se disponga de una fuente de alimentación eléctrica adicional deberá ser posible verificar el funcionamiento del sistema de frenado alimentado con ella.
- g) Si se produce un fallo en la alimentación eléctrica proporcionada por el conector ISO 7638:1997, serán de aplicación los requisitos del punto 5.2.2.15.2.1 y del punto 4.1 del anexo 13 relativos al aviso de avería, con independencia de que el sistema de frenado funcione con la alimentación eléctrica adicional.
- 5.2.2.18. Siempre que la alimentación eléctrica del conector ISO 7638:1997 se emplee para las funciones definidas en el punto 5.1.3.6, el sistema de frenado tendrá prioridad y estará protegido contra sobrecargas externas. Esta protección deberá formar parte de las funciones del sistema de frenado.
- 5.2.2.19. En caso de que se produzca un fallo en uno de los conductos de control que conectan dos vehículos equipados conforme al punto 5.1.3.1.2, el remolque utilizará el conducto de control no afectado por el fallo para garantizar automáticamente el rendimiento de frenado que le prescribe el punto 3.1 del anexo 4.
- 5.2.2.20. Cuando la tensión de alimentación del remolque caiga por debajo de un valor designado por el fabricante con el cual ya no pueda garantizarse el rendimiento de frenado de servicio prescrito, la señal de aviso aparte de color amarillo especificada en el punto 5.2.1.29.2 deberá activarse a través de la patilla 5 del conector ISO 7638:1997 ⁽¹⁾. Además, los remolques equipados con un conducto de control eléctrico, cuando estén conectados eléctricamente con un vehículo tractor con un conducto de control eléctrico, deberán transmitir la información de avería para la activación de la señal de aviso roja del punto 5.2.1.29.2.1 a través de la parte de comunicación de datos del conducto de control eléctrico.
- 5.2.2.21. Aparte de los requisitos de los puntos 5.2.1.18.4.2 y 5.2.1.21, los frenos del remolque también podrán aplicarse automáticamente cuando tal aplicación sea iniciada por el propio sistema de frenado del remolque tras evaluar la información generada a bordo.
- 5.2.2.22. Activación del sistema de frenado de servicio
- 5.2.2.22.1. En los remolques equipados con un conducto de control eléctrico deberá transmitirse el mensaje «iluminar las luces de freno» a través de dicho conducto cuando el sistema de frenado del remolque se active durante el «frenado de mando automático» iniciado por el remolque. No obstante, cuando la ralentización generada sea inferior a $0,7 \text{ m/s}^2$, podrá suprimirse la señal ⁽²⁾ ⁽³⁾.
- 5.2.2.22.2. En los remolques equipados con un conducto de control eléctrico no deberá transmitirse el mensaje «iluminar las luces de freno» a través de dicho conducto durante el «frenado selectivo» iniciado por el remolque ⁽⁴⁾ ⁽³⁾.
6. ENSAYOS
- En el anexo 4 se describen los ensayos de frenado a que deben someterse los vehículos presentados a homologación, así como el rendimiento de frenado exigido.

⁽¹⁾ El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

⁽²⁾ En el momento de la homologación de tipo, el fabricante del vehículo deberá confirmar el cumplimiento de este requisito.

⁽³⁾ Este requisito no se aplicará hasta que se haya modificado la norma ISO 11992 para incluir el mensaje «iluminar las luces de freno».

⁽⁴⁾ Durante un «frenado selectivo», la función podrá cambiar a un «frenado de mando automático».

7. MODIFICACIÓN DEL TIPO DE VEHÍCULO O EL SISTEMA DE FRENADO Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN
 - 7.1. Toda modificación del tipo de vehículo o del equipo de frenado relacionada con las características contempladas en el anexo 2 deberá notificarse al departamento administrativo que homologó el tipo de vehículo. A continuación, dicho departamento podrá:
 - 7.1.1. considerar que las modificaciones probablemente no tendrán un efecto negativo apreciable y que, en cualquier caso, el vehículo sigue cumpliendo los requisitos; o
 - 7.1.2. exigir un nuevo informe al servicio técnico encargado de realizar los ensayos.
 - 7.2. La confirmación o la 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, especificando las modificaciones.
 - 7.3. La autoridad competente que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada formulario de comunicación redactado en relación con esa extensión e informará de ello a las demás Partes contratantes del Acuerdo de 1958 por medio de un formulario de comunicación conforme con el modelo del anexo 2.
8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
 - 8.1. Todo vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento deberá ser fabricado de modo que sea conforme con el tipo homologado, cumpliendo los requisitos expuestos en el apartado 5.
 - 8.2. Para verificar que se cumplen los requisitos del punto 8.1 deberán realizarse controles adecuados de la producción.
 - 8.3. El titular de la homologación deberá, en particular:
 - 8.3.1. asegurarse de que existen procedimientos para el control efectivo de la calidad de los productos;
 - 8.3.2. tener acceso al equipo de control necesario para comprobar la conformidad con cada tipo homologado;
 - 8.3.3. asegurarse de que se lleva un registro de los datos de los resultados de los ensayos y de que los documentos relacionados están disponibles durante un período que se determinará de acuerdo con el servicio administrativo;
 - 8.3.4. analizar los resultados de cada tipo de ensayo para verificar y garantizar la invariabilidad de las características del producto, teniendo en cuenta las variaciones inherentes a la producción industrial;
 - 8.3.5. asegurarse de que con cada tipo de producto se efectúan todos los ensayos prescritos en el presente Reglamento, o parte de ellos;
 - 8.3.6. asegurarse de que se realizan otro muestreo y otro ensayo cuando hay muestras o probetas que aportan pruebas de la no conformidad con el tipo de ensayo considerado; deberán tomarse todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la producción en cuestión.
 - 8.4. La autoridad competente que haya concedido la homologación de tipo podrá verificar en cualquier momento los métodos de control de la conformidad aplicables en cada unidad de producción.
 - 8.4.1. En todas las inspecciones se presentarán al inspector la documentación de los ensayos y los registros de reconocimiento de la producción.
 - 8.4.2. El inspector podrá tomar muestras al azar, que deberán someterse a ensayo en el laboratorio del fabricante. El número mínimo de muestras podrá determinarse a la luz de los resultados de las propias comprobaciones del fabricante.

- 8.4.3. Cuando el nivel de calidad no resulte satisfactorio o se juzgue necesario verificar la validez de los ensayos efectuados en aplicación del punto 8.4.2, el inspector seleccionará las muestras que habrá que enviar al servicio técnico que realizó los ensayos de homologación de tipo.
- 8.4.4. La autoridad competente podrá realizar cualquier ensayo prescrito en el presente Reglamento.
- 8.4.5. La frecuencia normal de las inspecciones de la autoridad competente será bienal. Si se registran resultados insatisfactorios en una de esas inspecciones, la autoridad competente deberá asegurarse de que se adoptan todas las medidas necesarias para restablecer la conformidad de la producción lo antes posible.
9. SANCIONES POR NO CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 9.1. Podrá retirarse la homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos establecidos en el punto 8.1.
- 9.2. Si una Parte contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retira una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de comunicación conforme con el modelo del anexo 2.
10. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Si el titular de la homologación deja por completo de fabricar un tipo de vehículo homologado conforme al presente Reglamento, informará de ello a la autoridad que concedió la homologación. Tras recibir la correspondiente comunicación, dicha autoridad informará a las demás Partes contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de comunicación conforme con el modelo del anexo 2.
11. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS QUE REALIZAN LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS
- Las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría General de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación y de los departamentos administrativos que concedan la homologación y a los cuales deban remitirse los formularios que certifiquen la concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación, o el cese definitivo de la producción, expedidos en otros países.
12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS
- 12.1. Generalidades
- 12.1.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor del suplemento 8 de la serie 09 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de la homologación CEPE con arreglo al mismo en su versión modificada por el suplemento 8 de la serie 09 de enmiendas.
- 12.1.2. Salvo disposición en contrario, o salvo que el contexto requiera otra cosa, los suplementos de la serie 10 de enmiendas se aplicarán también a la expedición y el mantenimiento de homologaciones conforme a la serie 09.
- 12.1.3. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 10 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de homologaciones con arreglo al mismo en su versión modificada por la serie 10 de enmiendas.
- 12.1.4. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor del suplemento 4 de la serie 10 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de homologaciones con arreglo al mismo en su versión modificada por el suplemento 4.
- 12.1.5. Las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento no denegarán la concesión de extensiones de homologaciones con arreglo al suplemento 3 de la serie 10 de enmiendas de este Reglamento.

- 12.2. Nuevas homologaciones de tipo
 - 12.2.1. Transcurridos veinticuatro meses desde la fecha oficial de entrada en vigor del suplemento 8 de la serie 09 de enmiendas, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento únicamente concederán homologaciones CEPE si el tipo de vehículo que se quiere homologar cumple los requisitos de este Reglamento en su versión modificada por el suplemento 8 de la serie 09 de enmiendas.
 - 12.2.2. Transcurridos veinticuatro meses desde la fecha de entrada en vigor de la serie 10 de enmiendas, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento únicamente concederán homologaciones si el tipo de vehículo que se quiere homologar cumple los requisitos de este Reglamento en su versión modificada por la serie 10 enmiendas.
 - 12.2.3. Hasta que hayan transcurrido cuarenta y ocho meses desde la entrada en vigor de la serie 10 de enmiendas del presente Reglamento, ninguna Parte contratante que lo aplique denegará la homologación de tipo nacional de un tipo de vehículo homologado con arreglo a la serie de enmiendas anterior.
 - 12.2.4. Hasta que hayan transcurrido cuarenta y ocho meses desde la entrada en vigor de la serie 10 de enmiendas del presente Reglamento, las Partes contratantes que lo apliquen continuarán concediendo homologaciones CEPE con arreglo al suplemento 3 de la serie 10 de enmiendas.
 - 12.2.5. Transcurridos veinticuatro meses desde la fecha de entrada en vigor del suplemento 5 de la serie 10 de enmiendas, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento únicamente concederán homologaciones si el tipo de vehículo que se quiere homologar cumple los requisitos de este Reglamento en su versión modificada por el suplemento 5 de la serie 10 enmiendas.
 - 12.3. Límite de validez de las antiguas homologaciones de tipo
 - 12.3.1. Transcurridos cuarenta y ocho meses desde la entrada en vigor de la serie 10 de enmiendas del presente Reglamento, las Partes contratantes que lo apliquen podrán denegar la primera matriculación nacional (primera puesta en servicio) de un vehículo que no cumpla los requisitos de la citada serie 10 de enmiendas.
 - 12.4. Nuevas Partes contratantes
 - 12.4.1. No obstante las disposiciones transitorias señaladas, 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 estarán obligadas a aceptar las homologaciones concedidas de conformidad con cualquiera de las series de enmiendas anteriores.
-

ANEXO I

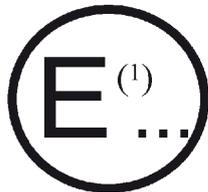
Equipos, dispositivos, métodos y condiciones de frenado no incluidos en el presente Reglamento

1. Método de medición de los tiempos de reacción («respuesta») en frenos distintos de los de aire comprimido.
-

ANEXO 2

COMUNICACIÓN (*)

[formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Expedida por: nombre de la administración

.....

relativa a ⁽²⁾: 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 que concierne al frenado, con arreglo al Reglamento n° 13

N° de homologación N° de extensión

1. Denominación comercial o marca registrada del vehículo:
2. Categoría de vehículos:
3. Tipo de vehículo:
4. Nombre y dirección del fabricante:

5. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:

6. Masa del vehículo:
 - 6.1. Masa máxima del vehículo:
 - 6.2. Masa mínima del vehículo:
7. Distribución de la masa por eje (valor máximo):
8. Marca y tipo de forros de freno:
- 8.1. Forros de freno ensayados en relación con todas las prescripciones pertinentes del anexo 4
- 8.2. Forros de freno alternativos ensayados con arreglo al anexo 15
9. En el caso de un vehículo de motor:
- 9.1. Tipo de motor:
- 9.2. Número de marchas y desarrollos:
- 9.3. Relaciones de desmultiplicación final:
- 9.4. En su caso ⁽³⁾, masa máxima del remolque que puede engancharse:
- 9.4.1. Remolque:

(*) A petición de uno o varios solicitantes de la homologación conforme al Reglamento no 90, la autoridad de homologación de tipo presentará la información de acuerdo con el apéndice 1 del presente anexo. Sin embargo, dicha información no se facilitará para fines distintos de la homologación conforme al Reglamento n° 90.

- 9.4.2. Semirremolque:
- 9.4.3. Remolque de eje central
[indicar asimismo la relación máxima del voladizo de acoplamiento ⁽⁴⁾ con respecto a la batalla]:
- 9.4.4. Remolque sin frenos:
- 9.4.5. Masa máxima del conjunto:
- 10. Dimensiones de los neumáticos:
- 10.1. Dimensiones del neumático o la rueda de repuesto provisional:
- 11. Número y disposición de los ejes:
- 12. Breve descripción del equipo de frenado:

13.

Masa del vehículo en el ensayo:	Sin carga (kg)	Con carga (kg)
Carga soportada por el pivote de acoplamiento ⁽³⁾		
Eje nº 1		
Eje nº 2		
Eje nº 3		
Eje nº 4		
Total		

14. Resultados de los ensayos y características del vehículo

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS		Velocidad de ensayo [km/h]	Rendimiento medido	Fuerza medida ejercida sobre el mando [daN]
14.1. Ensayos de tipo 0 con el motor desembragado	Frenado de servicio			
	Frenado de socorro			
14.2. Ensayos de tipo 0 con el motor embragado	Frenado de servicio conforme al punto 2.1.1 del anexo 4			
14.3. Ensayos de tipo I	Con frenado repetido ⁽⁵⁾			
	Con frenado continuo ⁽⁶⁾			
	Marcha libre, conforme al anexo 4, puntos 1.5.4 ⁽⁵⁾ y 1.7.3 ⁽⁷⁾			
14.4. Ensayos de tipo II o IIA ⁽²⁾ , según proceda	Frenado de servicio			
14.5. Ensayos de tipo III ⁽⁷⁾	Marcha libre, conforme al anexo 4, punto 1.7.3			

- 14.6. Sistemas de frenado utilizados en el ensayo de tipo II/IIA ⁽²⁾:
- 14.7. Tiempo de reacción y dimensiones de las tuberías flexibles:
 - 14.7.1. Tiempo de reacción del accionador del freno: s
 - 14.7.2. Tiempo de reacción en el cabezal de acoplamiento del conducto de control: s

- 14.7.3. Tuberías flexibles de los tractocamiones para semirremolques:
 longitud (m):
 diámetro interior (mm):
- 14.8. Información exigida conforme al punto 7.3 del anexo 10: Sí/No ⁽²⁾
- 14.9. El vehículo está/no está equipado ⁽²⁾ para arrastrar un remolque con sistemas de frenado eléctricos
- 14.10. El vehículo está/no está ⁽²⁾ equipado con sistema antibloqueo
- 14.10.1. Categoría del sistema antibloqueo: categoría 1/2/3 ⁽²⁾ ⁽⁵⁾
 categoría A/B ⁽²⁾ ⁽⁶⁾
- 14.10.2. El vehículo cumple los requisitos del anexo 13: Sí/No ⁽²⁾
- 14.10.3. El vehículo está/no está equipado ⁽²⁾ para arrastrar remolques con sistemas antibloqueo
- 14.10.4. Si se ha utilizado el acta de ensayo del sistema antibloqueo del anexo 19, deberán indicarse los números de acta de ensayo:
- 14.11. El vehículo está sujeto a los requisitos del anexo 5 (ADR): Sí/No ⁽²⁾
- 14.11.1. El vehículo cumple los requisitos de rendimiento de frenado de resistencia conforme al ensayo de tipo IIA hasta una masa máxima de t: Sí/No ⁽²⁾
- 14.11.2. El vehículo de motor está equipado con un dispositivo de mando para el sistema de frenado de resistencia instalado en el remolque: Sí/No ⁽²⁾
- 14.11.3. Si se trata de un remolque, el vehículo está equipado con un sistema de frenado de resistencia: Sí/No ⁽²⁾
- 14.12. El vehículo está equipado con conductos de control conforme al punto 5.1.3.1.1/5.1.3.1.2/5.1.3.1.3 ⁽²⁾
- 14.13. Se ha facilitado documentación adecuada conforme al anexo 18 en relación con los siguientes sistemas:

 Sí/No/No aplicable ⁽²⁾
15. Información adicional para el procedimiento alternativo de homologación de tipo del anexo 20.
- 15.1. Descripción de la suspensión:
- 15.1.1. Fabricante:
- 15.1.2. Marca:
- 15.1.3. Tipo:
- 15.1.4. Modelo:
- 15.2. Batalla del vehículo ensayado:
- 15.3. Diferencial de accionamiento (en su caso) en el bogie:
16. Remolque homologado siguiendo el procedimiento del anexo 20: Sí/No ⁽²⁾
 (En caso afirmativo, deberá rellenarse el apéndice 2 del presente anexo)
17. Vehículo presentado a homologación el día:
18. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación:

19. Fecha del acta levantada por dicho servicio:
20. Número del acta levantada por dicho servicio:
21. Homologación concedida/denegada/extendida/retirada ⁽²⁾:
22. Ubicación de la marca de homologación en el vehículo:
23. Lugar:
24. Fecha:
25. Firma:
26. Se adjunta a esta comunicación el resumen mencionado en el punto 4.3 del presente Reglamento.

⁽¹⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento relativas a la homologación).

⁽²⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽³⁾ En el caso de un semirremolque o remolque de eje central, deberá indicarse la masa correspondiente a la carga sobre el dispositivo de acoplamiento.

⁽⁴⁾ El «voladizo de acoplamiento» es la distancia horizontal entre el enganche de los remolques de eje central y la línea central de los ejes traseros.

⁽⁵⁾ Solo se aplica a los vehículos de las categorías O₂ y O₃.

⁽⁶⁾ Solo se aplica a los vehículos de motor.

⁽⁷⁾ Solo se aplica a los vehículos de la categoría O₄.

APÉNDICE 1

Lista de datos del vehículo para las homologaciones conforme al Reglamento nº 90

1. Descripción del tipo de vehículo:
- 1.1. Denominación comercial o marca del vehículo, si se conocen:
- 1.2. Categoría de vehículos:
- 1.3. Tipo de vehículo según la homologación conforme al Reglamento nº 13:
.....
- 1.4. Modelos o denominaciones comerciales de los vehículos que constituyen el tipo de vehículo, si se conocen:
.....
- 1.5. Nombre y dirección del fabricante:
2. Marca y tipo de forros de freno:
- 2.1. Forros de freno ensayados en relación con todas las prescripciones pertinentes del anexo 4:
.....
- 2.2. Forros de freno ensayados conforme al anexo 15:
3. Masa mínima del vehículo:
- 3.1. Distribución de la masa por eje (valor máximo):
.....
4. Masa máxima del vehículo:
- 4.1. Distribución de la masa por eje (valor máximo):
.....
5. Velocidad máxima del vehículo:
6. Dimensiones de los neumáticos y las ruedas:
7. Configuración del circuito de freno (por ejemplo, división delante/detrás o diagonal):
.....
8. Declaración sobre cuál es el sistema de frenado de socorro:
.....
9. Especificaciones de las válvulas de freno (si procede):
.....
- 9.1. Especificaciones de ajuste de la válvula sensora de carga:
.....
- 9.2. Ajuste de la válvula de presión:
10. Distribución asignada de las fuerzas de freno:

- 11. Especificación de los frenos:
- 11.1. Tipo de freno de disco (indicar, por ejemplo, el número de pistones y sus diámetros, o si es disco macizo o ventilado):
.....
- 11.2. Tipo de freno de tambor (indicar, por ejemplo, si es servofreno dúplex, el tamaño de los pistones y las dimensiones del tambor):
.....
- 11.3. En el caso de los sistemas de freno de aire comprimido, indicar, por ejemplo, el tipo y tamaño de las cámaras, palancas, etc.:
.....
- 12. Tipo y tamaño del cilindro maestro:
- 13. Tipo y tamaño del servofreno:

APÉNDICE 2

Certificado de homologación de tipo relativo al equipo de frenado del vehículo

1. GENERALIDADES

Los siguientes elementos adicionales deben consignarse si el remolque se ha homologado siguiendo el procedimiento alternativo expuesto en el anexo 20.

2. ACTAS DE ENSAYO CONFORME AL ANEXO 19

2.1. Cámaras de freno de diafragma: Acta nº

2.2. Frenos de muelle: Acta nº

2.3. Características de rendimiento en frío de los frenos del remolque: Acta nº

2.4. Sistema de frenado antibloqueo: Acta nº

3. COMPROBACIÓN DEL RENDIMIENTO

3.1. El remolque cumple los requisitos del anexo 4, puntos 3.1.2 y 1.2.7
(rendimiento de frenado de servicio en frío) Sí/No ⁽¹⁾

3.2. El remolque cumple los requisitos del anexo 4, punto 3.2
(rendimiento de frenado de estacionamiento en frío) Sí/No ⁽¹⁾

3.3. El remolque cumple los requisitos del anexo 4, punto 3.3
(rendimiento de frenado de emergencia/automático) Sí/No ⁽¹⁾

3.4. El remolque cumple los requisitos del anexo 10, punto 6
(rendimiento de frenado en caso de fallo del sistema de distribución del frenado) Sí/No ⁽¹⁾

3.5. El remolque cumple los requisitos del punto 5.2.2.14.1 del presente Reglamento
(rendimiento de frenado en caso de fuga del equipo auxiliar) Sí/No ⁽¹⁾

3.6. El remolque cumple los requisitos del anexo 13
(frenado antibloqueo) Sí/No ⁽¹⁾

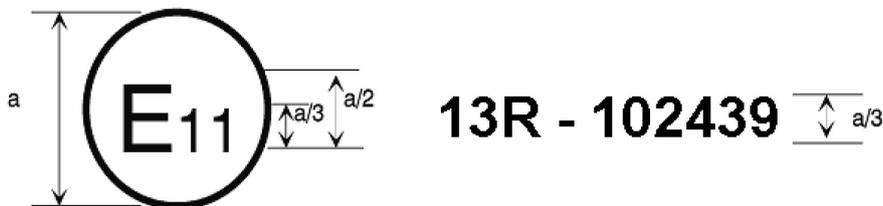
⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

ANEXO 3

DISPOSICIÓN DE LAS MARCAS DE HOMOLOGACIÓN

MODELO A

(Véase el punto 4.4 del presente Reglamento)

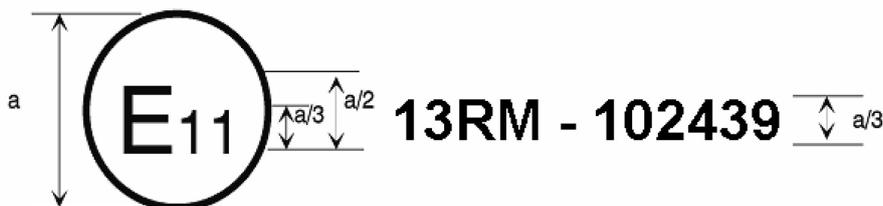


a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión, por lo que concierne al frenado, ha sido homologado en el Reino Unido (E11) con arreglo al Reglamento nº 13 con el número de homologación 102439. Este número de homologación indica que esta se concedió de acuerdo con los requisitos del Reglamento nº 13 con la serie 10 de enmiendas incorporada. En los vehículos de las categorías M₂ y M₃, esta marca significa que ese tipo de vehículo ha sido sometido al ensayo de tipo II.

MODELO B

(Véase el punto 4.5 del presente Reglamento)

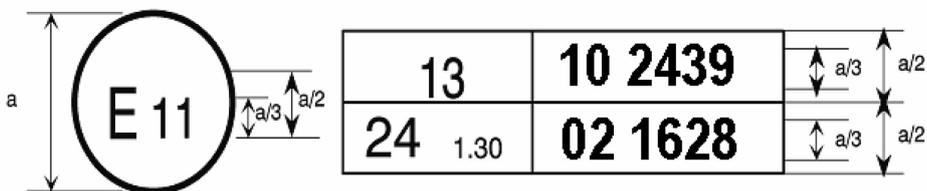


a = 8 mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión, por lo que concierne al frenado, ha sido homologado en el Reino Unido (E11) con arreglo al Reglamento nº 13. En los vehículos de las categorías M₂ y M₃, esta marca significa que ese tipo de vehículo ha sido sometido al ensayo de tipo IIA.

MODELO C

(Véase el punto 4.6 del presente Reglamento)



a = 8mm mín.

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado en el Reino Unido (E11) con arreglo a los Reglamentos nº 13 y nº 24 ⁽¹⁾. (En el caso de este último Reglamento, el coeficiente de absorción corregido será de 1,30 m⁻¹).

⁽¹⁾ Este número se ofrece únicamente a modo de ejemplo.

ANEXO 4

Ensayos de frenado y rendimiento de los sistemas de frenado

1. ENSAYOS DE FRENADO
- 1.1. Generalidades
- 1.1.1. El rendimiento prescrito para los sistemas de frenado está basado en la distancia de frenado, en la desaceleración media estabilizada, o en ambas cosas. El rendimiento de un sistema de frenado deberá determinarse midiendo durante el ensayo la distancia de frenado en relación con la velocidad inicial del vehículo, con la desaceleración media estabilizada, o con ambas cosas.
- 1.1.2. La distancia de frenado será la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor empiece a accionar el mando del sistema de frenado hasta el momento en que el vehículo se detenga; la velocidad inicial será la velocidad en el momento en que el conductor comience a accionar el mando del sistema de frenado; la velocidad inicial no deberá ser inferior al 98 % de la velocidad prescrita para el ensayo en cuestión.

La desaceleración media estabilizada (d_m) se calculará como la media de la desaceleración en relación con la distancia en el intervalo v_b a v_e , conforme a la siguiente fórmula:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25,92 (s_e - s_b)} [\text{m/s}^2]$$

donde:

- v_o = velocidad inicial del vehículo, en km/h,
- v_b = velocidad del vehículo a 0,8 v_o , en km/h,
- v_e = velocidad del vehículo a 0,1 v_o , en km/h,
- s_b = distancia recorrida entre v_o y v_b , en metros,
- s_e = distancia recorrida entre v_o y v_e , en metros.

La velocidad y la distancia deberán determinarse con instrumentos de una precisión del $\pm 1\%$ a la velocidad prescrita para el ensayo. La desaceleración media estabilizada podrá determinarse con otros métodos distintos de la medición de la velocidad y la distancia; en tal caso, la precisión de la desaceleración media estabilizada deberá ser del $\pm 3\%$.

- 1.2. Para la homologación de cualquier vehículo, el rendimiento de frenado se medirá en ensayos en carretera realizados en las condiciones siguientes:
- 1.2.1. El vehículo deberá estar en las condiciones de masa indicadas para cada tipo de ensayo, que deberán indicarse en el acta de ensayo.
- 1.2.2. El ensayo deberá llevarse a cabo a las velocidades prescritas para cada tipo de ensayo; si la velocidad máxima por construcción de un vehículo es inferior a la prescrita para un ensayo, este deberá realizarse a la velocidad máxima del vehículo.
- 1.2.3. Durante los ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando del sistema de frenado para conseguir el rendimiento prescrito no deberá sobrepasar el valor máximo establecido para la categoría de vehículos que se esté ensayando.
- 1.2.4. La calzada deberá tener una superficie que ofrezca una buena adherencia, salvo que se especifique otra cosa en los anexos pertinentes.
- 1.2.5. Los ensayos deberán efectuarse en ausencia de viento que pueda influir en los resultados.
- 1.2.6. Al comienzo de los ensayos, los neumáticos deberán estar fríos y a la presión prescrita para la carga efectivamente soportada por las ruedas cuando el vehículo está parado.

- 1.2.7. El rendimiento prescrito deberá obtenerse sin que las ruedas se bloqueen, sin que el vehículo abandone su trayectoria y sin vibraciones anormales ⁽¹⁾.
- 1.2.8. Cuando se trate de vehículos propulsados total o parcialmente con uno o varios motores eléctricos conectados permanentemente con las ruedas, todos los ensayos deberán realizarse con los motores conectados.
- 1.2.9. En el caso de los vehículos descritos en el punto 1.2.8 equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A, los ensayos de comportamiento del punto 1.4.3.1 del presente anexo deberán realizarse sobre una pista con un coeficiente de adherencia bajo (según se define en el punto 5.2.2 del anexo 13).
- 1.2.9.1. Por otro lado, en el caso de vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A, condiciones transitorias como los cambios de marcha o la disminución de la fuerza ejercida sobre el mando del acelerador no deberán afectar al comportamiento del vehículo en la condición de ensayo descrita en el punto 1.2.9.
- 1.2.10. En los ensayos indicados en los puntos 1.2.9 y 1.2.9.1 no está permitido el bloqueo de las ruedas. No obstante, está permitido corregir la dirección si la rotación angular del mando de dirección no supera los 120° en los dos primeros segundos ni los 240° en total.
- 1.2.11. En el caso de un vehículo con frenos de servicio de accionamiento eléctrico alimentados con baterías de tracción (o una batería auxiliar) que reciben la energía únicamente de un sistema de carga externo independiente, el estado de carga de estas baterías durante el ensayo de rendimiento de frenado deberá estar, como máximo, un 5 % de media por encima del estado de carga con el que, según el punto 5.2.1.27.6, debe emitirse el aviso de fallo en los frenos.
- Si se emite dicho aviso, las baterías podrán recargarse durante los ensayos para que su estado de carga se mantenga dentro de los límites exigidos.
- 1.3. Comportamiento del vehículo durante el frenado
- 1.3.1. En los ensayos de frenado, y especialmente en los que se realicen a velocidades elevadas, deberá comprobarse el comportamiento general del vehículo durante el frenado.
- 1.3.2. Comportamiento del vehículo durante el frenado en una carretera con poca adherencia: el comportamiento de los vehículos de las categorías M₂, M₃, N₁, N₂, N₃, O₂, O₃ y O₄ en una carretera con poca adherencia deberá ajustarse a los requisitos pertinentes del anexo 10, del anexo 13, o de ambos anexos.
- 1.3.2.1. En el caso de un sistema de frenado conforme al punto 5.2.1.7.2, en el que un eje (o varios) cuente con más de una fuente de par de frenado variable con respecto a las otras, el vehículo deberá cumplir los requisitos del anexo 10 o, alternativamente, del anexo 13 en todas las combinaciones que permita su estrategia de control ⁽²⁾.
- 1.4. Ensayo de tipo 0 (ensayo del rendimiento ordinario con los frenos fríos)
- 1.4.1. Generalidades
- 1.4.1.1. Los frenos deberán estar fríos; se considera que un freno está frío cuando la temperatura medida en el disco o en el exterior del tambor es inferior a 100 °C.
- 1.4.1.2. El ensayo deberá efectuarse en las condiciones siguientes:
- 1.4.1.2.1. El vehículo deberá estar cargado, siendo la distribución de su masa entre los ejes la declarada por el fabricante. Si están previstas varias disposiciones de la carga sobre los ejes, la distribución de la masa máxima entre los ejes deberá ser tal, que la carga sobre cada eje sea proporcional a su carga máxima admisible. En el caso de los tractocamiones para semirremolques, la carga podrá recolocarse aproximadamente a medio camino entre la posición del pivote de acoplamiento resultante de las condiciones de carga anteriormente mencionadas y la línea central de los ejes traseros.

⁽¹⁾ Las ruedas podrán bloquearse cuando se indique específicamente.

⁽²⁾ El fabricante deberá facilitar al servicio técnico la gama de curvas de frenado que admite la estrategia de control automático empleada. El servicio técnico podrá verificar dichas curvas.

- 1.4.1.2.2. Todos los ensayos deberán repetirse con el vehículo sin carga. Cuando se trate de vehículos de motor, estos podrán llevar a bordo, además del conductor, una segunda persona sentada en el asiento delantero y encargada de tomar nota de los resultados del ensayo.

En el caso de tractocamiones para semirremolques, los ensayos sin carga se realizarán con el vehículo sin el semirremolque enganchado, incluyendo una masa que represente la quinta rueda. También deberá añadirse una masa equivalente a la rueda de repuesto, si esta se incluye en la especificación estándar del vehículo.

Si el vehículo presentado es un chasis con cabina, podrá simularse la masa de la carrocería añadiendo una carga complementaria que no rebase la masa mínima declarada por el fabricante en el anexo 2.

En el caso de un vehículo equipado con un sistema de frenado eléctrico regenerativo, los requisitos dependerán de la categoría del sistema:

Categoría A: En los ensayos de tipo 0 no deberán emplearse los mandos de frenado eléctrico regenerativo suministrados aparte.

Categoría B: La contribución del sistema de frenado eléctrico regenerativo a la fuerza de frenado generada no deberá rebasar el nivel mínimo garantizado por el diseño del sistema.

Se considerará que se cumple este requisito si las baterías presentan uno de los siguientes estados de carga, determinados ⁽¹⁾ por el método expuesto en el apéndice 1 del presente anexo:

- a) nivel de carga máximo según lo recomendado por el fabricante en la especificación del vehículo, o
- b) nivel no inferior al 95 % del nivel de plena carga, cuando el fabricante no haya formulado ninguna recomendación concreta, o
- c) nivel máximo resultante del control automático de carga del vehículo.

- 1.4.1.2.3. Los límites de rendimiento mínimo prescritos, tanto para los ensayos con el vehículo sin carga como para los ensayos con el vehículo con carga, serán los indicados a continuación para cada categoría de vehículos; el vehículo deberá cumplir los requisitos de distancia de frenado y desaceleración media estabilizada establecidos para la categoría de vehículo de que se trate, aunque puede que no sea necesario medir efectivamente ambos parámetros.

- 1.4.1.2.4. La calzada deberá ser horizontal.

1.4.2. Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado

El ensayo deberá llevarse a cabo a la velocidad prescrita para la categoría a la que el vehículo pertenezca, aunque se admitirá un cierto margen de tolerancia con respecto a las cifras establecidas. Deberá conseguirse el rendimiento mínimo prescrito para cada categoría.

1.4.3. Ensayo de tipo 0 con el motor embragado

- 1.4.3.1. Los ensayos se realizarán a varias velocidades, la más baja equivalente al 30 % de la velocidad máxima del vehículo y la más alta equivalente al 80 % de dicha velocidad. En el caso de vehículos equipados con limitador de velocidad, la velocidad del limitador se tomará como la velocidad máxima del vehículo. Se medirán los valores del rendimiento práctico máximo y se consignará en el acta de ensayo el comportamiento del vehículo. Los tractocamiones para semirremolques, cargados artificialmente para simular los efectos de un semirremolque cargado, no se ensayarán a más de 80 km/h.

- 1.4.3.2. Se efectuarán otros ensayos con el motor embragado, partiendo de la velocidad prescrita para la categoría a la que pertenezca el vehículo. Deberá conseguirse el rendimiento mínimo prescrito para cada categoría. Las unidades tractoras para semirremolques, cargadas artificialmente para simular los efectos de un semirremolque cargado, no se ensayarán a más de 80 km/h.

1.4.4. Ensayo de tipo 0 para vehículos de la categoría O equipados con frenos de aire comprimido

- 1.4.4.1. El rendimiento de frenado del remolque puede calcularse, bien a partir del coeficiente de frenado del vehículo tractor más el remolque y el empuje medido sobre el acoplamiento, bien, en algunos casos, a partir del coeficiente de frenado del vehículo tractor más el remolque frenando solo este último. Durante el ensayo de frenado, el motor del vehículo tractor deberá estar desembragado.

⁽¹⁾ Si así se acuerda con el servicio técnico, no será necesario evaluar el estado de carga en los vehículos que tengan a bordo una fuente de energía para cargar las baterías de tracción y medios para regular su estado de carga.

Cuando solo se frene el remolque, para tener en cuenta la masa extra sometida a desaceleración, se tomará como rendimiento la desaceleración media estabilizada.

- 1.4.4.2. Con excepción de los casos a los que se refieren los puntos 1.4.4.3 y 1.4.4.4 del presente anexo, para determinar el coeficiente de frenado del remolque es necesario medir el coeficiente de frenado del vehículo tractor más el remolque y el empuje sobre el acoplamiento. El vehículo tractor debe cumplir los requisitos establecidos en el anexo 10 con respecto a la relación entre la razón T_M/P_M y la presión p_m . El coeficiente de frenado del remolque se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$z_R = z_{R+M} + \frac{D}{P_R}$$

donde:

z_R = coeficiente de frenado del remolque

z_{R+M} = coeficiente de frenado del vehículo de motor más el remolque

D = empuje sobre el acoplamiento

(fuerza de tracción: +D)

(fuerza de compresión -D)

P_R = reacción estática perpendicular total entre la superficie de la calzada y las ruedas del remolque (anexo 10)

- 1.4.4.3. Si el remolque está dotado de un sistema de frenado continuo o semicontinuo en el que la presión en los accionadores de los frenos no varía durante el frenado a pesar de la transferencia dinámica de carga entre ejes, y en el caso de los semirremolques, podrá frenarse únicamente el remolque. El coeficiente de frenado del remolque se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{P_M + P_R}{P_R} + R$$

donde:

R = valor de la resistencia a la rodadura = 0,01

P_M = reacción estática perpendicular total entre la superficie de la calzada y las ruedas de los vehículos tractores para remolques (anexo 10)

- 1.4.4.4. La evaluación del coeficiente de frenado del remolque podrá efectuarse alternativamente frenando únicamente el remolque. En este caso, la presión utilizada deberá ser igual a la presión medida en los accionadores de los frenos durante el frenado del conjunto.

- 1.5. Ensayo de tipo I (ensayo de pérdida de eficacia)

- 1.5.1. Con frenado repetido

- 1.5.1.1. Los sistemas de frenado de servicio de todos los vehículos de motor deberán ensayarse aplicando y soltando los frenos varias veces, con el vehículo cargado, en las condiciones indicadas en el cuadro siguiente:

Categoría de vehículos	Condiciones			
	v_1 [km/h]	v_2 [km/h]	Δt [s]	n
M_2	$80 \% v_{\max}$ ≤ 100	$1/2 v_1$	55	15
N_1	$80 \% v_{\max}$ ≤ 120	$1/2 v_1$	55	15
M_3, N_2, N_3	$80 \% v_{\max}$ ≤ 60	$1/2 v_1$	60	20

donde:

v_1 = velocidad inicial, al comenzar a frenar

v_2 = velocidad al dejar de frenar

v_{\max} = velocidad máxima del vehículo

n = número de aplicaciones de los frenos

Δt = duración del ciclo de frenado: tiempo transcurrido desde el inicio de una aplicación de los frenos hasta la siguiente

- 1.5.1.2. Si las características del vehículo hacen imposible respetar la duración prescrita para Δt , esta podrá aumentarse; en cualquier caso, además del tiempo necesario para el frenado y la aceleración del vehículo, en cada ciclo se permitirá un período de 10 s para estabilizar la velocidad v_1 .
- 1.5.1.3. En estos ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando deberá ajustarse de modo que al aplicar los frenos la primera vez se alcance una desaceleración media estabilizada de 3 m/s^2 ; esta fuerza deberá permanecer constante en las sucesivas aplicaciones de los frenos.
- 1.5.1.4. Al aplicar los frenos deberá mantenerse continuamente engranada la marcha más larga (con exclusión de la supermarcha, etc.).
- 1.5.1.5. Para ganar velocidad después del frenado, la caja de cambios deberá utilizarse de modo que la velocidad v_1 se alcance lo antes posible (aceleración máxima permitida por el motor y la caja de cambios).
- 1.5.1.6. Con los vehículos que no tengan autonomía suficiente para completar los ciclos de calentamiento de los frenos, los ensayos se llevarán a cabo alcanzando la velocidad prescrita antes de la primera aplicación de los frenos, empleando a continuación la máxima aceleración disponible para volver a coger velocidad y frenando sucesivamente a la velocidad alcanzada al final de cada ciclo cuya duración se especifica, para la categoría de vehículos correspondiente, en el anterior punto 1.5.1.1.
- 1.5.1.7. En el caso de vehículos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo I, siguiendo los procedimientos siguientes, según proceda:
- 1.5.1.7.1. Si se trata de vehículos con frenos neumáticos, el ajuste de los frenos deberá hacerse de modo que pueda funcionar el dispositivo de ajuste automático. Para ello, la carrera del accionador deberá ajustarse como sigue:

$$s_o \geq 1,1 \times s_{\text{re-ajust}}$$

(el límite superior no deberá sobrepasar el valor recomendado por el fabricante)

donde:

$s_{\text{re-ajust}}$ es la carrera de reajuste, según la especificación del fabricante, del dispositivo de ajuste automático del freno, es decir, la carrera donde empieza a reajustar la holgura de los frenos con una presión del accionador equivalente al 15 % de la presión de funcionamiento del sistema de freno, pero no inferior a 100 kPa.

Cuando se convenga con el servicio técnico en que no resulta práctico medir la carrera del accionador, se acordará con él el ajuste inicial.

Partiendo de la condición expuesta, se accionará cincuenta veces seguidas el freno con una presión del accionador equivalente al 30 % de la presión de funcionamiento del sistema de freno, pero no inferior a 200 kPa. A continuación se frenará una sola vez con una presión del accionador $\geq 650 \text{ kPa}$.

- 1.5.1.7.2. Con respecto a los vehículos equipados con frenos de disco hidráulicos, no se consideran necesarios requisitos de ajuste.
- 1.5.1.7.3. En el caso de vehículos con frenos de tambor hidráulicos, el ajuste de los frenos será el que especifique el fabricante.
- 1.5.1.8. En los vehículos con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, la condición de las baterías al comienzo del ensayo deberá ser tal, que la fuerza de frenado aportada por dicho sistema no exceda del mínimo garantizado por el diseño del sistema.

Se considera que se cumple este requisito si el estado de carga de las baterías es uno de los enumerados en la cuarta cláusula del anterior punto 1.4.1.2.2.

1.5.2. Con frenado continuo

1.5.2.1. Los frenos de servicio de los remolques de las categorías O₂ y O₃ se ensayarán de manera que, con el vehículo cargado, el aporte de energía a los frenos sea equivalente al registrado en el mismo período con un vehículo con carga que recorre 1,7 km cuesta abajo por una pendiente del 7 % a una velocidad constante de 40 km/h.

1.5.2.2. El ensayo podrá efectuarse en una carretera horizontal, con el remolque arrastrado por un vehículo de motor; durante el ensayo, la fuerza ejercida sobre el mando deberá ajustarse de modo que se mantenga constante la resistencia del remolque (7 % de la carga estacionaria máxima total por eje del remolque). Si la potencia disponible para la tracción es insuficiente, el ensayo podrá efectuarse a una velocidad menor, pero sobre una distancia más larga, según el cuadro siguiente:

Velocidad [km/h]	Distancia [metros]
40	1 700
30	1 950
20	2 500
15	3 100

1.5.2.3. En el caso de remolques equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo I, siguiendo el procedimiento establecido en el punto 1.7.1.1 del presente anexo.

1.5.3. Rendimiento en caliente

1.5.3.1. Al terminar el ensayo de tipo I (ensayo descrito en el punto 1.5.1 o ensayo descrito en el punto 1.5.2 del presente anexo), deberá medirse el rendimiento en caliente del sistema de frenado de servicio en condiciones iguales (y, en particular, ejerciendo sobre el mando una fuerza constante que no deberá superar la fuerza media aplicada realmente) a las del ensayo de tipo 0 con el motor desembragado (las condiciones de temperatura podrán ser diferentes).

1.5.3.1.1. En los vehículos de motor, este rendimiento en caliente no deberá ser inferior al 80 % del prescrito para la categoría de que se trate, ni al 60 % del valor registrado en el ensayo de tipo 0 con el motor desembragado.

1.5.3.1.2. En los vehículos dotados de un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría A, al aplicar los frenos deberá mantenerse engranada la marcha más larga y no deberá utilizarse, de haberlo, el mando aparte del frenado eléctrico regenerativo.

1.5.3.1.3. En los vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, una vez realizados los ciclos de calentamiento conforme al punto 1.5.1.6 del presente anexo, el ensayo de rendimiento en caliente deberá llevarse a cabo a la máxima velocidad que el vehículo pueda alcanzar al final de dichos ciclos, salvo que pueda llegar a la velocidad especificada en el punto 1.4.2 de este anexo.

A efectos comparativos, deberá repetirse el ensayo de tipo 0 con los frenos fríos partiendo de esa misma velocidad y con una aportación del frenado eléctrico regenerativo, obtenida merced a un estado de carga apropiado de las baterías, similar a la disponible en el ensayo de rendimiento en caliente.

Estará permitido reacondicionar los forros antes de realizar este ensayo para comparar el rendimiento en frío en este segundo ensayo de tipo 0 con el obtenido en el ensayo en caliente, tomando como referencia los criterios de los puntos 1.5.3.1.1 y 1.5.3.2 del presente anexo.

1.5.3.1.4. No obstante, en el caso de los remolques, la fuerza de los frenos en caliente en la periferia de las ruedas, cuando el ensayo se efectúe a 40 km/h, no deberá ser inferior al 36 % de la carga estacionaria máxima por rueda, ni al 60 % del valor registrado en el ensayo de tipo 0 a la misma velocidad.

- 1.5.3.2. En el caso de un vehículo de motor que satisfaga el requisito del 60 % indicado en el anterior punto 1.5.3.1.1, pero que no pueda cumplir el requisito del 80 % especificado en dicho punto, podrá realizarse otro ensayo en caliente ejerciendo sobre el mando una fuerza que no exceda de la indicada en el punto 2 de este anexo para la categoría de vehículos pertinente. En el acta del ensayo deberán consignarse los resultados de ambos ensayos.
- 1.5.4. Ensayo de marcha libre
- En el caso de vehículos equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, estos se dejarán enfriar, tras completar los ensayos descritos en el anterior punto 1.5.3, a una temperatura que represente la de un freno frío (es decir, ≤ 100 °C) y se verificará que el vehículo puede rodar libremente, comprobando una de las siguientes condiciones:
- las ruedas giran libremente (es decir, pueden hacerse girar con la mano);
 - cuando el vehículo circula a una velocidad constante $v = 60$ km/h sin aplicar los frenos, las temperaturas asintóticas no superan un incremento de la temperatura de los tambores o los discos de 80 °C, considerándose aceptables los pares de frenado residuales.
- 1.6. Ensayo de tipo II (ensayo de comportamiento cuesta abajo)
- 1.6.1. Los vehículos de motor cargados se ensayarán de modo que el aporte de energía sea equivalente al registrado en el mismo período de tiempo con un vehículo cargado que recorre 6 km cuesta abajo por una pendiente del 6 % a una velocidad media de 30 km/h, con la marcha más adecuada engranada y utilizando el sistema de frenado de resistencia, si está equipado con él. La marcha engranada deberá ser la que convenga para que la velocidad del motor (min^{-1}) no sobrepase el máximo prescrito por el fabricante.
- 1.6.2. En los vehículos en los que la energía es absorbida solamente por la acción de frenado del motor se permitirá una tolerancia de ± 5 km/h en la velocidad media y se engranará la marcha que permita estabilizar la velocidad en el valor más próximo a 30 km/h sobre una pendiente descendente del 6 %. Si el rendimiento de la acción de frenado del motor por sí solo se determina midiendo la desaceleración, bastará con que la desaceleración media medida sea, como mínimo, de $0,5 \text{ m/s}^2$.
- 1.6.3. Al terminar el ensayo se medirá el rendimiento en caliente del sistema de frenado de servicio en las mismas condiciones que en el ensayo de tipo 0, con el motor desembragado (las condiciones de temperatura podrán ser diferentes). Este rendimiento en caliente deberá ofrecer una distancia de frenado y una desaceleración media estabilizada que no estén, respectivamente, por encima ni por debajo de los valores indicados a continuación, ejerciendo sobre el mando una fuerza no superior a 70 daN:
- Categoría M_3 $0,15 v + (1,33 v^2/130)$ (el segundo término corresponde a una desaceleración media estabilizada de $d_m = 3,75 \text{ m/s}^2$)
- Categoría N_3 $0,15 v + (1,33 v^2/115)$ (el segundo término corresponde a una desaceleración media estabilizada de $d_m = 3,3 \text{ m/s}^2$)
- 1.6.4. Las vehículos indicados más adelante en los puntos 1.8.1.1, 1.8.1.2 y 1.8.1.3 deberán superar el ensayo de tipo IIA descrito en el punto 1.8, en lugar del ensayo de tipo II.
- 1.7. Ensayo de tipo III (ensayo de pérdida de eficacia para vehículos de la categoría O_4)
- 1.7.1. Ensayo en pista
- 1.7.1.1. Antes de proceder al ensayo de tipo III, los frenos deberán ajustarse siguiendo los procedimientos expuestos a continuación.
- 1.7.1.1.1. Si se trata de remolques con frenos neumáticos, el ajuste de los frenos deberá hacerse de modo que pueda funcionar el dispositivo de ajuste automático. Para ello, la carrera del accionador deberá ajustarse de modo que $s_0 \geq 1,1 \times s_{\text{re-adjust}}$ (el límite superior no deberá sobrepasar el valor recomendado por el fabricante),

donde:

$s_{\text{re-adjust}}$ es la carrera de reajuste, según la especificación del fabricante, del dispositivo de ajuste automático del freno, es decir, la carrera donde empieza a reajustar la holgura de los frenos con una presión del accionador de 100 kPa.

Cuando se convenga con el servicio técnico en que no resulta práctico medir la carrera del accionador, se acordará con él el ajuste inicial.

Partiendo de la situación descrita, se accionará el freno cincuenta veces seguidas con una presión del accionador de 200 kPa. A continuación se frenará una sola vez con una presión del accionador \geq 650 kPa.

- 1.7.1.1.2. Con respecto a los remolques equipados con frenos de disco hidráulicos, no se consideran necesarios requisitos de ajuste.
- 1.7.1.1.3. En el caso de remolques con frenos de tambor hidráulicos, el ajuste de los frenos será el que especifique el fabricante.
- 1.7.1.2. Las condiciones del ensayo en carretera serán las siguientes:

Nº de aplicaciones de los frenos	20
Duración del ciclo de frenado	60 s
Velocidad inicial, al comenzar a frenar	60 km/h
Aplicaciones de los frenos	En estos ensayos, la fuerza ejercida sobre el mando deberá ajustarse de modo que al aplicar los frenos la primera vez se alcance una desaceleración media estabilizada de 3 m/s ² con respecto a la masa del remolque P _R ; esta fuerza deberá permanecer constante en las sucesivas aplicaciones de los frenos.

El coeficiente de frenado de un remolque se calcula con la fórmula del punto 1.4.4.3 del presente anexo:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{(P_M + P_R)}{P_R} + R$$

Velocidad al finalizar el frenado (anexo 11, apéndice 2, punto 3.1.5):

$$v_2 = v_1 \cdot \sqrt{\frac{P_M + P_1 + P_2/4}{P_M + P_1 + P_2}}$$

donde:

- z_R — coeficiente de frenado del remolque
- z_{R+M} — coeficiente de frenado del conjunto de vehículos (vehículo de motor y remolque)
- R — valor de la resistencia a la rodadura = 0,01
- P_M — reacción estática perpendicular total entre la superficie de la calzada y las ruedas del vehículo tractor para remolque (kg)
- P_R — reacción estática perpendicular total entre la superficie de la calzada y las ruedas del remolque (kg)
- P_1 — parte de la masa del remolque soportada por los ejes sin frenos (kg)
- P_2 — parte de la masa del remolque soportada por los ejes con frenos (kg)
- v_1 — velocidad inicial (km/h)
- v_2 — velocidad final (km/h)

1.7.2. Rendimiento en caliente

Al término del ensayo conforme al punto 1.7.1 se medirá el rendimiento en caliente del sistema de frenado de servicio en las mismas condiciones que en el ensayo de tipo 0, con condiciones de temperatura, no obstante, diferentes y partiendo de una velocidad inicial de 60 km/h. La fuerza de los frenos en caliente en la periferia de las ruedas no deberá ser inferior al 40 % de la carga estacionaria máxima por rueda ni al 60 % del valor registrado en el ensayo de tipo 0 a la misma velocidad.

1.7.3. Ensayo de marcha libre

Finalizados los ensayos descritos en el anterior punto 1.7.2, se dejarán enfriar los frenos a una temperatura que represente la de un freno frío (es decir, ≤ 100 °C) y se verificará que el remolque puede rodar libremente, comprobando una de las siguientes condiciones:

- a) las ruedas giran libremente (es decir, pueden hacerse girar con la mano);
- b) cuando el remolque circula a una velocidad constante $v = 60$ km/h sin aplicar los frenos, las temperaturas asintóticas no superan un incremento de la temperatura de los tambores o los discos de 80 °C, considerándose aceptables los pares de frenado residuales.

1.8. Ensayo de tipo IIA (rendimiento de frenado de resistencia)

1.8.1. Deberán someterse al ensayo de tipo IIA los vehículos de las siguientes categorías:

1.8.1.1. vehículos de la categoría M_3 pertenecientes a la clase II, III o B según la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), anexo 7;

1.8.1.2. vehículos de la categoría N_3 autorizados a arrastrar remolques de la categoría O_4 ; si la masa máxima excede de 26 t, la masa de ensayo se limita a 26 t o, en caso de que la masa sin carga exceda de 26 t, esta se toma en cuenta mediante cálculo;

1.8.1.3. algunos vehículos sujetos al ADR (véase el anexo 5).

1.8.2. Condiciones de ensayo y requisitos de rendimiento

1.8.2.1. El rendimiento de frenado de resistencia deberá ensayarse con la masa máxima del vehículo o el conjunto de vehículos.

1.8.2.2. Los vehículos cargados se ensayarán de modo que el aporte de energía sea equivalente al registrado en el mismo período de tiempo con un vehículo cargado que recorre 6 km cuesta abajo por una pendiente del 7 % a una velocidad media de 30 km/h. Durante el ensayo no deberán estar aplicados los sistemas de frenado de servicio, de socorro ni de estacionamiento. La velocidad engranada deberá ser la que convenga para que la velocidad del motor no sobrepase el máximo prescrito por el fabricante. Podrá utilizarse un sistema de frenado de resistencia integrado, a condición de que esté adecuadamente ajustado para que no se aplique el sistema de frenado de servicio; esta condición podrá verificarse comprobando que sus frenos siguen fríos, según la definición del punto 1.4.1.1 del presente anexo.

1.8.2.3. En los vehículos en los que la energía es absorbida solamente por la acción de frenado del motor se permitirá una tolerancia de ± 5 km/h en la velocidad media y se engranará la marcha que permita estabilizar la velocidad en el valor más próximo a 30 km/h sobre una pendiente descendente del 7 %. Si el rendimiento de la acción de frenado del motor por sí solo se determina midiendo la desaceleración, bastará con que la desaceleración media medida sea, como mínimo, de $0,6$ m/s².

2. RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE FRENADO DE VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M_2 , M_3 Y N

2.1. Sistema de frenado de servicio

- 2.1.1. Los frenos de servicio de los vehículos de las categorías M₂, M₃ y N se ensayarán en las condiciones indicadas en el cuadro siguiente:

Categoría	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	
Tipo de ensayo	0-I	0-I-II o IIA	0-I	0-I	0-I-II	
Ensayo de tipo 0 con el motor desembragado	v 60 km/h	60 km/h	80 km/h	60 km/h	60 km/h	
	s ≤ d _m ≥	0,15v + $\frac{v^2}{130}$ 5,0 m/s ²				
Ensayo de tipo 0 con el motor embragado	v = 0,80 v _{max} pero no más de	100 km/h	90 km/h	120 km/h	100 km/h	90 km/h
	s ≤ d _m ≥	0,15v + $\frac{v^2}{103,5}$ 4,0 m/s ²				
	F ≤	70 daN				

donde:

v = velocidad de ensayo prescrita, en km/h

s = distancia de frenado, en metros

d_m = desaceleración media estabilizada, en m/s²

F = fuerza ejercida sobre el pedal, en daN

v_{max} = velocidad máxima del vehículo, en km/h

- 2.1.2. En el caso de los vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque sin frenos, el rendimiento mínimo prescrito para la correspondiente categoría de vehículos de motor (en el ensayo de tipo 0 con el motor desembragado) deberá alcanzarse con el remolque sin frenos enganchado al vehículo de motor y cargado hasta la masa máxima declarada por el fabricante de este último.

El rendimiento del conjunto se verificará mediante cálculos referidos al rendimiento máximo de frenado realmente alcanzado por el vehículo de motor solo (con carga) en el ensayo de tipo 0 con el motor desembragado, aplicando la siguiente fórmula (no se exigen ensayos prácticos con un remolque sin frenos enganchado):

$$d_{M+R} = d_M \cdot \frac{P_M}{P_M + P_R}$$

donde:

d_{M+R} = desaceleración media estabilizada calculada del vehículo de motor enganchado a un remolque sin frenos, en m/s²

d_M = máxima desaceleración media estabilizada del vehículo de motor solo alcanzada en el ensayo de tipo 0 con el motor desembragado, en m/s²

P_M = masa del vehículo de motor (con carga)

P_R = masa máxima del remolque sin frenos que puede ser enganchado declarada por el fabricante del vehículo de motor

- 2.2. Sistema de frenado de socorro

- 2.2.1. El sistema de frenado de socorro, incluso si el mando que lo acciona sirve también para otras funciones de frenado, deberá ofrecer una distancia de frenado y una desaceleración media estabilizada que no estén, respectivamente, por encima ni por debajo de los valores indicados a continuación:

Categorías M₂ y M₃ $0,15 v + (2 v^2/130)$ (el segundo término corresponde a una desaceleración media estabilizada de $d_m = 2,5 \text{ m/s}^2$)

Categoría N $0,15 v + (2 v^2/115)$ (el segundo término corresponde a una desaceleración media estabilizada de $d_m = 2,2 \text{ m/s}^2$)

- 2.2.2. Si el mando es manual, el rendimiento prescrito deberá obtenerse ejerciendo sobre él una fuerza no superior a 60 daN y deberá estar ubicado de manera que el conductor pueda asirlo con facilidad y rapidez.
- 2.2.3. Si es un pedal, el rendimiento prescrito deberá obtenerse ejerciendo sobre él una fuerza no superior a 70 daN y deberá estar ubicado de manera que el conductor pueda pisarlo con facilidad y rapidez.
- 2.2.4. El rendimiento de frenado de socorro se comprobará mediante el ensayo de tipo 0, con el motor desembragado y partiendo de las siguientes velocidades iniciales:
M₂: 60 km/h M₃: 60 km/h
N₁: 70 km/h N₂: 50 km/h N₃: 40 km/h
- 2.2.5. El ensayo de eficacia del frenado de socorro se efectuará simulando condiciones reales de fallo del sistema de frenado de servicio.
- 2.2.6. En los vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico regenerativo, el rendimiento de frenado se comprobará además en las dos condiciones siguientes:
- 2.2.6.1. se produce un fallo total del componente eléctrico del frenado de servicio;
- 2.2.6.2. se produce un fallo que hace que el componente eléctrico proporcione su máxima fuerza de frenado.
- 2.3. Sistema de frenado de estacionamiento
- 2.3.1. El sistema de frenado de estacionamiento, incluso si está combinado con alguno de los otros sistemas de frenado, deberá ser capaz de mantener parado el vehículo con carga cuesta arriba o cuesta abajo sobre una pendiente del 18 %.
- 2.3.2. El sistema de frenado de estacionamiento de los vehículos tractores a los que esté permitido enganchar un remolque deberá ser capaz de mantener parado el conjunto cuesta arriba o cuesta abajo sobre una pendiente del 12 %.
- 2.3.3. Si el mando es manual, la fuerza ejercida sobre él no deberá exceder de 60 daN.
- 2.3.4. Si se trata de un pedal, la fuerza ejercida sobre él no deberá sobrepasar los 70 daN.
- 2.3.5. Será admisible un sistema de frenado de estacionamiento que deba accionarse varias veces para alcanzar el rendimiento prescrito.
- 2.3.6. Para comprobar el cumplimiento del requisito del punto 5.2.1.2.4 del presente Reglamento, deberá realizarse un ensayo de tipo 0 con el motor desembragado, a una velocidad inicial de 30 km/h. La desaceleración media estabilizada al accionar el mando del sistema de freno de estacionamiento y la desaceleración obtenida inmediatamente antes de que el vehículo se pare no deberán ser inferiores a $1,5 \text{ m/s}^2$. El ensayo deberá realizarse con el vehículo cargado.
- La fuerza ejercida sobre el dispositivo de mando de frenado no deberá superar los valores especificados.
- 2.4. Frenado residual tras un fallo de la transmisión
- 2.4.1. En caso de fallo en una parte de la transmisión del sistema de frenado de servicio, el rendimiento residual deberá ofrecer una distancia de frenado y una desaceleración media estabilizada que no estén, respectivamente, por encima ni por debajo de los valores que se indican a continuación, ejerciendo sobre el mando una fuerza que no exceda de 70 daN, comprobándose dicho rendimiento en el ensayo de tipo 0 con el motor desembragado y partiendo de las siguientes velocidades iniciales para las categorías de vehículos pertinentes:

Distancia de frenado (m) y desaceleración media estabilizada (d_m) [m/s^2]

Categoría de vehículos	v [km/h]	Distancia de frenado CON CARGA [m]	d_m [m/s^2]	Distancia de frenado SIN CARGA [m]	d_m [m/s^2]
M ₂	60	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/130)$	1,5	$0,15v + (100/25) \cdot (v^2/130)$	1,3
M ₃	60	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/130)$	1,5	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/130)$	1,5
N ₁	70	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3	$0,15v + (100/25) \cdot (v^2/115)$	1,1
N ₂	50	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3	$0,15v + (100/25) \cdot (v^2/115)$	1,1
N ₃	40	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3

2.4.2. El ensayo de la eficacia residual de frenado se efectuará simulando las condiciones reales de fallo del sistema de frenado de servicio.

3. RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE FRENADO DE VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA O

3.1. Sistema de frenado de servicio

3.1.1. Disposición relativa a los ensayos de vehículos de la categoría O₁:

Cuando la instalación de un sistema de frenado de servicio sea obligatoria, su rendimiento deberá ajustarse a los requisitos establecidos para vehículos de las categorías O₂ y O₃.

3.1.2. Disposiciones relativas a los ensayos de vehículos de las categorías O₂ y O₃.

3.1.2.1. Si el sistema de frenado de servicio es de tipo continuo o semicontinuo, la suma de las fuerzas ejercidas en la periferia de las ruedas frenadas deberá ser igual, como mínimo, al x % de la carga estacionaria máxima por rueda, teniendo x los valores siguientes:

	x [%]
remolque completo, con y sin carga	50
semirremolque, con y sin carga	45
remolque de eje central, con y sin carga	50

3.1.2.2. Si el remolque está provisto de un sistema de frenado de aire comprimido, la presión en el conducto de alimentación no deberá superar 700 kPa durante el ensayo de los frenos y el valor de la señal en el conducto de control no deberá exceder de los siguientes valores, dependiendo de la instalación:

- 650 kPa en el conducto de control neumático;
- un valor de demanda digital equivalente a 650 kPa (según se define en la norma ISO 11992:2003) en el conducto de control eléctrico.

El ensayo se efectuará a una velocidad de 60 km/h. Deberá realizarse un ensayo suplementario a 40 km/h con el remolque cargado, cuyo resultado se comparará con el del ensayo de tipo I.

3.1.2.3. Si el sistema de frenado es de inercia, deberá cumplir los requisitos del anexo 12.

3.1.2.4. Además, los vehículos deberán ser sometidos al ensayo de tipo I.

3.1.2.5. En el ensayo de tipo I de un semirremolque, la masa frenada por sus ejes deberá corresponder a las cargas máximas de los mismos (excluida la carga del pivote de acoplamiento).

3.1.3. Disposiciones relativas a los ensayos de vehículos de la categoría O₄:

- 3.1.3.1. Si el sistema de frenado de servicio es de tipo continuo o semicontinuo, la suma de las fuerzas ejercidas en la periferia de las ruedas frenadas deberá ser igual, como mínimo, al x % de la carga estacionaria máxima por rueda, teniendo x los valores siguientes:
- | | x [%] |
|--|-------|
| remolque completo, con y sin carga | 50 |
| semirremolque, con y sin carga | 45 |
| remolque de eje central, con y sin carga | 50 |
- 3.1.3.2. Si el remolque está provisto de un sistema de frenado de aire comprimido, la presión durante el ensayo de los frenos no deberá superar 650 kPa en el conducto de control ni 700 kPa en el conducto de alimentación. El ensayo se efectuará a una velocidad de 60 km/h.
- 3.1.3.3. Además, los vehículos deberán ser sometidos al ensayo de tipo III.
- 3.1.3.4. En el ensayo de tipo III de un semirremolque, la masa frenada por sus ejes deberá corresponder a las cargas máximas de los mismos.
- 3.2. Sistema de frenado de estacionamiento
- 3.2.1. El sistema de frenado de estacionamiento con el que esté equipado el remolque deberá ser capaz de mantenerlo parado con su carga, separado del vehículo tractor, sobre una pendiente del 18 % cuesta arriba o cuesta abajo. La fuerza aplicada sobre el dispositivo de mando no deberá ser superior a 60 daN.
- 3.3. Sistema de frenado automático
- 3.3.1. En caso de fallo, según se describe en el punto 5.2.1.18.3 del presente Reglamento, el rendimiento de frenado automático en el ensayo del vehículo con carga partiendo de una velocidad de 40 km/h no deberá ser inferior al 13,5 % de la carga estacionaria máxima por rueda. Se permitirá el bloqueo de las ruedas en caso de rendimientos por encima del 13,5 %.
4. TIEMPO DE RESPUESTA
- 4.1. Cuando un vehículo esté equipado con un sistema de frenado de servicio que dependa total o parcialmente de una fuente de energía que no sea el esfuerzo muscular del conductor, deberán cumplirse los requisitos siguientes:
- 4.1.1. En una maniobra de emergencia, el tiempo transcurrido entre el momento en que el dispositivo de mando comience a ser accionado y el momento en que la fuerza de frenado sobre el eje situado en la posición menos favorable alcance el nivel correspondiente al rendimiento prescrito no deberá ser superior a 0,6 s.
- 4.1.2. En el caso de vehículos dotados de sistemas de frenado de aire comprimido, se considerará que el vehículo satisface los requisitos del anterior punto 4.1.1 si cumple las disposiciones del anexo 6.
- 4.1.3. Si se trata de vehículos equipados con sistemas de frenado hidráulicos, se considerará que se cumplen los requisitos del anterior punto 4.1.1 si, al realizar una maniobra de emergencia, la desaceleración del vehículo o la presión en el cilindro de freno menos favorable alcanzan en 0,6 s el nivel correspondiente al rendimiento prescrito.
-

APÉNDICE

PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR EL ESTADO DE CARGA DE LAS BATERÍAS

Este procedimiento es aplicable a las baterías de los vehículos utilizadas para la tracción y el frenado regenerativo.

Requiere el uso de un medidor de vatios/hora bidireccional de corriente continua.

1. PROCEDIMIENTO

- 1.1. Si las baterías son nuevas o han estado guardadas mucho tiempo, deberán someterse a los ciclos recomendados por el fabricante. Terminados los ciclos, deberán estabilizarse durante 8 h como mínimo a temperatura ambiente.
 - 1.2. Las baterías deberán cargarse al máximo siguiendo el procedimiento de carga recomendado por el fabricante.
 - 1.3. Cuando se realicen los ensayos de los frenos de los puntos 1.2.11, 1.4.1.2.2, 1.5.1.6 y 1.5.3.1.3 del anexo 4, los vatios/hora consumidos por los motores de tracción y suministrados por el sistema de frenado regenerativo se registrarán como consumo total de marcha y se emplearán para determinar el estado de carga al comienzo o el final de un ensayo en particular.
 - 1.4. Para reproducir un estado de carga de las baterías con vistas a ensayos comparativos como los del punto 1.5.3.1.3, estas o bien se recargarán a ese nivel, o bien se cargarán por encima del mismo y se descargarán a una carga fija con una potencia aproximadamente constante hasta que se alcance el estado de carga necesario. Alternativamente, pero solo en el caso de vehículos de tracción eléctrica por baterías, el estado de carga podrá ajustarse conduciendo el vehículo. Los ensayos que se lleven a cabo con una batería cargada parcialmente al comienzo deberán empezar lo antes posible una vez que se haya alcanzado el estado de carga deseado.
-

ANEXO 5

Disposiciones adicionales aplicables a determinados vehículos según se especifica en el ADR

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este anexo se aplica a determinados vehículos sujetos a lo dispuesto en el punto 9.2.3 del anexo B del Acuerdo Europeo sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).

2. REQUISITOS

2.1. Disposiciones generales

Los vehículos de motor y los remolques destinados al transporte de mercancías peligrosas deberán cumplir todos los requisitos técnicos pertinentes del presente Reglamento. Además se aplicarán como corresponda las disposiciones técnicas expuestas a continuación.

2.2. Sistema de frenado antibloqueo de los remolques

2.2.1. Los remolques de la categoría O₄ deberán estar equipados con sistemas antibloqueo según se describen en el anexo 13.

2.3. Sistema de frenado de resistencia

2.3.1. Los vehículos de motor cuya masa máxima supere las 16 t, o que estén autorizados a arrastrar remolques de la categoría O₄, deberán estar equipados con un sistema de frenado de resistencia conforme al punto 2.15 del presente Reglamento que cumpla los requisitos siguientes:

2.3.1.1. Las configuraciones de control del frenado de resistencia deberán ser de uno de los tipos descritos en los puntos 2.15.2.1 a 2.15.2.3 del presente Reglamento.

2.3.1.2. En caso de fallo eléctrico del sistema antibloqueo, los sistemas de frenado de resistencia integrados o combinados deberán desconectarse automáticamente.

2.3.1.3. La eficacia del sistema de frenado de resistencia estará controlada por el sistema de frenado antibloqueo de manera que, a velocidades superiores a 15 km/h, aquel no pueda bloquear los ejes que esté frenando. No obstante, este requisito no se aplicará a la parte del sistema de frenado constituida por el frenado natural del motor.

2.3.1.4. El sistema de frenado de resistencia deberá tener varios niveles de eficacia, incluido un nivel bajo para la marcha sin carga. Cuando el sistema de frenado de resistencia de un vehículo de motor esté constituido por el motor del vehículo, se considerará que las diferentes marchas ofrecen los distintos niveles de eficacia.

2.3.1.5. El sistema de frenado de resistencia deberá tener un rendimiento que cumpla los requisitos del punto 1.8 del anexo 4 (ensayo de tipo IIA) con una masa del vehículo cargado que incluya la del vehículo de motor con carga y su masa remolcada máxima autorizada, sin que supere en total las 44 t.

2.3.2. Si un remolque está provisto de sistema de frenado de resistencia, deberá cumplir los requisitos de los anteriores puntos 2.3.1.1 a 2.3.1.4.

2.4. Requisitos de frenado aplicables a vehículos EX/III de las categorías O₁ y O₂2.4.1. No obstante lo dispuesto en el punto 5.2.2.9 del presente Reglamento, los vehículos EX/III, según se definen en el Reglamento n° 105, de las categorías O₁ y O₂, independientemente de su masa, deberán estar equipados con un sistema de frenado que frene automáticamente el remolque hasta pararlo si el dispositivo de acoplamiento se suelta mientras el remolque está en movimiento.

ANEXO 6

Método de medición del tiempo de respuesta en vehículos equipados con sistemas de frenado de aire comprimido

1. GENERALIDADES

- 1.1. Los tiempos de respuesta del sistema de frenado de servicio se determinarán con el vehículo parado, debiendo medirse la presión a la entrada del cilindro del freno situado en el lugar menos favorable. En los vehículos equipados con sistemas de frenado mixtos de aire comprimido e hidráulicos, la presión podrá medirse a la entrada de la unidad neumática situada en el lugar menos favorable. En el caso de vehículos provistos de válvulas sensoras de carga, estos dispositivos deberán colocarse en la posición «con carga».
- 1.2. Durante el ensayo, la carrera de los cilindros de freno de los distintos ejes deberá ser la necesaria para que los frenos estén lo más ajustados posible.
- 1.3. Los tiempos de respuesta determinados conforme a lo dispuesto en este anexo se redondearán a la décima de segundo más próxima. Si la cifra que representa las centésimas es 5 o más, el tiempo de respuesta se redondeará a la décima superior.

2. VEHÍCULOS DE MOTOR

- 2.1. Al comienzo de cada ensayo, la presión en el dispositivo de almacenamiento de energía deberá ser igual a la presión a la que el regulador restablezca la alimentación del sistema. En los sistemas sin regulador (por ejemplo, compresores de presión limitada), la presión en el dispositivo de almacenamiento de energía al comienzo de cada ensayo deberá ser del 90 % de la especificada por el fabricante e indicada en el punto 1.2.2.1 de la parte A del anexo 7, empleada para los ensayos prescritos en el presente anexo.
- 2.2. Los tiempos de respuesta en función del tiempo de accionamiento (t_f) se obtendrán con sucesivos accionamientos a fondo, empezando con el mínimo tiempo de accionamiento posible y aumentándolo hasta 0,4 s. Los valores medidos deberán representarse en un gráfico.
- 2.3. El tiempo de respuesta que debe tomarse en consideración a efectos del ensayo será el correspondiente a un tiempo de accionamiento de 0,2 s. Este tiempo de respuesta podrá extraerse del gráfico por interpolación.
- 2.4. Con un tiempo de accionamiento de 0,2 s, el lapso desde que empieza a accionarse el mando del sistema de frenado hasta el momento en que la presión del cilindro de freno alcanza el 75 % de su valor asintótico no deberá exceder de 0,6 s.
- 2.5. En el caso de vehículos de motor con un conducto de control neumático para remolques, además de observar los requisitos del punto 1.1 del presente anexo, el tiempo de respuesta deberá medirse en el extremo de una tubería de 2,5 m de largo y 13 mm de diámetro interior que deberá unirse al cabezal de acoplamiento del conducto de control del sistema de frenado de servicio. En este ensayo deberá conectarse al cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación un volumen de $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ (que se considera equivalente al volumen de una tubería de 2,5 m de largo y 13 mm de diámetro interior a una presión de 650 kPa). Los tractocamiones para semirremolques deberán estar equipados con tuberías flexibles para conectarse a estos últimos. Los cabezales de acoplamiento estarán, por tanto, en el extremo de dichas tuberías flexibles. La longitud y el diámetro interior de las tuberías deberán consignarse en el punto 14.7.3 del formulario conforme con el modelo del anexo 2.
- 2.6. El lapso desde que empieza a pisarse el pedal del freno hasta el momento en que:
- a) la presión medida en el cabezal de acoplamiento del conducto de control neumático;
 - b) el valor de demanda digital en el conducto de control eléctrico medida conforme a la norma ISO 11992:2003

alcanza el x % de su valor asintótico o final no deberá exceder de los valores indicados en el siguiente cuadro:

x [%]	t [s]
10	0,2
75	0,4

- 2.7. Además de los requisitos mencionados anteriormente, en los vehículos de motor autorizados a arrastrar remolques de categoría O₃ u O₄ equipados con dispositivos de frenado de aire comprimido deberá verificarse el cumplimiento de las prescripciones del punto 5.2.1.18.4.1 del presente Reglamento por medio del siguiente ensayo:
- a) se mide la presión en el extremo de una tubería de 2,5 m de largo y de 13 mm de diámetro interior que deberá estar unida al cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación;
 - b) se simula un fallo del conducto de control en el cabezal de acoplamiento;
 - c) se acciona el dispositivo de mando del frenado de servicio en 0,2 s, como se indica en el anterior punto 2.3.
3. REMOLQUES
- 3.1. Los tiempos de respuesta del remolque se medirán sin el vehículo de motor. En sustitución del vehículo de motor será necesario facilitar un simulador al que se conectarán los cabezales de acoplamiento del conducto de alimentación, el conducto de control neumático o el conector del conducto de control eléctrico.
- 3.2. La presión en el conducto de alimentación deberá ser de 650 kPa.
- 3.3. El simulador de los conductos de control neumáticos deberá tener las siguientes características:
- 3.3.1. Deberá tener un depósito de 30 l que se llenará a una presión de 650 kPa antes de cada ensayo y que no deberá recargarse durante los ensayos. El simulador deberá tener en la salida del dispositivo de mando de frenado un orificio de un diámetro de 4,0 mm a 4,3 mm. El volumen de la tubería, medido desde el orificio hasta el cabezal de acoplamiento inclusive, deberá ser de $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ (que se considera equivalente al volumen de una tubería de 2,5 m de largo y 13 mm de diámetro interior a una presión de 650 kPa). Las presiones del conducto de control mencionadas en el punto 3.3.3 del presente anexo deberán medirse inmediatamente después del orificio.
- 3.3.2. El mando del sistema de frenado deberá diseñarse de forma que su rendimiento en uso no dependa de la persona que realiza el ensayo.
- 3.3.3. El simulador deberá ajustarse, por ejemplo eligiendo el diámetro del orificio conforme al punto 3.3.1 del presente anexo, de tal manera que, si se le conecta un depósito de $385 \pm 5 \text{ cm}^3$, el tiempo necesario para que la presión aumente de 65 kPa a 490 kPa (el 10 % y el 75 %, respectivamente, de la presión nominal de 650 kPa) sea de $0,2 \pm 0,01 \text{ s}$. Si el depósito mencionado se sustituye por un depósito de $1\,155 \pm 15 \text{ cm}^3$, el tiempo necesario para que la presión aumente de 65 kPa a 490 kPa sin ajustes adicionales será de $0,38 \pm 0,02 \text{ s}$. Entre estos dos valores, la presión deberá aumentar de manera aproximadamente lineal. Dichos depósitos deberán conectarse al cabezal de acoplamiento sin utilizar tuberías flexibles y la conexión deberá tener un diámetro interior mínimo de 10 mm.
- 3.3.4. Los diagramas del apéndice del presente anexo ilustran la configuración correcta del simulador para su ajuste y utilización.
- 3.4. El simulador para comprobar la respuesta a las señales transmitidas por el conducto de control eléctrico deberá tener las siguientes características:
- 3.4.1. Deberá emitir una señal de demanda digital en el conducto de control eléctrico conforme a la norma ISO 11992-2:2003 y suministrar al remolque la información apropiada a través de las patillas 6 y 7 del conector ISO 7638:1997. Para medir el tiempo de respuesta, el simulador podrá, a petición del fabricante, transmitir al remolque la información de que no hay conducto de control neumático y de que la señal de demanda del conducto de control eléctrico se genera en dos circuitos independientes (véanse los apartados 6.4.2.2.24 y 6.4.2.2.25 de la norma ISO 11992-2:2003).
- 3.4.2. El mando del sistema de frenado deberá diseñarse de forma que su rendimiento en uso no dependa de la persona que realiza el ensayo.
- 3.4.3. Con vistas a la medición del tiempo de respuesta, la señal producida por el simulador eléctrico deberá ser equivalente a un aumento lineal de la presión neumática de 0,0 kPa a 650 kPa en $0,2 \pm 0,01 \text{ s}$.
- 3.4.4. Los diagramas del apéndice del presente anexo ilustran la configuración correcta del simulador para su ajuste y utilización.
- 3.5. Requisitos de rendimiento

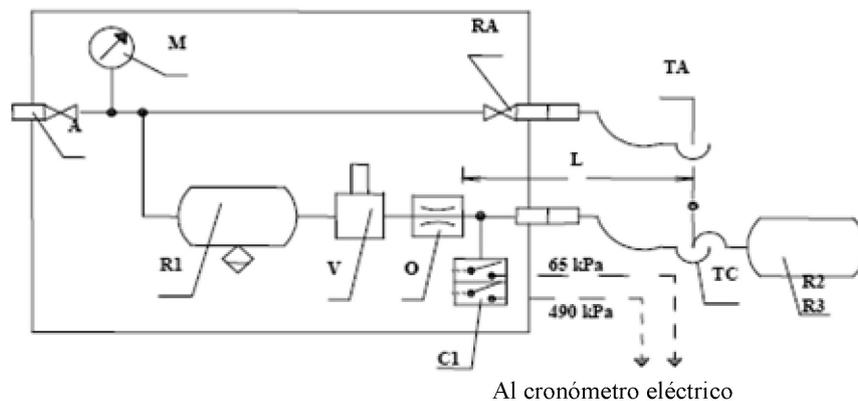
- 3.5.1. En los remolques con conducto de control neumático, el lapso entre el momento en que la presión producida por el simulador en el conducto de control alcance los 65 kPa y el momento en que la presión en el accionador del freno del remolque alcance el 75 % de su valor asintótico no deberá exceder de 0,4 s.
 - 3.5.1.1. Los remolques con conducto de control neumático y transmisión de control eléctrica se comprobarán recibiendo la energía eléctrica a través del conector ISO 7638:1997 (patilla 5 o 7).
 - 3.5.2. En los remolques con conducto de control eléctrico, el lapso entre el momento en que la señal producida por el simulador sobrepase el equivalente de 65 kPa y el momento en que la presión en el accionador del freno del remolque alcance el 75 % de su valor asintótico no deberá exceder de 0,4 s.
 - 3.5.3. En el caso de remolques equipados con un conducto de control neumático y un conducto de control eléctrico, la medición del tiempo de respuesta de cada conducto de control se efectuará por separado siguiendo el correspondiente procedimiento anteriormente expuesto.
-

APÉNDICE

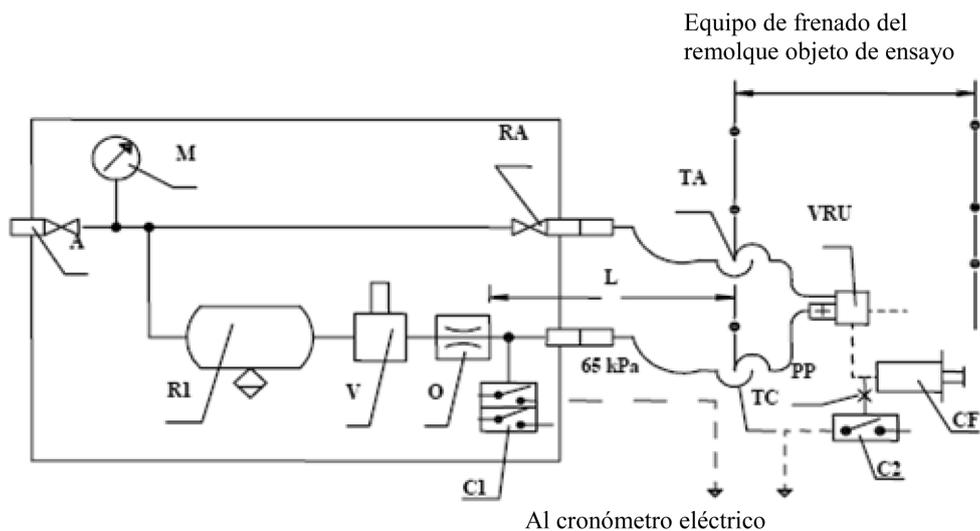
EJEMPLOS DE SIMULADOR

(véase el anexo 6, punto 3)

1. Ajuste del simulador



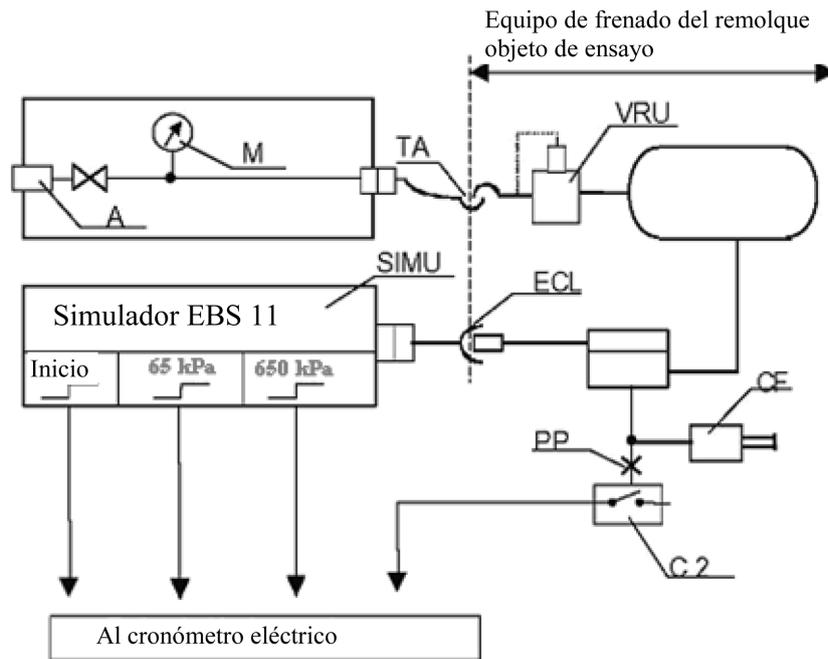
2. Ensayo del remolque



- A = conexión de alimentación con válvula de cierre
- C1 = conmutador de presión en el simulador, regulado a 65 kPa y 490 kPa
- C2 = conmutador de presión que ha de conectarse al accionador del freno del remolque, que ha de funcionar al 75 % de la presión asintótica del accionador del freno CF
- CF = cilindro de freno
- L = conducto del orificio O hasta el cabezal de acoplamiento TC inclusive, con un volumen interno de $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ a una presión de 650 kPa
- M = manómetro
- O = orificio de 4 mm como mínimo y 4,3 mm como máximo de diámetro
- PP = conexión de comprobación de la presión
- R1 = depósito de aire de 30 l con válvula de purga
- R2 = depósito de calibración de $385 \pm 5 \text{ cm}^3$, incluido su cabezal de acoplamiento TC

- R3 = depósito de calibración de $1\,155 \pm 15\text{ cm}^3$, incluido su cabezal de acoplamiento TC
 RA = válvula de cierre
 TA = cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación
 V = dispositivo de mando del sistema de frenado
 TC = cabezal de acoplamiento del conducto de control
 VRU = válvula relé de emergencia

3. Ejemplo de simulador para conductos de control eléctricos



- ECL = conducto de control eléctrico conforme con la norma ISO 7638
 SIMU = simulador del octeto 3,4 del mensaje EBS 11 conforme a la norma ISO 11992, con señales de salida al inicio, a 65 kPa y 650 kPa
 A = conexión de alimentación con válvula de cierre
 C2 = conmutador de presión que ha de conectarse al accionador del freno del remolque, que ha de funcionar al 75 % de la presión asintótica del accionador del freno CF
 CF = cilindro de freno
 M = manómetro
 PP = conexión de comprobación de la presión
 TA = cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación
 VRU = válvula relé de emergencia

ANEXO 7

Disposiciones relativas a las fuentes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía)

A. SISTEMAS DE FRENADO DE AIRE COMPRIMIDO

1. CAPACIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (DEPÓSITOS DE ENERGÍA)
 - 1.1. Generalidades
 - 1.1.1. Los vehículos en los que sea necesario emplear aire comprimido para hacer funcionar el sistema de frenado deberán estar provistos de dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) de una capacidad que satisfaga los requisitos de los puntos 1.2 y 1.3 del presente anexo (parte A).
 - 1.1.2. Deberá ser posible identificar con facilidad los depósitos de los distintos circuitos.
 - 1.1.3. Sin embargo, los dispositivos de almacenamiento de energía no tendrán que tener una capacidad obligatoria determinada si el sistema de frenado, en ausencia de toda reserva de energía, permite alcanzar un rendimiento de frenado por lo menos igual al prescrito para el sistema de frenado de socorro.
 - 1.1.4. Al verificar el cumplimiento de los requisitos de los puntos 1.2 y 1.3 del presente anexo, los frenos deberán estar lo más ajustados posible.
 - 1.2. Vehículos de motor
 - 1.2.1. Los dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) de los vehículos de motor deberán estar diseñados de forma que, tras accionar ocho veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio, la presión que quede en dichos dispositivos no sea inferior a la necesaria para obtener el rendimiento de frenado de socorro especificado.
 - 1.2.2. Los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
 - 1.2.2.1. el nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento de energía será el especificado por el fabricante ⁽¹⁾; deberá permitir obtener el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de servicio;
 - 1.2.2.2. los dispositivos de almacenamiento de energía no deberán alimentarse; los de los equipos auxiliares deberán, además, estar aislados;
 - 1.2.2.3. en el caso de un vehículo de motor autorizado a llevar acoplado un remolque y provisto de un conducto de control neumático, deberá obtenerse el conducto de alimentación y conectarse directamente al cabezal de acoplamiento del conducto de control neumático un depósito de aire comprimido de 0,5 l de capacidad; antes de accionar los frenos deberá eliminarse por completo la presión del depósito de aire comprimido; después del ensayo del anterior punto 1.2.1, el nivel de energía suministrada al conducto de control neumático no deberá caer por debajo del equivalente a la mitad de la cifra obtenida al frenar la primera vez.
 - 1.3. Remolques
 - 1.3.1. Los dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) instalados en los remolques deberán estar concebidos de manera que, tras accionar ocho veces a fondo el sistema de frenado de servicio del vehículo tractor, el nivel de energía suministrada a los órganos del vehículo que precisen de ella no caiga por debajo de un nivel equivalente a la mitad de la cifra obtenida al frenar la primera vez, sin que se accione el sistema de frenado automático o de frenado de estacionamiento del remolque.
 - 1.3.2. Los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
 - 1.3.2.1. la presión en los dispositivos de almacenamiento de energía al comienzo de cada ensayo deberá ser de 850 kPa;
 - 1.3.2.2. el conducto de alimentación deberá estar obturado; los dispositivos de almacenamiento de energía de equipos auxiliares deberán, además, estar aislados;
 - 1.3.2.3. los dispositivos de almacenamiento de energía no deberán rellenarse durante el ensayo;

⁽¹⁾ El nivel inicial de energía deberá declararse en el documento de homologación.

- 1.3.2.4. a cada aplicación de los frenos, la presión en el conducto de control neumático deberá ser de 750 kPa;
- 1.3.2.5. a cada aplicación de los frenos, el valor de demanda digital en el conducto de control eléctrico deberá corresponder a una presión de 750 kPa.
2. CAPACIDAD DE LAS FUENTES DE ENERGÍA
- 2.1. Generalidades
- Los compresores deberán cumplir los requisitos expuestos en los puntos que siguen.
- 2.2. Definiciones
- 2.2.1. «p₁» es la presión correspondiente al 65 % de la presión p₂ definida en el punto 2.2.2 a continuación.
- 2.2.2. «p₂» es el valor especificado por el fabricante e indicado en el anterior punto 1.2.2.1.
- 2.2.3. «t₁» es el tiempo necesario para que la presión relativa ascienda de 0 a p₁, y «t₂» el tiempo necesario para que la presión relativa ascienda de 0 a p₂.
- 2.3. Condiciones de medición
- 2.3.1. En todos los casos, la velocidad del compresor será la que se obtenga cuando el motor funcione a la velocidad correspondiente a su potencia máxima, o a la velocidad permitida por el regulador.
- 2.3.2. En los ensayos para determinar los tiempos t₁ y t₂, los dispositivos de almacenamiento de energía de equipos auxiliares deberán estar aislados.
- 2.3.3. Si se tiene previsto acoplar un remolque a un vehículo de motor, el remolque deberá estar representado por un dispositivo de almacenamiento de energía cuya presión relativa máxima p (expresada en kPa/100) sea la que pueda suministrarse a través del circuito de alimentación del vehículo tractor y cuyo volumen V, expresado en litros, venga dado por la fórmula $p \times V = 20 R$ (donde R es la masa máxima admisible, en toneladas, sobre los ejes del remolque).
- 2.4. Interpretación de los resultados
- 2.4.1. El tiempo t₁ registrado con el dispositivo de almacenamiento de energía menos favorecido no deberá exceder de:
- 2.4.1.1. 3 min, en el caso de vehículos a los que no esté permitido enganchar un remolque; o
- 2.4.1.2. 6 min, en el caso de vehículos a los que esté permitido enganchar un remolque.
- 2.4.2. El tiempo t₂ registrado con el dispositivo de almacenamiento de energía menos favorecido no deberá exceder de:
- 2.4.2.1. 6 min, en el caso de vehículos a los que no esté permitido enganchar un remolque; o
- 2.4.2.2. 9 min, en el caso de vehículos a los que esté permitido enganchar un remolque.
- 2.5. Ensayo adicional
- 2.5.1. Si el vehículo de motor está equipado con uno o más dispositivos de almacenamiento de energía para equipos auxiliares con una capacidad total superior al 20 % de la capacidad total de los dispositivos de almacenamiento de energía de frenado, deberá realizarse un ensayo adicional en el que no deberá producirse ninguna irregularidad en el funcionamiento de las válvulas que controlan el llenado de los dispositivos de almacenamiento de energía para equipos auxiliares.
- 2.5.2. En el ensayo mencionado deberá verificarse que el tiempo t₃ necesario para aumentar la presión de 0 a p₂ en el dispositivo de almacenamiento de energía de frenado menos favorecido es inferior a:
- 2.5.2.1. 8 min, en el caso de vehículos a los que no esté permitido enganchar un remolque, o
- 2.5.2.2. 11 min, en el caso de vehículos a los que esté permitido enganchar un remolque.

- 2.5.3. El ensayo deberá realizarse en las condiciones prescritas en los anteriores puntos 2.3.1 y 2.3.3.
- 2.6. Vehículos tractores
- 2.6.1. Los vehículos a los que esté permitido enganchar un remolque también deberán satisfacer los requisitos expuestos anteriormente aplicables a los vehículos no autorizados a arrastrar un remolque. En ese caso, los ensayos de los puntos 2.4.1 y 2.4.2 (y 2.5.2) del presente anexo se efectuarán sin el dispositivo de almacenamiento de energía mencionado en el punto 2.3.3.

B. SISTEMAS DE FRENADO DE VACÍO

1. CAPACIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (DEPÓSITOS DE ENERGÍA)
- 1.1. Generalidades
- 1.1.1. Los vehículos en los que sea necesario emplear el vacío para hacer funcionar el sistema de frenado deberán estar provistos de dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) de una capacidad que satisfaga los requisitos de los puntos 1.2 y 1.3 del presente anexo (parte B).
- 1.1.2. Sin embargo, los dispositivos de almacenamiento de energía no tendrán que tener una capacidad obligatoria determinada si el sistema de frenado, en ausencia de toda reserva de energía, permite alcanzar un rendimiento de frenado por lo menos igual al prescrito para el sistema de frenado de socorro.
- 1.1.3. Al verificar el cumplimiento de los requisitos de los puntos 1.2 y 1.3 del presente anexo, los frenos deberán estar lo más ajustados posible.
- 1.2. Vehículos de motor
- 1.2.1. Los dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) de los vehículos de motor deberán estar diseñados de modo que permitan alcanzar el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro:
- 1.2.1.1. después de accionar ocho veces a fondo el mando de frenado de servicio, cuando la fuente de energía sea una bomba de vacío; y
- 1.2.1.2. después de accionar cuatro veces a fondo el mando de frenado de servicio, cuando la fuente de energía sea el motor.
- 1.2.2. Los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
- 1.2.2.1. el nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento de energía será el especificado por el fabricante ⁽¹⁾; deberá permitir obtener el rendimiento prescrito del sistema de frenado de servicio y corresponder a un vacío no superior al 90 % del vacío máximo proporcionado por la fuente de energía;
- 1.2.2.2. los dispositivos de almacenamiento de energía no deberán alimentarse; los de los equipos auxiliares deberán, además, estar aislados;
- 1.2.2.3. en los vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque deberá obturarse el conducto de alimentación y acoplar al conducto de control un depósito de energía de 0,5 l de capacidad; después del ensayo del anterior punto 1.2.1, el nivel de vacío suministrado en el conducto de control no deberá caer por debajo del equivalente a la mitad de la cifra obtenida al frenar la primera vez.
- 1.3. Remolques (categorías O₁ y O₂ únicamente)
- 1.3.1. Los dispositivos de almacenamiento de energía (depósitos de energía) instalados en los remolques deberán estar diseñados de modo que el nivel de vacío proporcionado en los puntos de uso no caiga por debajo de la mitad del valor obtenido al frenar la primera vez, después de un ensayo consistente en cuatro accionamientos a fondo del sistema de frenado de servicio del remolque.
- 1.3.2. Los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
- 1.3.2.1. el nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento de energía será el especificado por el fabricante ⁽¹⁾; este nivel deberá permitir obtener el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de servicio;
- 1.3.2.2. los dispositivos de almacenamiento de energía no deberán alimentarse; los de los equipos auxiliares deberán, además, estar aislados.

⁽¹⁾ El nivel inicial de energía deberá declararse en el documento de homologación.

2. CAPACIDAD DE LAS FUENTES DE ENERGÍA
- 2.1. Generalidades
- 2.1.1. Partiendo de la presión atmosférica ambiente, la fuente de energía deberá ser capaz de alcanzar en 3 min en los dispositivos de almacenamiento de energía el nivel inicial indicado en el anterior punto 1.2.2.1. En los vehículos de motor a los que esté permitido enganchar un remolque, el tiempo necesario para alcanzar ese nivel en las condiciones especificadas en el punto 2.2 siguiente no deberá exceder de 6 min.
- 2.2. Condiciones de medición
- 2.2.1. La velocidad de la fuente de vacío deberá ser:
 - 2.2.1.1. cuando la fuente de vacío sea el motor del vehículo, la velocidad del motor con el vehículo parado, la caja de cambios en punto muerto y el motor al ralentí;
 - 2.2.1.2. cuando la fuente de vacío sea una bomba, la velocidad obtenida con el motor al 65 % de la velocidad correspondiente a su potencia máxima de salida, y
 - 2.2.1.3. cuando la fuente de vacío sea una bomba y el motor esté provisto de un regulador, la velocidad obtenida con el motor al 65 % de la velocidad máxima permitida por el regulador.
- 2.2.2. Cuando se vaya a enganchar al vehículo de motor un remolque cuyo sistema de frenado de servicio funcione por vacío, el remolque estará representado por un dispositivo de almacenamiento de energía con una capacidad V en litros determinada por la fórmula $V = 15 R$, donde R es la masa máxima admisible, en toneladas, sobre los ejes del remolque.

C. SISTEMAS DE FRENADO HIDRÁULICOS CON ENERGÍA ALMACENADA

1. CAPACIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (ACUMULADORES DE ENERGÍA)
- 1.1. Generalidades
- 1.1.1. Los vehículos en los que sea necesario emplear la energía almacenada que proporciona un fluido hidráulico a presión para hacer funcionar el sistema de frenado deberán estar provistos de dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía) de una capacidad que satisfaga los requisitos del punto 1.2 del presente anexo (parte C).
- 1.1.2. Sin embargo, los dispositivos de almacenamiento de energía no tendrán que tener una capacidad obligatoria determinada si el sistema de frenado está diseñado de modo que, en ausencia de toda reserva de energía, el mando del sistema de frenado de servicio permite alcanzar un rendimiento de frenado por lo menos igual al prescrito para el sistema de frenado de socorro.
- 1.1.3. Para verificar el cumplimiento de los requisitos de los puntos 1.2.1, 1.2.2 y 2.1 del presente anexo, los frenos deberán estar lo más ajustados posible y, en el caso del punto 1.2.1, el intervalo entre los accionamientos a fondo deberá ser de 60 s como mínimo.
- 1.2. Vehículos de motor
- 1.2.1. Los vehículos de motor equipados con un sistema de frenado hidráulico con energía almacenada deberán satisfacer los requisitos siguientes:
 - 1.2.1.1. Después de accionar ocho veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio, deberá seguir siendo posible alcanzar, con el noveno accionamiento, el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro.
 - 1.2.1.2. Los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
 - 1.2.1.2.1. los ensayos se iniciarán a una presión que podrá ser indicada por el fabricante, pero que no deberá ser superior a la presión de conexión;
 - 1.2.1.2.2. los dispositivos de almacenamiento de energía no deberán alimentarse; los de los equipos auxiliares deberán, además, estar aislados.
- 1.2.2. Se considerará que los vehículos de motor equipados con un sistema de frenado hidráulico con energía almacenada que no puedan observar los requisitos del punto 5.2.1.5.1 del presente Reglamento cumplen lo dispuesto en dicho punto si satisfacen los requisitos siguientes:

- 1.2.2.1. habiéndose producido un fallo en la transmisión, aún deberá ser posible, después de accionar ocho veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio, alcanzar con el noveno accionamiento, como mínimo, el rendimiento prescrito para el sistema de frenado de socorro o, si el rendimiento de frenado de socorro, que requiere el uso de energía almacenada, se consigue mediante un mando aparte, deberá seguir siendo posible, después de ocho accionamientos a fondo, alcanzar con el noveno el rendimiento residual prescrito en el punto 5.2.1.4 del presente Reglamento;
- 1.2.2.2. los ensayos deberán realizarse de conformidad con los requisitos siguientes:
- 1.2.2.2.1. estando la fuente de energía parada o funcionando a una velocidad correspondiente a la del motor al ralentí, podrá inducirse un fallo de la transmisión; antes de provocar ese fallo, los dispositivos de almacenamiento de energía deberán encontrarse a una presión que podrá ser indicada por el fabricante, pero que no deberá ser superior a la presión de conexión;
- 1.2.2.2.2. el equipo auxiliar y sus dispositivos de almacenamiento de energía, de haberlos, deberán estar aislados.
2. CAPACIDAD DE LAS FUENTES DE ENERGÍA DE FLUIDO HIDRÁULICO
- 2.1. Las fuentes de energía deberán cumplir los requisitos expuestos en los puntos que siguen.
- 2.1.1. Definiciones
- 2.1.1.1. « p_1 » es la presión máxima de servicio del sistema (presión de desconexión) en los dispositivos de almacenamiento de energía indicada por el fabricante.
- 2.1.1.2. « p_2 » es la presión después de accionar cuatro veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio, partiendo de p_1 , sin alimentación de los dispositivos de almacenamiento de energía.
- 2.1.1.3. « t » es el tiempo necesario para que la presión aumente de p_2 a p_1 en los dispositivos de almacenamiento de energía sin accionar el mando del sistema de frenado de servicio.
- 2.1.2. Condiciones de medición
- 2.1.2.1. En el transcurso del ensayo para determinar el tiempo t , el caudal de alimentación de la fuente de energía deberá ser el que se obtenga cuando el motor funcione a la velocidad correspondiente a su potencia máxima, o a la velocidad permitida por el regulador de velocidad excesiva.
- 2.1.2.2. En el transcurso del ensayo para determinar el tiempo t , los dispositivos de almacenamiento de energía de equipos auxiliares deberán estar aislados exclusivamente de forma automática.
- 2.1.3. Interpretación de los resultados
- 2.1.3.1. El tiempo t no deberá ser superior a 20 s en ningún vehículo, excepto los de las categorías M_3 , N_2 y N_3 .
- 2.1.3.2. En los vehículos de las categorías M_3 , N_2 y N_3 , el tiempo t no deberá ser superior a 30 s.
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS AVISADORES
- Con el motor parado y partiendo de una presión que podrá ser señalada por el fabricante, pero que no deberá ser superior a la presión de conexión, el avisador no deberá funcionar después de accionar dos veces a fondo el mando del sistema de frenado de servicio.
-

ANEXO 8

Disposiciones relativas a las condiciones específicas para sistemas de frenado de muelles

1. DEFINICIÓN

- 1.1. Los «sistemas de frenado de muelles» son aquellos en los que la energía necesaria para frenar es suministrada por uno o varios muelles que actúan como dispositivo de almacenamiento de energía (acumulador de energía).
- 1.1.1. La energía necesaria para comprimir el muelle a fin de soltar el freno la proporciona y controla el «mando» accionado por el conductor (véase la definición del punto 2.4 del presente Reglamento).
- 1.2. La «cámara de compresión del muelle» es la cámara donde tiene lugar la variación de presión que produce la compresión del muelle.
- 1.3. Cuando la compresión de los muelles se efectúe mediante un dispositivo de vacío, en todo este anexo se entenderá por «presión» la presión negativa.

2. GENERALIDADES

- 2.1. El sistema de frenado de muelles no deberá utilizarse como sistema de frenado de servicio. No obstante, si se produce un fallo en una parte de la transmisión del sistema de frenado de servicio, podrá utilizarse un sistema de frenado de muelles para obtener el rendimiento residual prescrito en el punto 5.2.1.4 del presente Reglamento, siempre que el conductor pueda graduar esta acción. En el caso de los vehículos de motor, a excepción de los tractocamiones para semirremolques que cumplan los requisitos del punto 5.2.1.4.1 del presente Reglamento, el sistema de frenado de muelles no deberá ser la única fuente de frenado residual. En los remolques no deberán utilizarse sistemas de frenado de muelles de vacío.
- 2.2. Una pequeña variación de los límites de presión en el circuito de alimentación de la cámara de compresión del muelle no deberá provocar una variación importante de la fuerza de frenado.
- 2.3. Los requisitos expuestos a continuación se aplicarán a los vehículos de motor equipados con frenos de muelle.
 - 2.3.1. El circuito de alimentación de la cámara de compresión del muelle deberá incluir su propia reserva de energía o ser alimentado por dos reservas de energía independientes como mínimo. El conducto de alimentación del remolque podrá derivarse de este circuito, a condición de que una caída de presión en el conducto de alimentación del remolque no pueda provocar la aplicación de los frenos de muelle.
 - 2.3.2. El equipo auxiliar solo podrá extraer su energía del circuito de alimentación de los accionadores de los frenos de muelle si su funcionamiento, aun con la fuente de energía averiada, no puede hacer que la reserva de energía de dichos accionadores caiga por debajo del nivel a partir del cual es posible soltarlos.
 - 2.3.3. En cualquier caso, durante la recarga del sistema de frenado a partir de una presión cero, los frenos de muelle deberán permanecer totalmente aplicados, sin importar la posición del dispositivo de mando, hasta que la presión en el sistema de frenado de servicio sea la suficiente para garantizar, como mínimo, el rendimiento prescrito de frenado de socorro del vehículo con carga, utilizando el mando del sistema de frenado de servicio.
 - 2.3.4. Asimismo, una vez aplicados, los frenos de muelle no deberán soltarse, a no ser que haya presión suficiente en el sistema de frenado de servicio para obtener, como mínimo, el rendimiento prescrito de frenado residual del vehículo con carga accionando el mando de frenado de servicio.
- 2.4. En el caso de los vehículos de motor, el sistema deberá estar diseñado de manera que puedan aplicarse y soltarse los frenos tres veces, como mínimo, si la presión inicial en la cámara de compresión del muelle es igual a la presión máxima asignada. En el caso de los remolques, deberá ser posible soltar los frenos por lo menos tres veces tras haber desenganchado el remolque, con una presión en el conducto de alimentación de 750 kPa antes de desengancharlo. Sin embargo, antes de proceder a la comprobación, deberá soltarse el freno de emergencia. Estas condiciones deberán cumplirse cuando los frenos estén lo más ajustados posible. Además, cuando el remolque esté enganchado al vehículo tractor deberá ser posible aplicar y soltar el sistema de frenado de estacionamiento como se especifica en el punto 5.2.2.10 del presente Reglamento.
- 2.5. En los vehículos de motor, la presión en la cámara de compresión del muelle a partir de la cual los muelles comienzan a accionar los frenos no deberá ser superior, cuando estos estén lo más ajustados posible, al 80 % de la presión mínima normalmente disponible.

Cuando se trate de remolques, la presión en la cámara de compresión del muelle a partir de la cual los muelles comienzan a accionar los frenos no deberá ser superior a la obtenida después de accionar cuatro veces a fondo el sistema de frenado de servicio de acuerdo con el punto 1.3 de la parte A del anexo 7. La presión inicial será de 700 kPa.

- 2.6. Si la presión en el conducto que alimenta de energía a la cámara de compresión del muelle —excepto si se trata de los conductos de un dispositivo auxiliar de liberación que utiliza un líquido a presión— cae al nivel al que los elementos de los frenos se ponen en movimiento, deberá activarse un avisador óptico o acústico. Si se cumple este requisito, el avisador podrá incluir la señal de aviso roja del punto 5.2.1.29.1.1 del presente Reglamento. Esta disposición no se aplicará a los remolques.
- 2.7. Si un vehículo de motor autorizado a arrastrar un remolque con un sistema de frenado continuo o semicontinuo está equipado con un sistema de frenado de muelles, el accionamiento automático de dicho sistema provocará el accionamiento de los frenos del remolque.

3. SISTEMA DE LIBERACIÓN AUXILIAR

- 3.1. Los sistemas de frenado de muelles deberán estar diseñados de modo que, en caso de fallo, siga siendo posible soltar los frenos. Esto podrá conseguirse utilizando un dispositivo de liberación auxiliar (neumático, mecánico, etc.).

Los dispositivos de liberación auxiliares que utilicen una reserva de energía deberán extraer su energía de una reserva independiente de la que se utilice normalmente para el sistema de frenado de muelles. En estos dispositivos de liberación auxiliares, el fluido neumático o hidráulico podrá actuar sobre la misma superficie de pistón de la cámara de compresión del muelle que se utiliza para el sistema de frenado de muelles normal, siempre que el dispositivo de liberación auxiliar disponga de un conducto aparte. La unión de este conducto con el conducto normal de conexión entre el dispositivo de mando y los accionadores de los frenos de muelle deberá situarse en cada accionador inmediatamente antes de la entrada a la cámara de compresión del muelle, si no va integrada en el cuerpo del dispositivo. Dicha conexión deberá estar dotada de un dispositivo que impida cualquier interacción entre ambos conductos. Los requisitos del punto 5.2.1.6 del presente Reglamento son también aplicables a este dispositivo.

- 3.1.1. A efectos del requisito del anterior punto 3.1, los componentes de la transmisión del sistema de frenado no se considerarán sujetos a fallos si, de acuerdo con el punto 5.2.1.2.7 del presente Reglamento, no se consideran susceptibles de rotura, siempre que estén hechos de metal o de un material de características similares y no sufran deformaciones significativas durante el frenado normal.
- 3.2. Si para el accionamiento del dispositivo auxiliar mencionado en el anterior punto 3.1 se necesita una herramienta o llave, estas deberán encontrarse en el vehículo.
- 3.3. Cuando el dispositivo de liberación auxiliar emplee energía almacenada para soltar los frenos de muelle, deberán cumplirse los siguientes requisitos:
 - 3.3.1. cuando el mando del sistema auxiliar de liberación de los frenos de muelle sea el mismo que se utiliza para el freno de socorro o de estacionamiento, se aplicarán en todos los casos los requisitos del anterior punto 2.3;
 - 3.3.2. cuando el mando del sistema auxiliar de liberación de los frenos de muelle no sea el mismo que el del freno de socorro o de estacionamiento, los requisitos del anterior punto 2.3 se aplicarán a ambos sistemas de control; sin embargo, los requisitos del anterior punto 2.3.4 no se aplicarán al sistema auxiliar de liberación de los frenos de muelle; además, el mando de liberación auxiliar deberá ubicarse de manera que el conductor no pueda accionarlo desde su posición normal de conducción.
- 3.4. Si en el sistema de liberación auxiliar se emplea aire comprimido, es conveniente que se active con un mando aparte que no esté conectado con el mando de los frenos de muelle.

ANEXO 9

Disposiciones relativas a los sistemas de frenado de estacionamiento equipados con un dispositivo mecánico de bloqueo del cilindro del freno (bloqueadores)

1. DEFINICIÓN

Se entenderá por «dispositivo mecánico de bloqueo del cilindro del freno» el dispositivo encargado de accionar el sistema de frenado de estacionamiento bloqueando mecánicamente el vástago del pistón del freno. El bloqueo mecánico se lleva a cabo enrareciendo el fluido comprimido en la cámara de bloqueo; su diseño permite el desbloqueo restaurando la presión en dicha cámara.

2. REQUISITOS ESPECIALES

- 2.1. Cuando la presión en la cámara de bloqueo se acerque al nivel al que se produce el bloqueo mecánico, deberá activarse un avisador óptico o acústico. A condición de que se cumpla este requisito, el avisador podrá incluir la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1 del presente Reglamento. La presente disposición no será aplicable a los remolques.

En el caso de los remolques, la presión correspondiente al bloqueo mecánico no deberá exceder de 400 kPa. Tras producirse un solo fallo en el sistema de frenado de servicio del remolque, deberá ser posible obtener el rendimiento de frenado de estacionamiento. Además, deberán poderse soltar los frenos un mínimo de tres veces después de haber desenganchado el remolque, con una presión de 650 kPa en el conducto de alimentación antes del desenganche. Estas condiciones deberán cumplirse cuando los frenos estén lo más ajustados posible. También deberá ser posible aplicar y soltar el sistema de frenado de estacionamiento en las condiciones establecidas en el punto 5.2.2.10 del presente Reglamento cuando el remolque esté enganchado al vehículo tractor.

- 2.2. En los cilindros provistos de un dispositivo de bloqueo mecánico, el movimiento del pistón deberá generarse con la energía procedente de uno de los dos dispositivos de almacenamiento de energía independientes que deberá haber.
- 2.3. No deberá poderse liberar el cilindro de freno bloqueado si no existe la certeza de que después podrá volverse a aplicar el freno.
- 2.4. Si falla la fuente de energía que alimenta a la cámara de bloqueo, deberá estar disponible un dispositivo de liberación auxiliar (por ejemplo mecánico o neumático, que pueda aprovechar el aire contenido en alguno de los neumáticos del vehículo).
- 2.5. El mando deberá diseñarse de tal modo que su accionamiento produzca, en este orden, los siguientes efectos: aplicación de los frenos para obtener el grado de eficacia necesario para el frenado de estacionamiento; bloqueo de los frenos en esa posición y anulación de la fuerza de aplicación de los frenos.
-

ANEXO 10

Distribución del frenado entre los ejes de los vehículos y requisitos de compatibilidad entre vehículos tractores y remolques

1. REQUISITOS GENERALES

- 1.1. Los vehículos de las categorías M₂, M₃, N, O₂, O₃ y O₄ que no estén equipados con un sistema antibloqueo, tal como se define en el anexo 13, deberán cumplir todos los requisitos del presente anexo. Si se utiliza un dispositivo especial, deberá funcionar automáticamente ⁽¹⁾.

Sin embargo, los vehículos de las categorías mencionadas que estén equipados con un sistema antibloqueo, tal como se define en el anexo 13, deberán cumplir también los requisitos de los puntos 7 y 8 del presente anexo si tienen, además, un dispositivo automático especial que controla la distribución del frenado entre los ejes. En caso de fallo de su mando, deberá poderse parar el vehículo tal y como se especifica en el punto 6 del presente anexo.

- 1.1.1. Cuando el vehículo tenga instalado un sistema de frenado de resistencia, la fuerza de ralentización no se tendrá en cuenta para determinar el rendimiento del vehículo con respecto a las disposiciones del presente anexo.

- 1.2. Los requisitos relativos a los diagramas indicados en los puntos 3.1.5, 3.1.6, 4.1, 5.1 y 5.2 de este anexo valen tanto para los vehículos con un conducto de control neumático como para los vehículos con un conducto de control eléctrico, conforme a los puntos 5.1.3.1.1 y 5.1.3.1.3, respectivamente, del presente Reglamento. En ambos casos, el valor de referencia (abscisa de los diagramas) será el de la presión transmitida en el conducto de control:

- a) en los vehículos equipados conforme al punto 5.1.3.1.1 del presente Reglamento, será la presión neumática real en el conducto de control (p_m);
- b) en los vehículos equipados conforme al punto 5.1.3.1.3 del presente Reglamento, será la presión correspondiente al valor de demanda digital transmitida en el conducto de control eléctrico, de conformidad con la norma ISO 11992:2003.

Los vehículos equipados conforme al punto 5.1.3.1.2 del presente Reglamento (con conductos de control neumáticos y eléctricos) deberán ajustarse a los diagramas relativos a ambos conductos de control. No obstante, no será necesario que presenten curvas características de frenado idénticas con ambos conductos.

- 1.3. Validación del desarrollo de la fuerza de frenado

- 1.3.1. Al proceder a la homologación de tipo deberá comprobarse que el desarrollo del frenado sobre un eje de cada grupo de ejes independiente ⁽²⁾ está dentro de los intervalos siguientes:

- a) Vehículos con carga:

Por lo menos un eje comenzará a desarrollar fuerza de frenado cuando la presión en el cabezal de acoplamiento sea de 20 kPa a 100 kPa.

Por lo menos un eje de cada uno de los demás grupos de ejes comenzará a desarrollar presión de frenado cuando la presión en el cabezal de acoplamiento sea \leq 120 kPa.

- b) Vehículos sin carga:

Por lo menos un eje comenzará a desarrollar fuerza de frenado cuando la presión en el cabezal de acoplamiento sea de 20 kPa a 100 kPa.

- 1.3.1.1. Con las ruedas de los ejes levantadas del suelo de forma que puedan girar libremente, aplicar una demanda de frenado creciente y medir la presión en el cabezal de acoplamiento cuando las ruedas ya no puedan hacerse girar con la mano. Esta condición es la que constituye el desarrollo de la fuerza de frenado.

⁽¹⁾ En el caso de los remolques con distribución electrónicamente controlada de las fuerzas de frenado, los requisitos del presente anexo solo se aplicarán cuando el remolque esté conectado eléctricamente con el vehículo tractor mediante el conector ISO 7638:1997.

⁽²⁾ En el caso de ejes múltiples, cuando la distancia entre ejes sea mayor de 2 m, cada eje se considerará un grupo de ejes independiente.

- 1.4. En el caso de los vehículos de la categoría O con sistemas de frenado neumáticos, cuando se siga el procedimiento alternativo de homologación de tipo expuesto en el anexo 20, los cálculos pertinentes exigidos en el presente anexo se realizarán tomando las características de rendimiento extraídas de los correspondientes informes de verificación del anexo 19 y la altura del centro de gravedad determinada con el método expuesto en el anexo 20, apéndice 1.

2. SÍMBOLOS

- i = índice del eje ($i = 1$, eje delantero; $i = 2$, segundo eje; etc.)
- P_i = reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje i en condiciones estáticas
- N_i = reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje i durante el frenado
- T_i = fuerza ejercida por los frenos sobre el eje i en condiciones normales de frenado en carretera
- f_i = T_i/N_i , adherencia utilizada por el eje i ⁽³⁾
- J = desaceleración del vehículo
- g = aceleración debida a la gravedad: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- z = coeficiente de frenado del vehículo = J/g ⁽⁴⁾
- P = masa del vehículo
- h = altura desde el suelo del centro de gravedad, indicada por el fabricante y aceptada por los servicios técnicos que efectúen el ensayo de homologación
- E = batalla
- k = coeficiente teórico de adherencia entre el neumático y la calzada
- K_c = factor de corrección: semirremolque con carga
- K_v = factor de corrección: semirremolque sin carga
- T_M = suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del vehículo tractor para remolques
- P_M = reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre las ruedas del vehículo tractor para remolques ⁽⁵⁾
- p_m = presión en el cabezal de acoplamiento del conducto de control
- T_R = suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque
- P_R = reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre todas las ruedas del remolque ⁽⁵⁾
- P_{Rmax} = valor de P_R con la masa máxima del remolque
- E_R = distancia entre el pivote de acoplamiento y el centro del eje o los ejes del semirremolque
- h_R = altura desde el suelo del centro de gravedad del semirremolque, indicada por el fabricante y aceptada por los servicios técnicos que efectúen el ensayo de homologación

3. REQUISITOS APLICABLES A LOS VEHÍCULOS DE MOTOR

3.1. Vehículos de dos ejes

- 3.1.1. Con valores de k comprendidos entre 0,2 y 0,8, todas las categorías de vehículos deberán ajustarse a la siguiente relación ⁽⁶⁾:

$$z \geq 0,10 + 0,85 (k - 0,20)$$

- 3.1.2. Sea cual sea la carga del vehículo, la curva de utilización de la adherencia del eje trasero no deberá estar situada por encima de la del eje delantero:

- 3.1.2.1. con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,80 en el caso de vehículos de la categoría N_1 con una razón de carga del eje trasero con carga/sin carga no superior a 1,5 o con una masa máxima inferior a 2 t, oscilando los valores z entre 0,3 y 0,45, estará permitida la inversión de las curvas de utilización de la adherencia, a condición de que la curva del eje trasero no exceda en más de 0,05 la línea definida por la fórmula $k = z$ (línea de utilización ideal de la adherencia del diagrama 1A del presente anexo);

⁽³⁾ Las «curvas de utilización de la adherencia» de un vehículo son aquellas que muestran la adherencia utilizada por cada eje i con respecto al coeficiente de frenado del vehículo en unas condiciones de carga concretas.

⁽⁴⁾ Para los semirremolques, z es la fuerza de frenado dividida entre la masa estática sobre los ejes del semirremolque.

⁽⁵⁾ Según el punto 1.4.4.3 del anexo 4.

⁽⁶⁾ Las disposiciones de los puntos 3.1.1 o 5.1.1 no afectan a los requisitos del anexo 4 relativos al rendimiento de frenado. Sin embargo, si al realizar los ensayos conforme a los puntos 3.1.1 o 5.1.1 se obtienen rendimientos de frenado superiores a los prescritos en el anexo 4, las disposiciones referentes a las curvas de utilización de la adherencia se aplicarán en las áreas de los diagramas 1A, 1B y 1C del presente anexo delimitadas por las rectas $k = 0,8$ y $z = 0,8$.

3.1.2.2. con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,50 en el caso de otros vehículos de la categoría N₁, esta condición se considerará satisfecha si, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, las curvas de utilización de la adherencia correspondientes a cada eje se sitúan entre dos líneas paralelas a la línea de utilización ideal de la adherencia dadas por la fórmula $k = z \pm 0,08$, como muestra el diagrama 1C del presente anexo, donde la curva correspondiente al eje trasero puede cortar la línea $k = z - 0,08$ y se ajusta, con coeficientes de frenado de 0,30 a 0,50, a la relación $z \geq k - 0,08$, y con coeficientes de frenado de 0,50 a 0,61, a la relación $z \geq 0,5 k + 0,21$;

3.1.2.3. con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, si se trata de vehículos de otras categorías.

Esta condición se considera satisfecha si, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, las curvas de utilización de la adherencia correspondientes a cada eje se sitúan entre dos líneas paralelas a la línea de utilización ideal de la adherencia dadas por la ecuación $k = z \pm 0,08$, como muestra el diagrama 1B del presente anexo, y la curva de utilización de la adherencia correspondiente al eje trasero se ajusta, con coeficientes de frenado $z \geq 0,3$, a la relación:

$$z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38)$$

3.1.3. Vehículo de motor autorizado a arrastrar remolques de categoría O₃ u O₄ equipados con sistemas de frenado de aire comprimido

3.1.3.1. Cuando se ensaye con la fuente de energía cortada, el conducto de alimentación obturado, un depósito de 0,5 l conectado al conducto de control neumático y el sistema a las presiones de conexión y desconexión, al accionar a fondo el mando de frenado, la presión deberá ser de 650 kPa a 850 kPa en los cabezales de acoplamiento del conducto de alimentación y el conducto de control neumático, cualquiera que sea la condición de carga del vehículo.

3.1.3.2. En los vehículos equipados con un conducto de control eléctrico, el accionamiento a fondo del mando del sistema de frenado de servicio producirá un valor de demanda digital correspondiente a una presión de 650 kPa a 850 kPa (véase la norma ISO 11992:2003).

3.1.3.3. Deberá poder demostrarse la presencia de estos valores en el vehículo de motor cuando esté desenganchado del remolque. Las bandas de compatibilidad en los diagramas de los puntos 3.1.5, 3.1.6, 4.1, 5.1 y 5.2 del presente anexo no deberían extenderse más allá de 750 kPa o el correspondiente valor de demanda digital (véase la norma ISO 11992:2003).

3.1.3.4. Deberá garantizarse que en el cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación se dispone de una presión mínima de 700 kPa cuando el sistema esté a la presión de conexión. Esta presión deberá demostrarse sin aplicar los frenos de servicio.

3.1.4. Verificación de los requisitos de los puntos 3.1.1 y 3.1.2

3.1.4.1. Para verificar los requisitos de los puntos 3.1.1 y 3.1.2 del presente anexo, el fabricante deberá aportar las curvas de utilización de la adherencia correspondientes a los ejes delantero y trasero, calculadas mediante las fórmulas siguientes:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{p_1 + z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{p_2 - z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

Las curvas deberán dibujarse para las dos condiciones de carga siguientes:

3.1.4.1.1. sin carga, en orden de marcha y con el conductor a bordo; si el vehículo presentado es un chasis con cabina, podrá simularse la masa de la carrocería añadiendo una carga complementaria que no rebase la masa mínima declarada por el fabricante en el anexo 2;

3.1.4.1.2. con carga; cuando existan varias posibilidades de distribución de la carga, se elegirá aquella en la que el eje delantero sea el más solicitado.

- 3.1.4.2. En vehículos con tracción (permanente) en todas las ruedas, si no es posible efectuar la verificación matemática con arreglo al punto 3.1.4.1, el fabricante podrá, en su lugar, verificar, mediante un ensayo de secuencia de bloqueo de las ruedas, que, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,8, las ruedas delanteras se bloquean al mismo tiempo o antes que las traseras.
- 3.1.4.3. Procedimiento para verificar los requisitos del punto 3.1.4.2
- 3.1.4.3.1. El ensayo de secuencia de bloqueo de las ruedas deberá realizarse en calzadas cuyas superficies tengan un coeficiente de adherencia no superior a 0,3 y en torno a 0,8 (calzada seca), partiendo de las velocidades de ensayo iniciales indicadas en el punto 3.1.4.3.2.
- 3.1.4.3.2. Velocidades de ensayo:
- 60 km/h, pero sin exceder de $0,8 v_{\max}$ para desaceleraciones en superficies de calzada de bajo coeficiente de rozamiento;
- 80 km/h, pero sin exceder de $0,8 v_{\max}$ para desaceleraciones en superficies de calzada de alto coeficiente de rozamiento.
- 3.1.4.3.3. La fuerza sobre el pedal podrá rebasar las fuerzas de accionamiento con arreglo al anexo 4, punto 2.1.1.
- 3.1.4.3.4. La fuerza sobre el pedal se aplicará e incrementará de manera que la segunda rueda del vehículo se bloquee entre 0,5 s y 1 s después de comenzar a frenar y hasta que se bloqueen las dos ruedas de un eje (durante el ensayo podrán también bloquearse otras ruedas, por ejemplo en el caso de bloqueo simultáneo).
- 3.1.4.4. Los ensayos prescritos en el punto 3.1.4.2 deberán llevarse a cabo dos veces en cada superficie de calzada. Si el resultado de un ensayo es negativo, deberá procederse a un tercer ensayo que, por tanto, será decisivo.
- 3.1.4.5. En el caso de vehículos equipados con un sistema de frenado eléctrico regenerativo de categoría B, cuando el estado de carga eléctrica influya en la capacidad de frenado eléctrico regenerativo, las curvas deberán trazarse teniendo en cuenta el componente de frenado eléctrico regenerativo en las condiciones de fuerza de frenado producida mínima y máxima. Este requisito no será aplicable, y en su lugar lo serán los requisitos del anexo 13, si el vehículo está equipado con un dispositivo antibloqueo que controla las ruedas conectadas al frenado eléctrico regenerativo.
- 3.1.5. Vehículos tractores, excepto tractocamiones para semirremolques
- 3.1.5.1. En el caso de un vehículo de motor autorizado a arrastrar remolques de categoría O₃ u O₄ equipados con un sistema de frenado de aire comprimido, la relación admisible entre el coeficiente de frenado T_M/P_M y la presión p_m deberá situarse dentro de las áreas del diagrama 2 del presente anexo con todas las presiones que van de 20 kPa a 750 kPa.
- 3.1.6. Tractocamiones para semirremolques
- 3.1.6.1. Tractocamiones con semirremolque sin carga. Se entiende que un conjunto sin carga está formado por el tractocamión en orden de marcha, con el conductor a bordo, enganchado al semirremolque sin carga. La carga dinámica del semirremolque sobre el tractocamión estará representada por una masa estática P_s montada en el acoplamiento de la quinta rueda y equivalente al 15 % de la masa máxima sobre el acoplamiento. Las fuerzas de frenado seguirán regulándose entre los estados de «tractocamión con semirremolque sin carga» y «tractocamión solo»; deberán verificarse las fuerzas de frenado relativas al «tractocamión solo».
- 3.1.6.2. Tractocamiones con semirremolque con carga. Se entiende que un conjunto con carga está formado por el tractocamión en orden de marcha, con el conductor a bordo, enganchado al semirremolque con carga. La carga dinámica del semirremolque sobre el tractocamión estará representada por una masa estática P_s montada en el acoplamiento de la quinta rueda y equivalente a:

$$P_s = P_{so} (1 + 0,45 z)$$

donde:

P_{so} representa la diferencia entre la masa máxima del tractocamión con carga y su masa sin carga.

Se adoptará para h el valor:

$$h = \frac{h_o \cdot P_o + h_s \cdot P_s}{P}$$

donde:

h_o es la altura del centro de gravedad del tractocamión;

h_s es la altura del acoplamiento sobre el que se apoya el semirremolque;

P_o es la masa sin carga del tractocamión solo;

y:

$$P = P_o + P_s = \frac{P_1 + P_2}{g}$$

3.1.6.3. En el caso de un vehículo equipado con un sistema de frenado de aire comprimido, la relación admisible entre el coeficiente de frenado T_M/P_M y la presión p_m deberá situarse dentro de las áreas del diagrama 3 del presente anexo con todas las presiones que van de 20 kPa a 750 kPa.

3.2. Vehículos de más de dos ejes

Los requisitos del punto 3.1 del presente anexo serán aplicables a los vehículos de más de dos ejes. Se considerará que se cumplen los requisitos del punto 3.1.2 de este anexo con respecto a la secuencia de bloqueo de las ruedas si, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, la adherencia utilizada por al menos uno de los ejes delanteros es superior a la utilizada por al menos uno de los ejes traseros.

4. REQUISITOS APLICABLES A LOS SEMIRREMOLQUES

4.1. En lo que concierne a los semirremolques equipados con sistemas de frenado de aire comprimido:

4.1.1. La relación admisible entre el coeficiente de frenado T_R/P_R y la presión p_m deberá situarse dentro de dos áreas derivadas de los diagramas 4A y 4B con todas las presiones que van de 20 kPa a 750 kPa, y en los dos estados, con y sin carga. Este requisito deberá cumplirse con todas las condiciones de carga admisibles de los ejes del semirremolque.

4.1.2. Si los requisitos del punto 4.1.1 no pueden cumplirse en combinación con los del punto 3.1.2.1 del anexo 4 en los semirremolques con un factor K_c inferior a 0,80, el semirremolque deberá tener el rendimiento mínimo de frenado indicado en el punto 3.1.2.1 del anexo 4 y estar dotado de un sistema antibloqueo conforme con el anexo 13, salvo en lo que se refiere al requisito de compatibilidad del punto 1 de dicho anexo.

5. REQUISITOS APLICABLES A LOS REMOLQUES COMPLETOS Y LOS REMOLQUES DE EJE CENTRAL

5.1. Remolques completos dotados de sistemas de frenado de aire comprimido

5.1.1. A los remolques completos de dos ejes se les aplicarán los siguientes requisitos:

5.1.1.1. Con valores k entre 0,2 y 0,8 (7):

$$z \geq 0,1 + 0,85 (k - 0,2)$$

5.1.1.2. Sea cual sea la carga del vehículo, la curva de utilización de la adherencia del eje trasero no deberá estar situada por encima de la del eje delantero con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30. Esta condición se considera satisfecha si, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, las curvas de utilización de la adherencia correspondientes a cada eje se sitúan entre dos líneas paralelas a la línea de utilización ideal de la adherencia dadas por las ecuaciones $k = z \pm 0,08$ y $k = z - 0,08$, como muestra el diagrama 1B del presente anexo, y la curva de utilización de la adherencia correspondiente al eje trasero se ajusta, con coeficientes de frenado $z \geq 0,3$, a la relación:

$$z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38)$$

(7) Las disposiciones de los puntos 3.1.1 o 5.1.1 no afectan a los requisitos del anexo 4 relativos al rendimiento de frenado. Sin embargo, si al realizar los ensayos conforme a los puntos 3.1.1 o 5.1.1 se obtienen rendimientos de frenado superiores a los prescritos en el anexo 4, las disposiciones referentes a las curvas de utilización de la adherencia se aplicarán en las áreas de los diagramas 1A, 1B y 1C del presente anexo delimitadas por las rectas $k = 0,8$ y $z = 0,8$.

- 5.1.1.3. Para verificar los requisitos de los puntos 5.1.1.1 y 5.1.1.2, conviene seguir el procedimiento expuesto en el punto 3.1.4.
- 5.1.2. A los remolques completos con más de dos ejes se les aplicarán los requisitos del punto 5.1.1 del presente anexo. Se considerará que se cumplen los requisitos del punto 5.1.1 de este anexo con respecto a la secuencia de bloqueo de las ruedas si, con coeficientes de frenado de 0,15 a 0,30, la adherencia utilizada por al menos uno de los ejes delanteros es superior a la utilizada por al menos uno de los ejes traseros.
- 5.1.3. La relación admisible entre el coeficiente de frenado T_R/P_R y la presión p_m deberá situarse dentro de las áreas designadas del diagrama 2 del presente anexo con todas las presiones que van de 20 kPa a 750 kPa, y en los dos estados, con y sin carga.
- 5.2. Remolques de eje central dotados de sistemas de frenado de aire comprimido
- 5.2.1. La relación admisible entre el coeficiente de frenado T_R/P_R y la presión p_m deberá situarse dentro de dos áreas derivadas del diagrama 2 del presente anexo, multiplicando la escala vertical por 0,95. Este requisito deberá cumplirse con todas las presiones que van de 20 kPa a 750 kPa, y en los dos estados, con y sin carga.
- 5.2.2. Si no es posible cumplir los requisitos del punto 3.1.2.1 del anexo 4 por falta de adherencia, deberá equiparse el remolque de eje central con un sistema antibloqueo conforme con el anexo 13.
6. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIRSE SI FALLA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FRENADO
- Cuando los requisitos del presente anexo se cumplan mediante un dispositivo especial (por ejemplo, controlado mecánicamente por la suspensión del vehículo), deberá ser posible, si falla su mando, detener el vehículo en las condiciones especificadas para el frenado de socorro, si se trata de un vehículo de motor; en lo que se refiere a los vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque provisto de sistemas de frenado de aire comprimido, deberá ser posible alcanzar en el cabezal de acoplamiento del conducto de control una presión dentro del intervalo indicado en el punto 3.1.3 del presente anexo. Si falla el mando del dispositivo en un remolque, deberá obtenerse un rendimiento de frenado de servicio por lo menos equivalente al 30 % del prescrito para el vehículo en cuestión.
7. MARCAS
- 7.1. Los vehículos que se ajusten a los requisitos del presente anexo mediante un dispositivo controlado mecánicamente por la suspensión del vehículo deberán llevar una marca que indique el recorrido útil del dispositivo entre las posiciones que correspondan respectivamente al vehículo sin carga y al vehículo con carga, y cualquier otra información que permita comprobar el ajuste del dispositivo.
- 7.1.1. Cuando el sensor de carga del freno esté controlado por la suspensión del vehículo de otra manera, el vehículo deberá llevar una marca con información que permita comprobar el ajuste del dispositivo.
- 7.2. Cuando los requisitos del presente anexo se cumplan mediante un dispositivo que module la presión del aire en la transmisión de los frenos, el vehículo deberá llevar marcas que indiquen las cargas por eje en el suelo, las presiones nominales de salida del dispositivo y una presión de entrada no inferior al 80 % de la presión de entrada máxima asignada, declarada por el fabricante del vehículo, para los siguientes estados de carga:
- 7.2.1. carga máxima técnicamente admisible de los ejes que controlan el dispositivo;
- 7.2.2. cargas por eje correspondientes a la masa sin carga del vehículo en orden de marcha según el punto 13 del anexo 2;
- 7.2.3. cargas por eje aproximativas correspondientes a un vehículo en orden de marcha con la carrocería propuesta, si las cargas por eje a las que se refiere el punto 7.2.2 del presente anexo se aplican al chasis del vehículo con cabina;
- 7.2.4. cargas por eje especificadas por el fabricante para poder comprobar el ajuste del dispositivo en servicio, si dichas cargas difieren de las indicadas en los puntos 7.2.1 a 7.2.3 del presente anexo.
- 7.3. En el punto 14.7 del anexo 2 deberán darse datos que permitan comprobar el cumplimiento de los requisitos de los puntos 7.1 y 7.2 del presente anexo.

- 7.4. Las marcas a las que se refieren los puntos 7.1 y 7.2 de este anexo deberán fijarse en un lugar visible y de una manera indeleble. El diagrama 5 del presente anexo muestra un ejemplo de marcas para un dispositivo controlado mecánicamente en un vehículo equipado con un sistema de frenado de aire comprimido.
- 7.5. Los sistemas de distribución electrónicamente controlada de las fuerzas de freno que no puedan cumplir los requisitos de los anteriores puntos 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 deberán contar con un procedimiento de auto comprobación de las funciones que influyan en la distribución de las fuerzas de freno. Además, con el vehículo parado deberá ser posible efectuar las comprobaciones del punto 1.3.1 generando la presión de demanda nominal asociada al inicio del frenado en ambas condiciones, con y sin carga.
8. ENSAYO DE VEHÍCULOS

Al proceder a la homologación de tipo, el servicio técnico deberá verificar la conformidad con los requisitos del presente anexo y realizar los demás ensayos que considere necesarios para tal fin. El acta de cualquier otro ensayo deberá añadirse como apéndice al acta de homologación de tipo.

Diagrama 1A

Determinados vehículos de la categoría N₁

(véase el punto 3.1.2.1 del presente anexo)

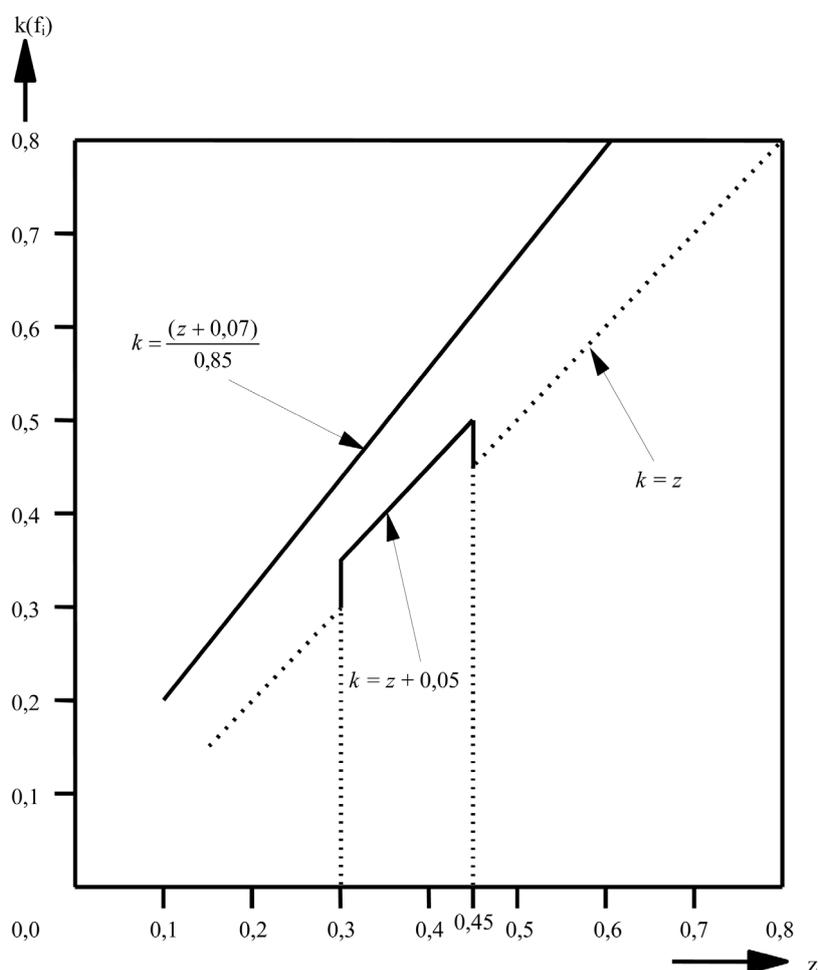
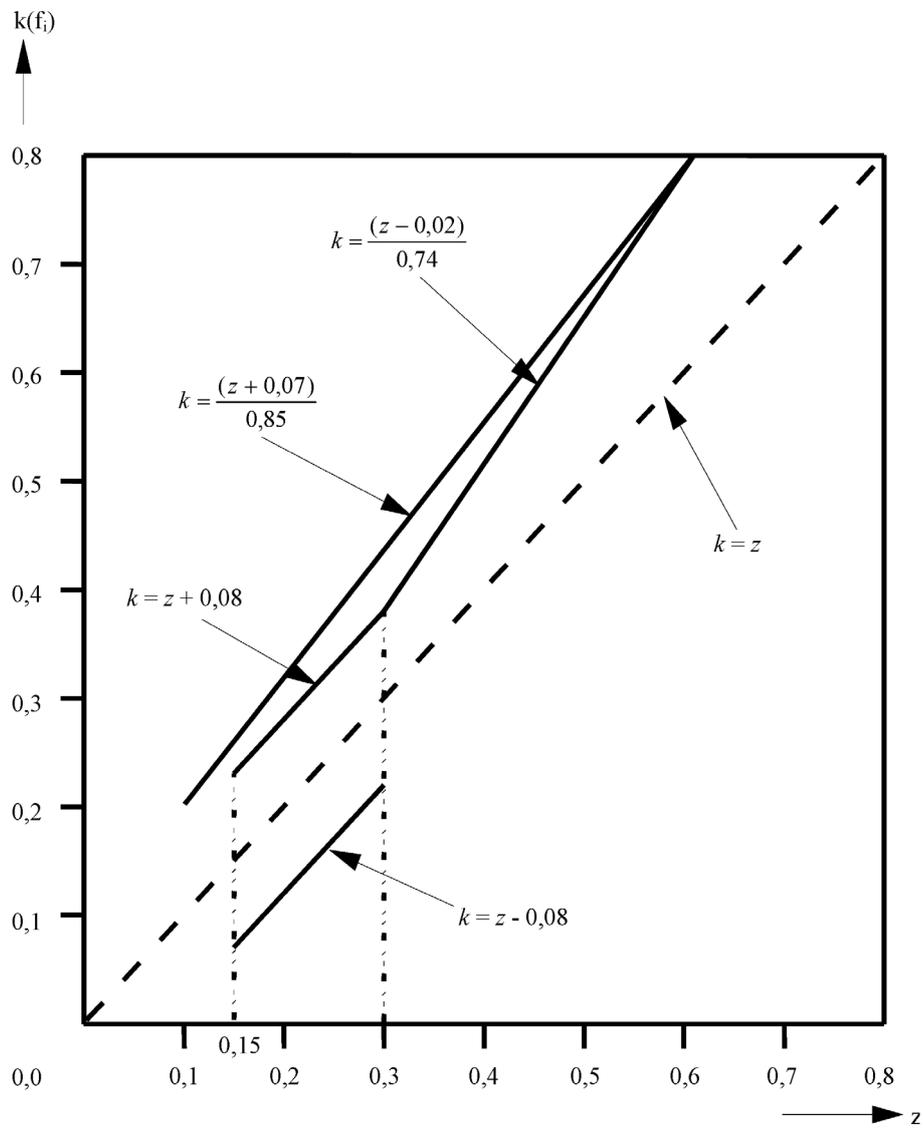


Diagrama 1B

Vehículos distintos de los de la categoría N₁ y remolques completos

(véanse los puntos 3.1.2.3 y 5.1.1.2 del presente anexo)



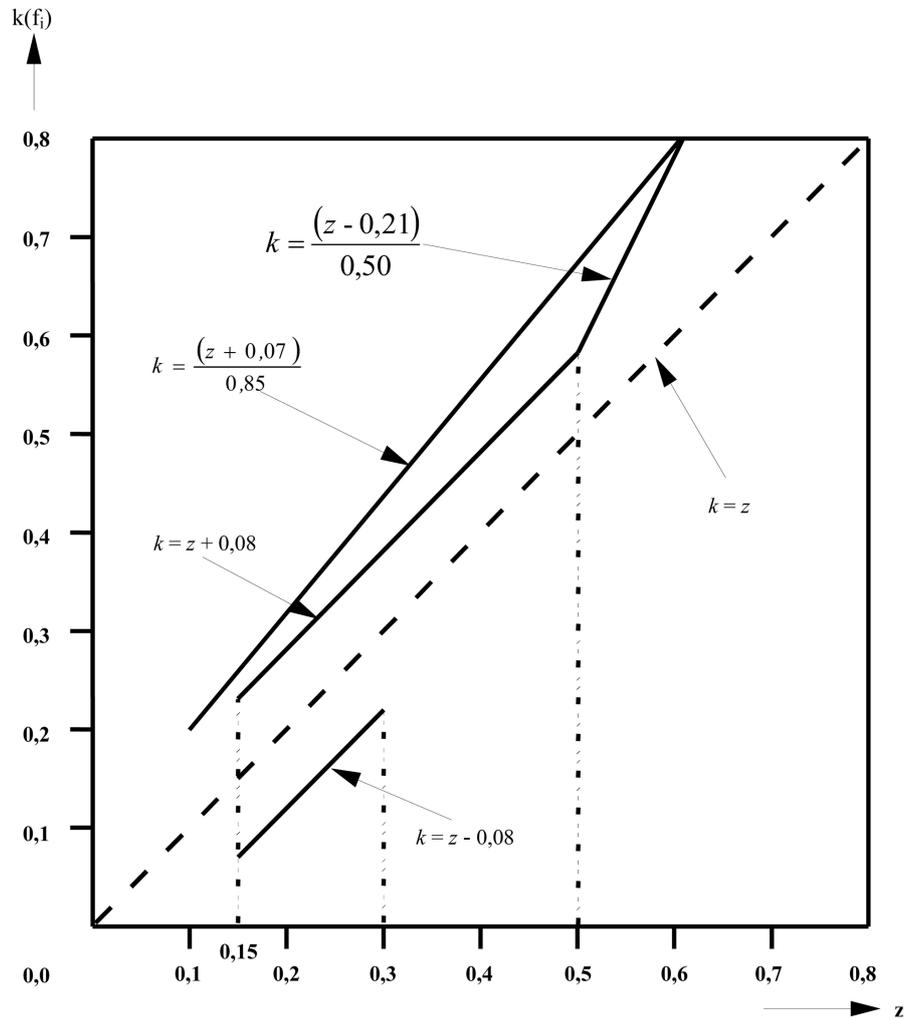
Nota: El límite inferior $k = z - 0,08$ no es aplicable a la utilización de la adherencia del eje trasero.

Diagrama 1C

Vehículos de la categoría N₁

(con algunas excepciones desde el 1 de octubre de 1990)

(véase el punto 3.1.2.2 del presente anexo)



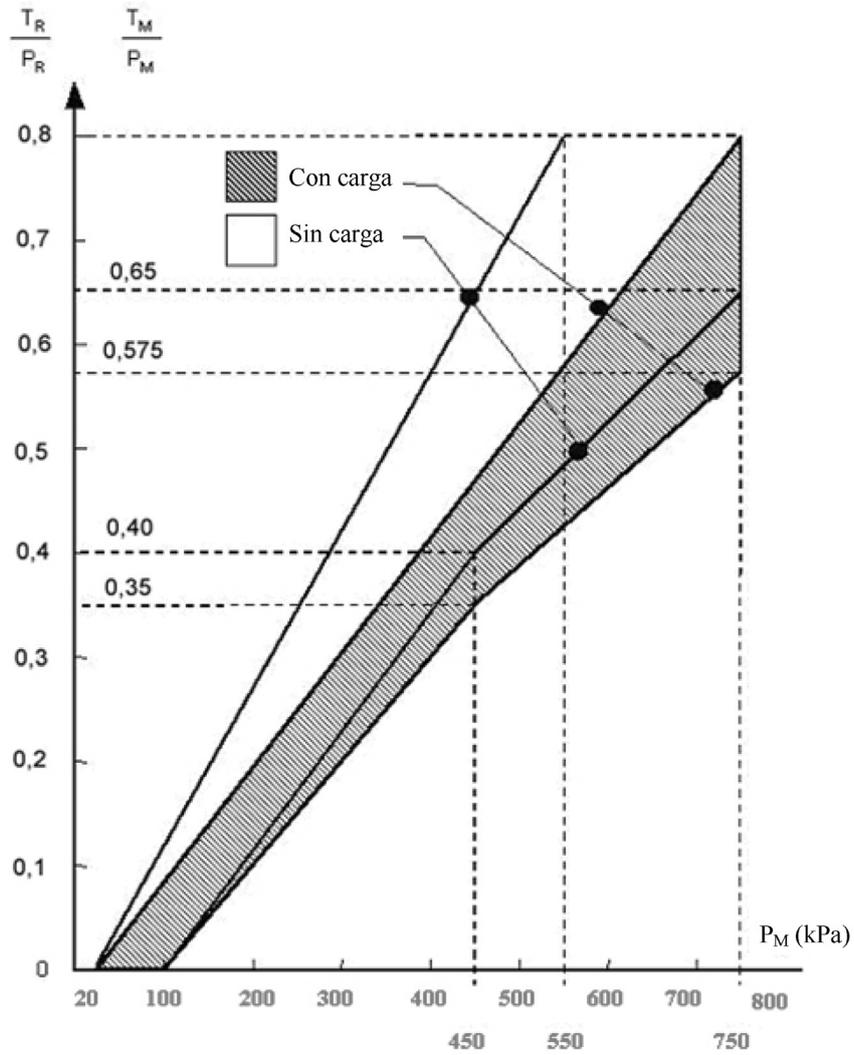
Nota: El límite inferior $k = z - 0,08$ no es aplicable a la utilización de la adherencia del eje trasero.

Diagrama 2

Vehículos tractores y remolques

(excepto tractocamiones para semirremolques y semirremolques)

(véase el punto 3.1.5.1 del presente anexo)

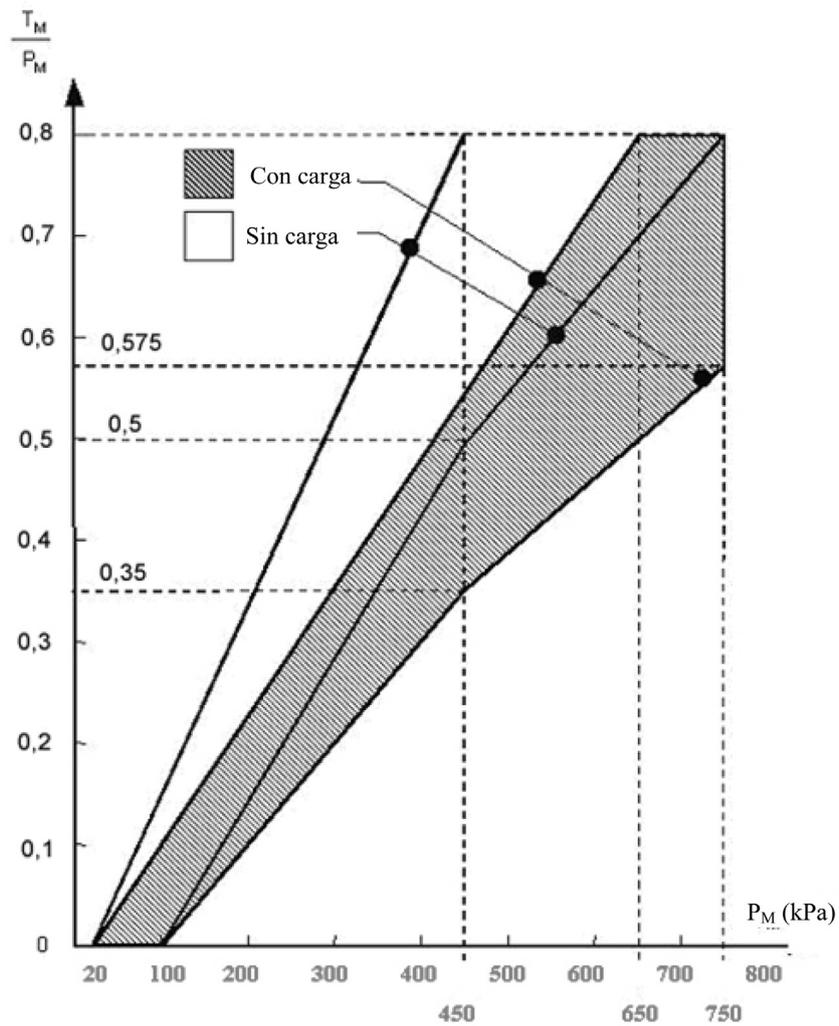


Nota: Las relaciones exigidas por este diagrama deberán aplicarse progresivamente a los estados intermedios de carga, desde el estado con carga hasta el estado sin carga, y obtenerse por medios automáticos.

Diagrama 3

Tractocamiones para semirremolques

(véase el punto 3.1.6.3 del presente anexo)

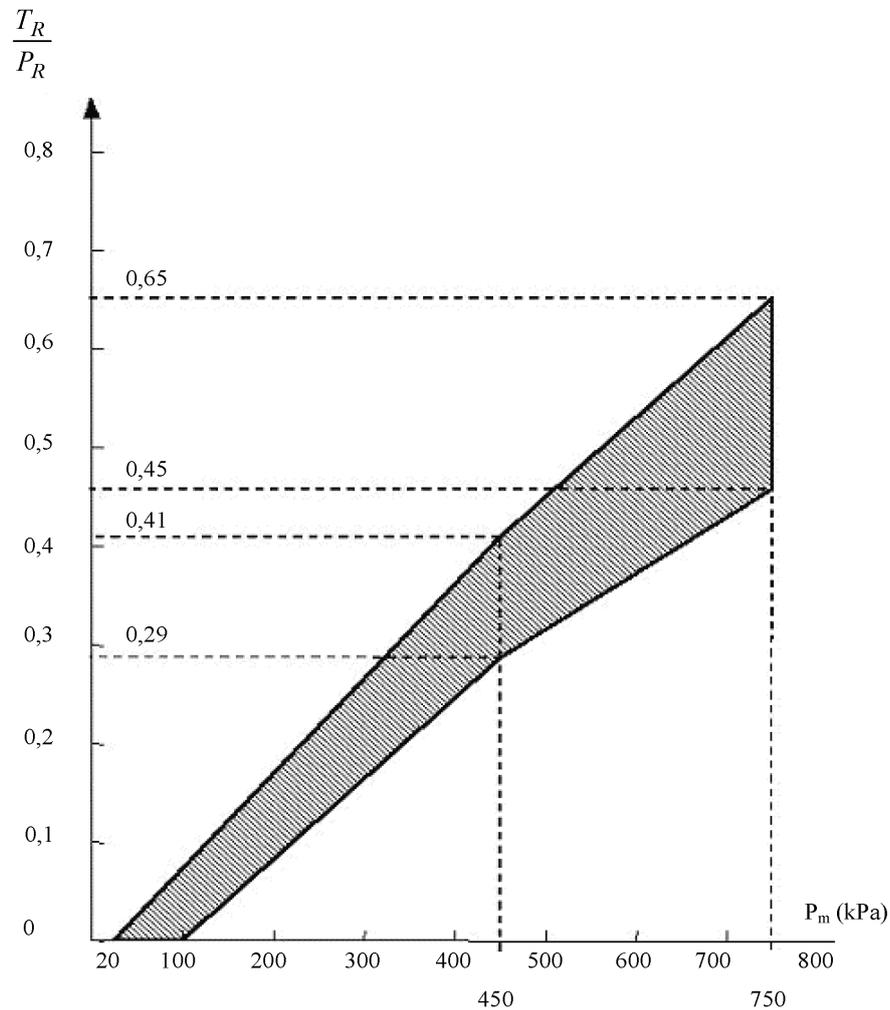


Nota: Las relaciones exigidas por este diagrama deberán aplicarse progresivamente a los estados intermedios de carga, desde el estado con carga hasta el estado sin carga, y obtenerse por medios automáticos.

Diagrama 4A

Semirremolques

(véase el punto 4 del presente anexo)

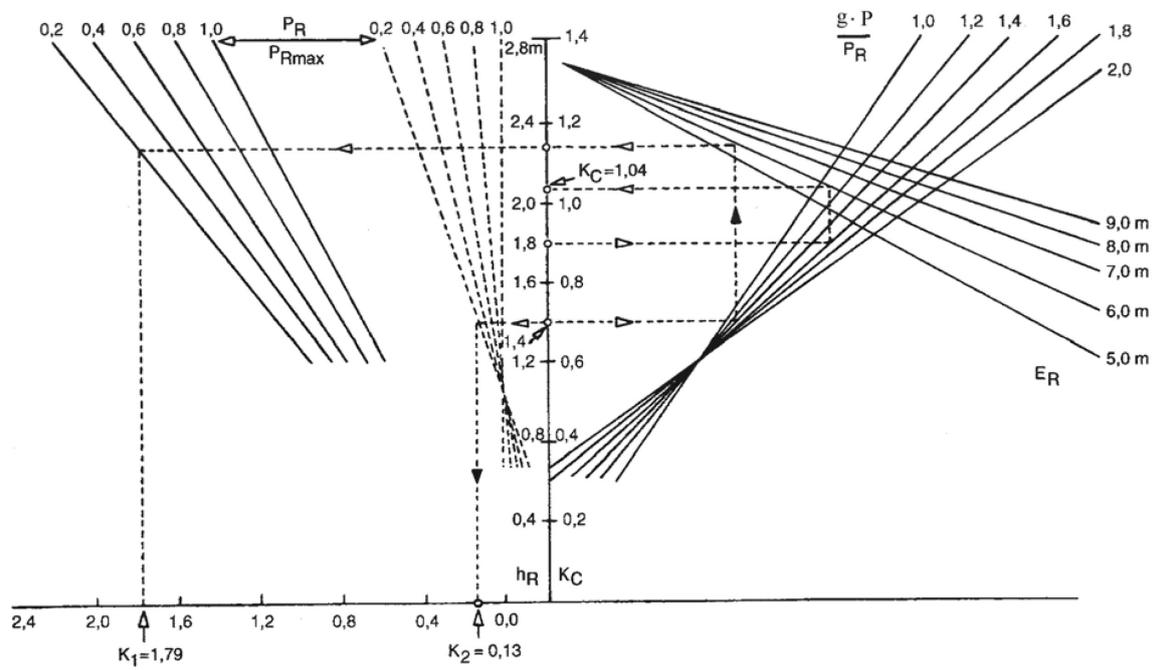


Nota: La relación entre el coeficiente de frenado T_R/P_R y la presión del conducto de control en las condiciones con y sin carga se determinará como sigue:

Los factores K_c (con carga) y K_v (sin carga) se obtienen tomando como referencia el diagrama 4B. Para determinar las áreas que corresponden a las condiciones con y sin carga, los valores de las ordenadas de los límites superior e inferior del área rayada del diagrama 4A se multiplican, respectivamente, por los factores K_c y K_v .

Diagrama 4B

(véase el punto 4 y el diagrama 4A del presente anexo)



NOTA EXPLICATIVA SOBRE EL USO DEL DIAGRAMA 4B

1. Fórmula de la que se deriva el diagrama 4 B:

$$K = \left[1,7 - \frac{0,7P_R}{P_{Rmax}} \right] \left[1,35 - \frac{0,96}{E_R} \left(1,0 + (h_R - 1,2) \frac{g \cdot P}{P_R} \right) \right] - \left[1,0 - \frac{P_R}{P_{Rmax}} \right] \left[\frac{h_R - 1,0}{2,5} \right]$$

2. Descripción del método de empleo con un ejemplo práctico:
- 2.1. Las líneas discontinuas del diagrama 4B se refieren a la determinación de los factores K_C y K_V para el vehículo siguiente, siendo:

	Con carga	Sin carga
P	24 t (240 kN)	4,2 t (42 kN)
P_R	150 kN	30 kN
P_{Rmax}	150 kN	150 kN
h_R	1,8 m	1,4 m
E_R	6,0 m	6,0 m

En los puntos siguientes, las cifras entre paréntesis únicamente se refieren al vehículo utilizado para ilustrar el método de empleo del diagrama 4B.

- 2.2. Cálculo de las razones:

- a) $\left[\frac{g \cdot P}{P_R} \right]$ con carga (= 1,6)
- b) $\left[\frac{g \cdot P}{P_R} \right]$ sin carga (= 1,4)
- c) $\left[\frac{P_R}{P_{Rmax}} \right]$ sin carga (= 0,2)

- 2.3. Determinación del factor de corrección con carga K_C :

- a) Partir del valor h_R adecuado ($h_R = 1,8$ m)
- b) Ir horizontalmente a la línea $g \cdot P/P_R$ adecuada ($g \cdot P/P_R = 1,6$)
- c) Ir verticalmente a la línea E_R adecuada ($E_R = 6,0$ m)
- d) Ir horizontalmente a la escala K_C : K_C es el factor de corrección con carga exigido ($K_C = 1,04$)

- 2.4. Determinación del factor de corrección sin carga K_V :

- 2.4.1. Determinación del factor K_2 :

- a) Partir del valor h_R adecuado ($h_R = 1,4$ m)
- b) Ir horizontalmente a la línea P_R/P_{Rmax} adecuada en el grupo de curvas más próximo al eje vertical ($P_R/P_{Rmax} = 0,2$)
- c) Ir verticalmente al eje horizontal y anotar el valor de K_2 ($K_2 = 0,13$)

2.4.2. Determinación del factor K_1 :

- Partir del valor h_R adecuado ($h_R = 1,4$ m)
- Ir horizontalmente a la línea $g \cdot P/P_R$ adecuada ($g \cdot P/P_R = 1,4$)
- Ir verticalmente a la línea E_R adecuada ($E_R = 6,0$ m)
- Ir horizontalmente a la línea P_R/P_{Rmax} adecuada en el grupo de curvas más alejado del eje vertical ($P_R/P_{Rmax} = 0,2$)
- Ir verticalmente al eje horizontal y anotar el valor de K_1 ($K_1 = 1,79$)

2.4.3. Determinación del factor K_V :

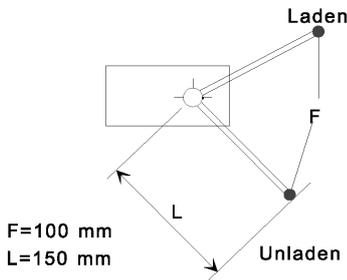
El factor de corrección K_V sin carga se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$K_V = K_1 - K_2 \cdot (K_V = 1,66)$$

Diagrama 5

Sensor de carga del freno

(véase el punto 7.4 del presente anexo)

Datos de control	Carga del vehículo	Carga del eje nº 2 en el suelo [daN]	Presión de entrada	Presión nominal de salida [kPa]
 <p>F=100 mm L=150 mm</p> <p>Laden = Con carga Unladen = Sin carga</p>	Con carga	10 000	600	600
	Sin carga	1 500	600	240

ANEXO 11

Casos en los que no es necesario realizar los ensayos de tipo I, de tipo II (o IIA) o de tipo III

1. No será necesario efectuar los ensayos de tipo I, II (o IIA) o III en vehículos presentados a homologación en los casos que se exponen a continuación.
 - 1.1. El vehículo en cuestión es un vehículo de motor o un remolque que, por lo que se refiere a los neumáticos, la energía de frenado absorbida por cada eje y el modo de instalación de los neumáticos y de ensamblaje de los frenos, es idéntico, con respecto al frenado, a un vehículo de motor o un remolque que:
 - 1.1.1. ha superado el ensayo de tipo I, II (o IIA) o III, y
 - 1.1.2. ha sido homologado, en lo que se refiere a la energía de frenado absorbida, para una masa por eje no inferior a la del vehículo en cuestión.
 - 1.2. El vehículo en cuestión es un vehículo de motor o un remolque cuyos ejes, por lo que se refiere a los neumáticos, la energía de frenado absorbida por cada eje y el modo de instalación de los neumáticos y de ensamblaje de los frenos, son idénticos, con respecto al frenado, a ejes que han superado el ensayo de tipo I, II (o IIA) o III para masas por eje no inferiores a las del vehículo en cuestión, a condición de que la energía de frenado absorbida por eje no sea superior a la energía absorbida por eje en los ensayos de referencia realizados con el eje concreto.
 - 1.3. El vehículo en cuestión está equipado con un sistema de frenado de resistencia, distinto al freno del motor, idéntico a un sistema de frenado de resistencia que ya ha sido ensayado en las condiciones siguientes:
 - 1.3.1. en un ensayo realizado en una pendiente mínima del 6 % (ensayo de tipo II) o del 7 % (ensayo de tipo IIA), el sistema de frenado de resistencia habrá estabilizado por sí solo un vehículo cuya masa máxima en el momento del ensayo no era inferior a la masa máxima del vehículo presentado a homologación;
 - 1.3.2. en el ensayo mencionado deberá verificarse que la velocidad de rotación de las piezas giratorias del sistema de frenado de resistencia, cuando el vehículo presentado a homologación alcanza una velocidad en carretera de 30 km/h, es tal, que el par de ralentización no es inferior al del ensayo del anterior punto 1.3.1.
 - 1.4. El vehículo en cuestión es un remolque equipado con frenos neumáticos de leva en S o de disco ⁽¹⁾ que cumple los requisitos de verificación del apéndice 2 del presente anexo relativos al cotejo de las características con las características expuestas en el acta de ensayo del eje de referencia conforme al modelo del apéndice 3 de este anexo.
2. El adjetivo «idéntico» empleado en los anteriores puntos 1.1, 1.2 y 1.3 significa idéntico en cuanto a las características geométricas y mecánicas y a los materiales de los componentes del vehículo mencionados en esos puntos.
3. Cuando se apliquen los requisitos anteriores, la comunicación sobre la homologación (anexo 2) deberá incluir los siguientes elementos:
 - 3.1. en el caso al que se refiere el punto 1.1, deberá consignarse el número de homologación del vehículo sometido al ensayo de tipo I, II (o IIA) o III;
 - 3.2. en el caso al que se refiere el punto 1.2, deberá rellenarse el cuadro I del apéndice 1 del presente anexo;
 - 3.3. en el caso al que se refiere el punto 1.3, deberá rellenarse el cuadro II del apéndice 1 del presente anexo;
 - 3.4. si es aplicable el punto 1.4, deberá rellenarse el cuadro III del apéndice 1 del presente anexo.
4. Cuando un solicitante de homologación de un país que sea parte en el Acuerdo y aplique el presente Reglamento se refiera a una homologación concedida en otro país que también sea parte en el Acuerdo y aplique el presente Reglamento deberá presentar la documentación relativa a dicha homologación.

⁽¹⁾ Podrán homologarse frenos de diseño distinto si se facilita información equivalente.

APÉNDICE 1

Cuadro I

	Ejes del vehículo			Ejes de referencia		
	Masa por eje ⁽¹⁾	Fuerza de frenado requerida en las ruedas	Velocidad	Masa por eje ⁽¹⁾	Fuerza de frenado desarrollada en las ruedas	Velocidad
	kg	N	Km/h	kg	N	km/h
Eje 1						
Eje 2						
Eje 3						
Eje 4						

⁽¹⁾ Masa máxima técnicamente admisible por eje.

Cuadro II

Masa total del vehículo presentado a homologación	kg
Fuerza de frenado requerida en las ruedas	N
Par de ralentización requerido en el árbol principal del sistema de frenado de resistencia	Nm
Par de ralentización obtenido en el árbol principal del sistema de frenado de resistencia (según el diagrama)	Nm

Cuadro III

EJE DE REFERENCIA ACTA N° Fecha			
(copia adjunta)			
	Tipo I		Tipo III
Fuerza de freno por eje (N) (véase el punto 4.2.1 del apéndice 2)			
Eje 1	$T_1 = \dots\dots\dots \% P_e$ ⁽¹⁾		$T_1 = \dots\dots\dots \% P_e$
Eje 2	$T_2 = \dots\dots\dots \% P_e$		$T_2 = \dots\dots\dots \% P_e$
Eje 2	$T_3 = \dots\dots\dots \% P_e$		$T_3 = \dots\dots\dots \% P_e$
Carrera estimada del accionador (mm) (véase el punto 4.3.1.1 del apéndice 2)			
Eje 1	$S_1 = \dots\dots\dots$		$s_1 = \dots\dots\dots$
Eje 2	$S_2 = \dots\dots\dots$		$s_2 = \dots\dots\dots$
Eje 3	$S_3 = \dots\dots\dots$		$s_3 = \dots\dots\dots$
Empuje medio generado (N) (véase el punto 4.3.1.2 del apéndice 2)			
Eje 1	$Th_{A1} = \dots\dots\dots$		$Th_{A1} = \dots\dots\dots$
Eje 2	$Th_{A2} = \dots\dots\dots$		$Th_{A2} = \dots\dots\dots$
Eje 3	$Th_{A3} = \dots\dots\dots$		$Th_{A3} = \dots\dots\dots$
Rendimiento de frenado (N) (véase el punto 4.3.1.4 del apéndice 2)			
Eje 1	$T_1 = \dots\dots\dots$		$T_1 = \dots\dots\dots$
Eje 2	$T_2 = \dots\dots\dots$		$T_2 = \dots\dots\dots$
Eje 3	$T_3 = \dots\dots\dots$		$T_3 = \dots\dots\dots$
	Resultado del ensayo de tipo 0 del remolque ana- lizado (E)	Tipo I en caliente (estimado)	Tipo III en caliente (estimado)
Rendimiento de frenado del vehículo (véase el punto 4.3.2 del apéndice 2)			
Requisitos de frenado en caliente (véanse los puntos 1.5.3, 1.6.3 y 1.7.2 del anexo 4)		$\geq 0,36$ y $\geq 0,60 E$	$\geq 0,40$ y $\geq 0,60 E$

(1) P_e es la reacción estática perpendicular de la superficie de la calzada sobre el correspondiente eje de referencia.

APÉNDICE 2

Procedimientos alternativos para los ensayos de tipo I y de tipo III de los frenos de remolque

1. GENERALIDADES
 - 1.1. Con arreglo al punto 1.4 del presente anexo, para la homologación de tipo del vehículo no será necesario efectuar el ensayo de tipo I o de tipo III si los componentes del sistema de frenado cumplen los requisitos de este apéndice y si el rendimiento estimado de frenado resultante satisface los requisitos del presente Reglamento en relación con la categoría de vehículos correspondiente.
 - 1.2. Se considerará que los ensayos efectuados con arreglo a los métodos descritos en el presente apéndice satisfacen los requisitos señalados.
 - 1.2.1. Se considera igualmente que los ensayos realizados de acuerdo con el punto 3.5.1 de este apéndice desde el suplemento 7 de la serie 09 de enmiendas inclusive, con resultados positivos, cumplen las disposiciones del punto 3.5.1 de este apéndice en su versión modificada en último lugar. Si se recurre a este procedimiento alternativo, el acta de ensayo deberá hacer referencia al acta de ensayo original de la que se toman los resultados de los ensayos para el acta nueva actualizada. Sin embargo, tendrán que llevarse a cabo nuevos ensayos para comprobar si se cumplen los requisitos de la versión del presente Reglamento modificada en último lugar.
 - 1.3. Los ensayos realizados conforme al punto 3.6 de este apéndice y los resultados consignados en la sección 2 del apéndice 3 o el apéndice 4 podrán aceptarse como prueba de que se cumplen los requisitos del punto 5.2.2.8.1 del presente Reglamento.
 - 1.4. Antes de proceder al ensayo de tipo III, los frenos deberán ajustarse siguiendo los procedimientos expuestos a continuación.
 - 1.4.1. Si se trata de remolques con frenos neumáticos, el ajuste de los frenos deberá hacerse de modo que pueda funcionar el dispositivo de ajuste automático. Para ello, la carrera del accionador deberá ajustarse como sigue:

$$s_0 \geq 1,1 \times s_{re-adjust}$$
 (el límite superior no deberá sobrepasar el valor recomendado por el fabricante)

donde:

$s_{re-adjust}$ es la carrera de reajuste, según la especificación del fabricante, del dispositivo de ajuste automático del freno, es decir, la carrera donde empieza a reajustar la holgura del freno con una presión del accionador de 100 kPa.

Cuando se convenga con el servicio técnico en que no resulta práctico medir la carrera del accionador, se acordará con él el ajuste inicial.

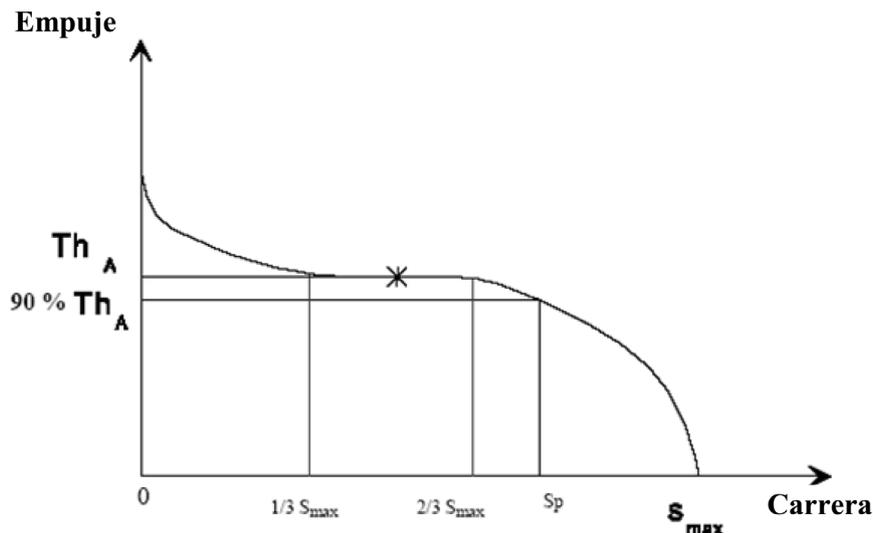
Partiendo de la situación descrita, se accionará el freno cincuenta veces seguidas con una presión del accionador de 200 kPa. A continuación se frenará una sola vez con una presión del accionador ≥ 650 kPa.
 - 1.4.2. Con respecto a los remolques equipados con frenos de disco hidráulicos, no se consideran necesarios requisitos de ajuste.
 - 1.4.3. En el caso de remolques con frenos de tambor hidráulicos, el ajuste de los frenos será el que especifique el fabricante.
- 1.5. Si se trata de remolques equipados con dispositivos de ajuste automático de los frenos, tal ajuste se efectuará, antes de proceder al ensayo de tipo I, siguiendo el procedimiento establecido en el anterior punto 1.4.

2. SÍMBOLOS Y DEFINICIONES

- P = reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje en condiciones estáticas
- C = par de entrada del freno
- C_{max} = par de entrada máximo admisible del freno
- C_O = par umbral de entrada del freno, es decir, el par de entrada mínimo necesario para producir un par de salida mensurable
- R = radio de rodadura (dinámico) del neumático
- T = fuerza de freno en la zona de contacto entre el neumático y la calzada
- M = par de freno = T · R

- z = coeficiente de frenado = T/P o M/RP
 s = carrera del accionador (carrera útil y carrera en vacío)
 s_p = véase el anexo 19, apéndice 7
 T_{hA} = véase el anexo 19, apéndice 7
 l = longitud de la palanca
 r = radio de los tambores de freno
 P = presión de accionamiento del freno

Nota: Los símbolos del freno de referencia deberán llevar el sufijo «e».



3. MÉTODOS DE ENSAYO

3.1. Ensayos en pista

3.1.1. Los ensayos de rendimiento de los frenos deberán efectuarse preferentemente en un solo eje.

3.1.2. Los resultados de los ensayos realizados en un conjunto de ejes podrán utilizarse con arreglo al punto 1.1 de este anexo siempre que cada eje proporcione la misma energía de frenado en los ensayos de desaceleración y de frenos en caliente.

3.1.2.1. Esta condición se cumplirá si las características que se indican a continuación son idénticas en todos los ejes: geometría de los frenos, forros, montaje de las ruedas, neumáticos, accionamiento y distribución de la presión en los accionadores.

3.1.2.2. El resultado documentado de un conjunto de ejes será la media correspondiente al número de ejes, como si se hubiera utilizado un solo eje.

3.1.3. Los ejes deberían someterse, preferentemente, a la carga estática máxima por eje, aunque esta condición no es indispensable si en los ensayos se tiene debidamente en cuenta la diferente resistencia a la rodadura según varía la carga sobre los ejes objeto de ensayo.

3.1.4. Deberá tenerse en cuenta el incremento de la resistencia a la rodadura que conlleva la utilización de un conjunto de vehículos para efectuar los ensayos.

3.1.5. Los ensayos deberán realizarse a la velocidad inicial prescrita. La velocidad final se calculará por medio de la fórmula siguiente:

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{P_0 + P_1}{P_0 + P_1 + P_2}}$$

donde:

v_1 = velocidad inicial (km/h)

v_2 = velocidad final (km/h)

- P_0 = masa del vehículo tractor (kg) en las condiciones de ensayo
 P_1 = parte de la masa del remolque soportada por los ejes sin frenos (kg)
 P_2 = parte de la masa del remolque soportada por los ejes con frenos (kg)

3.2. Ensayos con dinamómetro de inercia

- 3.2.1. La máquina de ensayos deberá tener una inercia rotatoria que simule la parte de la inercia lineal de la masa del vehículo soportada por una rueda, como exigen los ensayos de rendimiento en frío y rendimiento en caliente, y deberá ser capaz de funcionar a velocidad constante de cara al ensayo que se describe en los puntos 3.5.2 y 3.5.3 de este apéndice.
- 3.2.2. El ensayo deberá realizarse con una rueda completa, incluido el neumático, montada en la parte móvil del freno tal como lo estaría en el vehículo. La masa de inercia podrá conectarse al freno bien directamente, bien a través de los neumáticos y las ruedas.
- 3.2.3. En las fases de calentamiento podrá utilizarse refrigeración por aire a una velocidad y en un sentido de flujo que simule las condiciones reales, siendo la velocidad del flujo de aire:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

El aire de refrigeración deberá estar a la temperatura ambiente.

- 3.2.4. Si la resistencia a la rodadura del neumático no se compensa de forma automática en el ensayo, el par aplicado al freno deberá modificarse sustrayendo un par equivalente a un coeficiente de resistencia a la rodadura de 0,01.

3.3. Ensayos con dinamómetro en calzada rodante

- 3.3.1. El eje debería cargarse, preferentemente, con su masa estática máxima, aunque esta condición no es indispensable si en los ensayos se tiene debidamente en cuenta la diferente resistencia a la rodadura según varía la masa sobre el eje objeto de ensayo.
- 3.3.2. En las fases de calentamiento podrá utilizarse refrigeración por aire a una velocidad y en un sentido de flujo que simule las condiciones reales, siendo la velocidad del flujo de aire:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

donde:

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

El aire de refrigeración deberá estar a la temperatura ambiente.

- 3.3.3. El tiempo de frenado deberá ser de 1 s después de un tiempo máximo de incremento de 0,6 s.

3.4. Condiciones de ensayo

- 3.4.1. Los frenos sometidos a ensayo deberán estar provistos de los instrumentos necesarios para poder efectuar las mediciones que se indican a continuación:
- 3.4.1.1. un registro continuo para poder determinar el par o la fuerza de freno en la periferia del neumático;
- 3.4.1.2. un registro continuo de la presión del aire en el accionador del freno;
- 3.4.1.3. la velocidad del vehículo durante el ensayo;
- 3.4.1.4. la temperatura inicial de la cara exterior del tambor o el disco de freno;
- 3.4.1.5. la carrera del accionador del freno utilizada en los ensayos de tipo 0 y I o III.

3.5. Procedimientos de ensayo

3.5.1. Ensayo complementario de rendimiento en frío

El freno se preparará conforme al punto 4.4.2 del anexo 19.

En caso de que el factor del freno B_F y el par umbral del freno se hayan verificado conforme al punto 4.4.3 del anexo 19, el procedimiento de asentamiento del ensayo complementario de rendimiento en frío deberá ser idéntico al empleado para la verificación conforme al citado punto.

Los ensayos de rendimiento en frío podrán realizarse tras la verificación del factor del freno B_F conforme al punto 4 del anexo 19.

Asimismo, los dos ensayos de pérdida de eficacia, el de tipo I y el de tipo III, podrán realizarse uno después del otro.

Algunas de las aplicaciones de los frenos conforme al punto 4.4.2.6 del anexo 19 podrán efectuarse entre los ensayos de pérdida de eficacia y entre la verificación y los ensayos de rendimiento en frío. El número de aplicaciones será el indicado por el fabricante de los frenos.

3.5.1.1. Este ensayo se efectuará a una velocidad inicial de 40 km/h, en el ensayo de tipo I, y de 60 km/h, en el ensayo de tipo III, para evaluar el rendimiento de frenado en caliente al término de estos dos tipos de ensayos. El ensayo de pérdida de eficacia de tipo I o de tipo III deben llevarse a cabo inmediatamente después del ensayo de rendimiento en frío.

3.5.1.2. Se frenará tres veces con la misma presión (p), a una velocidad inicial equivalente a 40 km/h (en el caso del ensayo de tipo I) o a 60 km/h (en el caso del ensayo de tipo III) y a una temperatura inicial de frenado aproximadamente igual que no supere los 100 °C, medida en la superficie exterior de los tambores o discos. Deberá frenarse con la presión del accionador necesaria para obtener un par o una fuerza de freno equivalente a un coeficiente de frenado (z) del 50 % como mínimo. La presión del accionador no deberá ser superior a 650 kPa y el par de entrada del freno (C) no deberá exceder del par de entrada máximo admisible (C_{max}). El rendimiento en frío será la media de los tres resultados obtenidos.

3.5.2. Ensayo de pérdida de eficacia (ensayo de tipo I)

3.5.2.1. Este ensayo se realizará a una velocidad equivalente a 40 km/h y a una temperatura inicial del freno no superior a 100 °C, medida en la superficie exterior del tambor o el disco.

3.5.2.2. Deberá mantenerse un coeficiente de frenado del 7 %, incluida la resistencia a la rodadura (véase el punto 3.2.4 de este apéndice).

3.5.2.3. El ensayo se llevará a cabo durante 2 min y 33 s o a lo largo de 1,7 km, a una velocidad de 40 km/h. Si no es posible alcanzar la velocidad de ensayo, podrá aumentarse la duración del ensayo conforme al punto 1.5.2.2 del anexo 4.

3.5.2.4. Como máximo 60 s después de finalizado el ensayo de tipo I se efectuará un ensayo de rendimiento en caliente con arreglo al punto 1.5.3 del anexo 4, a una velocidad inicial equivalente a 40 km/h. La presión del accionador del freno será la utilizada en el ensayo de tipo 0.

3.5.3. Ensayo de pérdida de eficacia (ensayo de tipo III)

3.5.3.1. Métodos de ensayo con frenados repetidos

3.5.3.1.1. Ensayos en pista (véase el anexo 4, punto 1.7)

3.5.3.1.2. Ensayo con dinamómetro de inercia

En el caso del ensayo en banco de pruebas conforme al anexo 11, apéndice 2, punto 3.2, las condiciones podrán ser las del ensayo en carretera con arreglo al punto 1.7.1, siendo:

$$v_2 = \frac{v_1}{2}$$

3.5.3.1.3. Ensayo con dinamómetro en calzada rodante

En el caso del ensayo en banco de pruebas conforme al anexo 11, apéndice 2, punto 3.3, las condiciones serán las siguientes:

Número de aplicaciones del freno	20
Duración del ciclo de frenado (tiempo de frenado de 25 s y tiempo de recuperación de 35 s)	60 s
Velocidad de ensayo	30 km/h
Coefficiente de frenado	0,06
Resistencia a la rodadura	0,01

3.5.3.2. Como máximo 60 s después de finalizado el ensayo de tipo III se efectuará un ensayo de rendimiento en caliente con arreglo al punto 1.7.2 del anexo 4. La presión del accionador del freno será la utilizada en el ensayo de tipo 0.

3.6. Requisitos de rendimiento aplicables a los dispositivos de ajuste automático de los frenos

3.6.1. Los siguientes requisitos se aplicarán a los dispositivos de ajuste automático que estén instalados en los frenos, cuyo rendimiento se verificará de acuerdo con lo dispuesto en el presente apéndice.

Al término de los ensayos mencionados en los puntos 3.5.2.4 (ensayo de tipo I) o 3.5.3.2 (ensayo de tipo III) de este apéndice, deberá verificarse el cumplimiento de los requisitos del punto 3.6.3.

3.6.2. Los siguientes requisitos se aplicarán a los dispositivos alternativos de ajuste automático instalados en frenos para los que ya exista un acta de ensayo conforme al apéndice 3.

3.6.2.1. Rendimiento de los frenos

Tras calentar los frenos siguiendo los procedimientos descritos en los puntos 3.5.2 (ensayo de tipo I) o 3.5.3 (ensayo de tipo III), según proceda, será de aplicación una de las siguientes disposiciones:

- el rendimiento en caliente del sistema de frenado de servicio deberá ser $\geq 80\%$ del rendimiento prescrito para el ensayo de tipo 0; o
- la presión del accionador del freno será la utilizada en el ensayo de tipo 0; a esta presión deberá medirse la carrera total del accionador (s_A), que deberá ser $\leq 0,9 s_p$, valor de la cámara de freno.

s_p = La carrera efectiva es aquella con la que el empuje generado equivale al 90 % del empuje medio (Th_A) —véase el punto 2 del apéndice 2 del anexo 11.

3.6.2.2. Al término de los ensayos indicados en el punto 3.6.2.1 deberán verificarse los requisitos del punto 3.6.3.

3.6.3. Ensayo de marcha libre

Finalizados los ensayos descritos en los puntos 3.6.1 o 3.6.2, según proceda, se dejarán enfriar los frenos a una temperatura que represente la de un freno frío (es decir, $\leq 100^\circ\text{C}$), y convendría verificar que el remolque o las ruedas pueden rodar libremente, comprobando una de las siguientes condiciones:

- las ruedas giran libremente (es decir, pueden hacerse girar con la mano);
- cuando el remolque circula a una velocidad constante $v = 60$ km/h sin aplicar los frenos, la temperatura asintótica no supera un incremento de la temperatura de los tambores o los discos de 80°C , considerándose aceptable este par de frenado residual.

3.7. Acta de ensayo

3.7.1. El resultado de los ensayos efectuados con arreglo a los puntos 3.5 y 3.6.1 de este apéndice deberá consignarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 3 del presente anexo.

3.7.2. El freno y el eje deberán llevar la correspondiente identificación. Deberán marcarse en el eje los datos relativos a los frenos, al propio eje y a la masa técnicamente admisible, así como el número de la correspondiente acta de ensayo conforme al apéndice 3.

3.7.3. En el caso de un freno provisto de un dispositivo alternativo de ajuste automático, los resultados de los ensayos efectuados con arreglo al punto 3.6.2 de este apéndice deberán consignarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 4 del presente anexo.

4. VERIFICACIÓN

4.1. Verificación de los componentes

La especificación de los frenos del vehículo presentado a homologación de tipo deberá verificarse para comprobar que cumple cada uno de los criterios siguientes:

Elemento	Criterios
4.1.1. a) Sección cilíndrica del tambor de freno b) Material del tambor o el disco de freno c) Masa del tambor o el disco de freno	No se permiten variaciones No se permiten variaciones Puede aumentar hasta un 20 % con respecto a la masa de referencia del tambor o el disco.
4.1.2. a) Proximidad de la rueda a la superficie exterior del tambor o el diámetro exterior del disco (dimensión E) b) Parte del tambor o el disco de freno no cubierta por la rueda (dimensión F)	El servicio técnico que realice los ensayos determinará las tolerancias.
4.1.3. a) Material de los forros o las pastillas de freno b) Anchura de los forros o las pastillas de freno c) Espesor de los forros o las pastillas de freno d) Superficie real de los forros o las pastillas de freno e) Método de fijación de los forros o las pastillas de freno	} No se permiten variaciones
4.1.4. Geometría de los frenos (como en la figura 2A o 2B del apéndice 3, según proceda)	No se permiten variaciones
4.1.5. Radio de rodadura del neumático (R)	Puede variar si se cumplen los requisitos del punto 4.3.1.4 del presente apéndice
4.1.6. a) Empuje medio (TH_A) b) Carrera de accionamiento (s) c) Longitud de la palanca de accionamiento (l) d) Presión de accionamiento (p)	Puede variar si el rendimiento estimado cumple los requisitos del punto 4.3 del presente apéndice
4.1.7. Masa estática (P)	P no deberá ser superior a P_e (véase el punto 2)

4.2. Verificación de la energía de frenado absorbida

4.2.1. Las fuerzas de freno (T) de cada freno considerado (con la misma presión p_m en el conducto de control) necesarias para producir la fuerza de desaceleración que se requiere para satisfacer las condiciones de los ensayos de tipo I y de tipo III no deberán superar los valores T_e indicados en el anexo 11, apéndice 3, puntos 2.1 y 2.2, que sirvieron de base para el ensayo del freno de referencia.

4.3. Verificación del rendimiento en caliente

4.3.1. La fuerza de freno (T) de cada freno considerado, con una presión determinada (p) en los accionadores y con la presión (p_m) en el conducto de control empleada en el ensayo de tipo 0 del remolque en cuestión, se determinará como sigue:

4.3.1.1. La carrera estimada del accionador (s) del freno considerado se calculará del siguiente modo:

$$s = l \cdot \frac{S_e}{l_e}$$

Este valor no deberá ser mayor que s_p , habiendo sido el valor de s_p verificado y consignado siguiendo el procedimiento descrito en el punto 2 del anexo 19 y pudiendo aplicarse únicamente con el intervalo de presiones indicado en el punto 3.3.1 del acta de ensayo conforme al apéndice 1 del citado anexo 19.

4.3.1.2. Se medirá el empuje medio (Th_A) del accionador del freno considerado a la presión señalada en el punto 4.3.1.

4.3.1.3. El par de entrada del freno (C) se calculará como sigue:

$$C = Th_A \cdot l$$

C no deberá ser mayor que C_{max} .

4.3.1.4. El rendimiento estimado del freno considerado viene dado por la fórmula:

$$T = (T_e - 0,01 \cdot P_e) \frac{(C - C_o)}{(C_e - C_{oe})} \cdot \frac{R_e}{R} + 0,01 \cdot P$$

R no deberá ser inferior a $0,8 R_e$.

4.3.2. El rendimiento estimado del freno del remolque considerado viene dado por la fórmula:

$$\frac{T_R}{F_R} = \frac{\Sigma T}{\Sigma F}$$

4.3.3. Los rendimientos en caliente tras los ensayos de tipo I o de tipo III deberán determinarse con arreglo a los puntos 4.3.1.1 a 4.3.1.4. Las estimaciones resultantes del cálculo según el punto 4.3.2 deberán cumplir los requisitos del presente Reglamento en lo que concierne al remolque considerado. El valor empleado para:

«la cifra registrada en el ensayo de tipo 0 según se prescribe en el punto 1.5.3 o 1.7.2 del anexo 4»

deberá ser la cifra registrada en el ensayo de tipo 0 del remolque en cuestión.

APÉNDICE 3

Modelo de acta de ensayo según lo prescrito en los puntos 3.7.1 y 3.7.2 del apéndice 2 del presente anexo

ACTA DE ENSAYO Nº

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Eje:

Fabricante (nombre y dirección)

Marca

Tipo

Modelo

Carga técnicamente admisible por eje (P_e)daN

1.2. Freno:

Fabricante (nombre y dirección)

Marca

Tipo

Modelo

Par de entrada del freno técnicamente admisible C_{max}

Dispositivo de ajuste automático: integrado/no integrado (1)

Tambor o disco de freno (1)

Diámetro interior del tambor o diámetro exterior del disco (1)

Radio efectivo

Espesor (2)

Masa

Material

Forro o pastilla de freno (1)

Fabricante

Tipo

Identificación (deberá ser visible con el forro o la pastilla montados en la zapata de freno o el plato de apoyo)

Anchura

Espesor

Superficie

Método de fijación

Geometría del freno; adjuntar un dibujo acotado conforme a:

la figura 2A del presente apéndice, en el caso de frenos de tambor

la figura 2B del presente apéndice, en el caso de frenos de disco

1.3. Ruedas:

Sencillas/Gemelas (1)

Diámetro de la llanta (D)

(Adjuntar un dibujo acotado conforme a la figura 1A o 1B de este apéndice, según proceda)

1.4. Neumáticos:

Radio de rodadura de referencia (R_e) con la reacción de referencia (P_e)

1.5. Accionadores:

Fabricante

Tipo (cilindro/diafragma) (1)

Modelo
 Longitud de la palanca (l_e)

1.6. Dispositivo de ajuste automático del freno (no aplicable si se trata de un dispositivo integrado) ⁽³⁾

Fabricante (nombre y dirección)
 Marca
 Tipo
 Versión

2. REGISTRO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

(corregidos para tener en cuenta una resistencia a la rodadura de $0,01 \cdot P_e$)

Ensayo en pista/Ensayo con dinamómetro de inercia/Ensayo con dinamómetro en calzada rodante ⁽¹⁾

2.1. En el caso de vehículos de las categorías O₂ y O₃:

Tipo de ensayo:		0	I	
Anexo 11, apéndice 2, punto:		3.5.1.2	3.5.2.2/3.5.2.3	3.5.2.4
Velocidad de ensayo	km/h	40	40	40
Presión del accionador del freno p_e	kPa	—	—	—
Tiempo de frenado	min	—	2,55	—
Fuerza de freno desarrollada T_e	N	—	—	—
Eficacia de frenado $T_e/9,81P_e$ (P_e en kg)	—	—	—	—
Carrera del accionador s_e	mm	—	—	—
Par de entrada del freno C_e	Nm	—	—	—
Par umbral de entrada del freno $C_{0,e}$	Nm	—	—	—

2.2. En el caso de vehículos de la categoría O₄:

Tipo de ensayo:		0	III	
Anexo 11, apéndice 2, punto:		3.5.1.2	3.5.3.1	3.5.3.2
Velocidad de ensayo, inicial	km/h	60	—	60
final	km/h	—	—	—
Presión del accionador del freno p_e	kPa	—	—	—
Número de aplicaciones del freno	—	—	20	—
Duración del ciclo de frenado	s	—	60	—
Fuerza de freno desarrollada T_e	N	—	—	—
Eficacia de frenado $T_e/9,81P_e$ (P_e en kg)	—	—	—	—
Carrera del accionador s_e	mm	—	—	—
Par de entrada del freno C_e	Nm	—	—	—
Par umbral de entrada del freno $C_{0,e}$	Nm	—	—	—

- 2.3. Este punto solo habrá que rellenarlo cuando el freno se haya sometido al procedimiento de ensayo descrito en el punto 4 del anexo 19 para verificar sus características de rendimiento en frío mediante el factor del freno (B_F), definiéndose este último como la razón de amplificación entrada/salida del freno.
- 2.3.1. Factor del freno B_F :
3. RENDIMIENTO DEL DISPOSITIVO DE AJUSTE AUTOMÁTICO DEL FRENO (en su caso)
- 3.1. Marcha libre según el anexo 11, apéndice 2, punto 3.6.3: sí/no ⁽¹⁾
4. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el apéndice 2 del anexo 11 y, en su caso, el punto 4 del anexo 19 del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie ... de enmiendas.
- Servicio técnico ⁽⁴⁾ que ha realizado el ensayo
- Firmado: Fecha:
5. Autoridad de homologación ⁽⁴⁾
- Firmado: Fecha:
6. Al término del ensayo descrito en el anexo 11, apéndice 2, punto 3.6 ⁽²⁾, se consideró que se cumplían/no se cumplían ⁽¹⁾ los requisitos del punto 5.2.2.8.1 del Reglamento n° 13
- Firmado: Fecha:

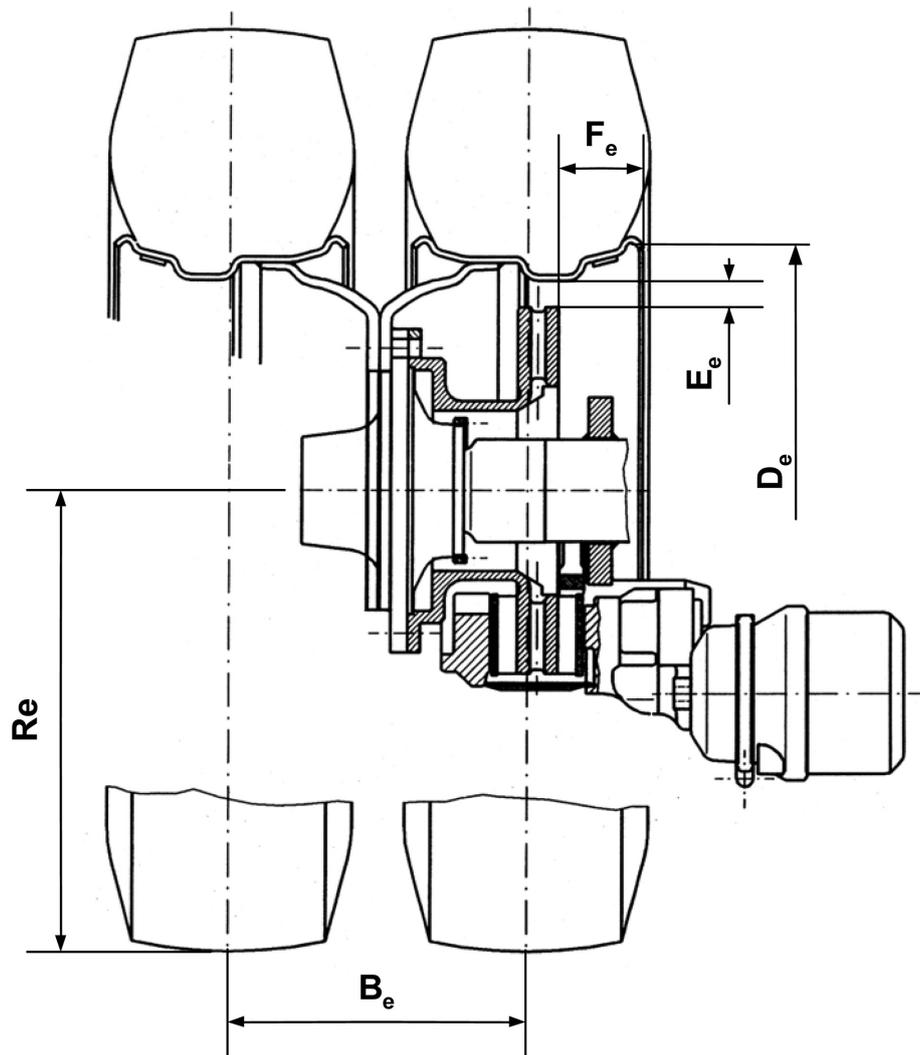
⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Solo se aplica a los frenos de disco.

⁽³⁾ Solo debe rellenarse cuando esté instalado un dispositivo de compensación automática del desgaste del freno.

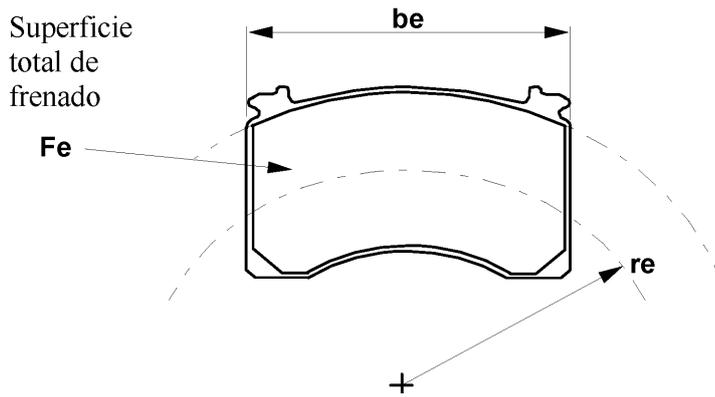
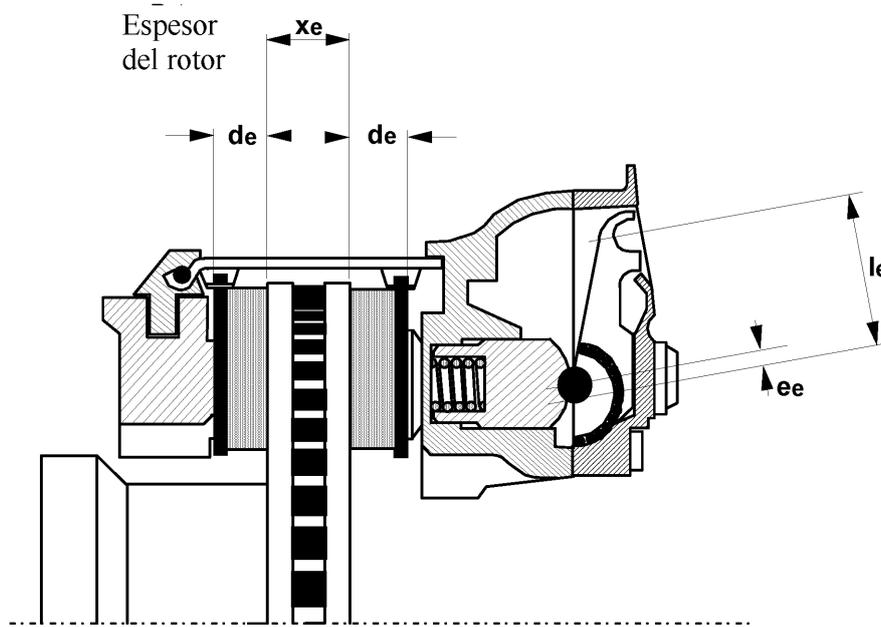
⁽⁴⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

Figura 1B



B_e (mm)	D_e (mm)	E_e (mm)	F_e (mm)	R_e (mm)

Figura 2B



l_e (mm)	e_e (mm)	d_e (mm)	x_e (mm)	r_e (mm)	b_e (mm)	F_e (cm ²)

APÉNDICE 4

Modelo de acta de ensayo para un dispositivo alternativo de ajuste automático del freno según lo prescrito en el punto 3.7.3 del apéndice 2 del presente anexo

ACTA DE ENSAYO N°

1. IDENTIFICACIÓN
 - 1.1. Eje:
 - Marca
 - Tipo
 - Modelo
 - Carga técnicamente admisible por eje (P_e)daN
 - Anexo 11, apéndice 3, acta de ensayo n°
 - 1.2. Freno:
 - Marca
 - Tipo
 - Modelo
 - Forro de freno
 - Marca/Tipo
 - 1.3. Accionamiento:
 - Fabricante
 - Tipo (cilindro/diafragma) ⁽¹⁾
 - Modelo
 - Longitud de la palanca (l)mm
 - 1.4. Dispositivo de ajuste automático del freno:
 - Fabricante (nombre y dirección)
 - Marca
 - Tipo
 - Versión
2. REGISTRO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
 - 2.1. Rendimiento del dispositivo de ajuste automático del freno
 - 2.1.1. Rendimiento en caliente de los sistemas de frenado de servicio determinado conforme al ensayo del anexo 11, apéndice 2, punto 3.6.2.1, letra a): %
o
Carrera del accionador s_A determinada conforme al ensayo del anexo 11, apéndice 2, punto 3.6.2.1, letra b): mm
 - 2.1.2. Marcha libre según el anexo 11, apéndice 2, punto 3.6.3: sí/no ⁽¹⁾
 3. Nombre del servicio técnico/autoridad de homologación de tipo ⁽¹⁾ que ha realizado el ensayo:
.....
 4. Fecha del ensayo:
 5. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el anexo 11, apéndice 2, punto 3.6.2, del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie de enmiendas.

6. Al término del ensayo mencionado en el punto 5 se consideró que los requisitos del punto 5.2.2.8.1 del Reglamento nº 13: se cumplían/no se cumplían ⁽¹⁾
7. Servicio técnico ⁽²⁾ que ha realizado el ensayo
Firmado: Fecha:
8. Autoridad de homologación ⁽²⁾
Firmado: Fecha:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

ANEXO 12

Condiciones de ensayo de vehículos equipados con sistemas de frenado de inercia

1. DISPOSICIONES GENERALES
 - 1.1. El sistema de frenado de inercia de un remolque está compuesto por el dispositivo de mando, la transmisión y los frenos de las ruedas, en adelante denominados «frenos».
 - 1.2. El dispositivo de mando es el conjunto de componentes integrados en el dispositivo de tracción (cabezal de acoplamiento).
 - 1.3. La transmisión es el conjunto de componentes comprendidos entre la parte final del cabezal de acoplamiento y la primera parte del freno.
 - 1.4. El «freno» es la parte en la que se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo. La primera parte del freno es, bien la palanca que acciona la leva del freno o componentes análogos (sistema de frenado de inercia con transmisión mecánica), bien el cilindro del freno (sistema de frenado de inercia con transmisión hidráulica).
 - 1.5. Los sistemas de frenado en los que la energía acumulada (por ejemplo, energía eléctrica, neumática o hidráulica) sea transmitida al remolque por el vehículo tractor y sea controlada únicamente por el empuje sobre el enganche no constituirán sistemas de frenado de inercia en el sentido del presente Reglamento.
 - 1.6. Ensayos
 - 1.6.1. Determinación de los componentes esenciales del freno.
 - 1.6.2. Determinación de los componentes esenciales del dispositivo de mando y verificación de la conformidad de este con las disposiciones del presente Reglamento.
 - 1.6.3. Comprobación en el vehículo:
 - a) de la compatibilidad del dispositivo de mando y el freno, y
 - b) de la transmisión.
2. SÍMBOLOS Y DEFINICIONES
 - 2.1. Unidades empleadas
 - 2.1.1. Masa: kg
 - 2.1.2. Fuerza: N
 - 2.1.3. Aceleración debida a la gravedad: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 - 2.1.4. Pares y momentos: Nm
 - 2.1.5. Superficies: cm^2
 - 2.1.6. Presiones: kPa
 - 2.1.7. Longitudes: unidad de medida especificada en cada caso
 - 2.2. Símbolos válidos para todo tipo de frenos (véase la figura 1 del apéndice 1 del presente anexo)
 - 2.2.1. G_A : «masa máxima» técnicamente admisible del remolque declarada por el fabricante.
 - 2.2.2. G'_A : «masa máxima» del remolque que puede frenarse con el dispositivo de mando, declarada por el fabricante.
 - 2.2.3. G_B : «masa máxima» del remolque que puede frenarse con todos los frenos del remolque actuando conjuntamente.
$$G_B = n \cdot G_{B0}$$
 - 2.2.4. G_{B0} : fracción de la «masa máxima» admisible del remolque que puede frenarse con un freno, declarada por el fabricante.
 - 2.2.5. B^* : fuerza de frenado necesaria.
 - 2.2.6. B : fuerza de frenado necesaria, teniendo en cuenta la resistencia a la rodadura.

- 2.2.7. D*: empuje admisible sobre el enganche.
- 2.2.8. D: empuje sobre el enganche.
- 2.2.9. P': fuerza generada por el dispositivo de mando.
- 2.2.10. K: fuerza complementaria del dispositivo de mando, representada convencionalmente por la fuerza D, correspondiente al punto de intersección con el eje de abscisas de la curva extrapolada que expresa P' en función de D, medida con el dispositivo a medio recorrido (véanse las figuras 2 y 3 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.2.11. K_A: umbral de fuerza del dispositivo de mando, es decir, el empuje máximo que puede aplicarse en el cabezal de acoplamiento durante un breve espacio de tiempo sin que el dispositivo de mando genere fuerza. El símbolo K_A se aplica convencionalmente a la fuerza medida cuando empieza a penetrar el cabezal de acoplamiento a una velocidad de 10-15 mm/s, estando la transmisión del dispositivo de mando desacoplada.
- 2.2.12. D₁: fuerza máxima aplicada al cabezal de acoplamiento cuando penetra a una velocidad de s mm/s ± 10 %, estando la transmisión desacoplada.
- 2.2.13. D₂: fuerza máxima aplicada al cabezal de acoplamiento cuando sale a una velocidad de s mm/s ± 10 % de la posición de máxima compresión, estando la transmisión desacoplada.
- 2.2.14. η_{H0}: eficacia del dispositivo de mando de inercia.
- 2.2.15. η_{H1}: eficacia del sistema de transmisión.
- 2.2.16. η_H: eficacia global del dispositivo de mando y la transmisión $\eta_H = \eta_{H0} \cdot \eta_{H1}$.
- 2.2.17. s: recorrido del mando, en milímetros.
- 2.2.18. s': recorrido efectivo (útil) del mando, en milímetros, determinado conforme al punto 9.4 del presente anexo.
- 2.2.19. s'': recorrido de reserva del cilindro maestro, medido en milímetros en el cabezal de acoplamiento.
- 2.2.19.1. s_{HZ}: carrera del cilindro maestro, en milímetros, conforme a la figura 8 del apéndice 1 del presente anexo.
- 2.2.19.2. s''_{HZ}: recorrido de reserva del cilindro maestro, en milímetros, en el vástago del pistón, conforme a la figura 8.
- 2.2.20. s₀: pérdida de recorrido, es decir, recorrido en milímetros del cabezal de acoplamiento cuando es accionado de modo que se mueve desde 300 mm por encima a 300 mm por debajo de la horizontal, permaneciendo la transmisión inmóvil.
- 2.2.21. 2s_B: carrera de la zapata de freno (recorrido de aplicación de la zapata de freno), en milímetros, medida en un diámetro paralelo al dispositivo de accionamiento, sin ajustar los frenos durante el ensayo.
- 2.2.22. 2s_B*: carrera mínima del centro de la zapata de freno (recorrido mínimo de accionamiento de la zapata de freno), en milímetros, en el caso de los frenos de rueda de tambor:

$$2s_B^* = 2,4 + \frac{4}{1\ 000} \cdot 2r$$

donde 2r es el diámetro del tambor de freno en milímetros (véase la figura 4 del apéndice 1 del presente anexo).

En el caso de los frenos de rueda de disco de transmisión hidráulica:

$$2s_B^* = 1,1 \cdot \frac{10 \cdot V_{60}}{F_{RZ}} + \frac{1}{1\ 000} \cdot 2r_A$$

donde:

V₆₀ = volumen de líquido absorbido por un freno de rueda a una presión correspondiente a una fuerza de frenado de 1,2 B* = 0,6 · G_{B0} y el radio máximo del neumático,

y

2r_A = diámetro exterior del disco de freno

(V₆₀ en cm³, F_{RZ} en cm² y r_A en milímetros)

- 2.2.23. M^* : par de frenado especificado por el fabricante en el punto 5 del apéndice 3. Este par de frenado deberá producir como mínimo la fuerza de frenado prescrita B^* .
- 2.2.23.1. M_T : par de frenado de ensayo en ausencia de protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.1).
- 2.2.24. R : radio de rodadura dinámico del neumático (m).
- 2.2.25. n : número de frenos.
- 2.2.26. M_T : par máximo de frenado resultante del recorrido máximo admisible s_f o el volumen de fluido máximo admisible V_f cuando el remolque se desplaza hacia atrás (incluida la resistencia a la rodadura = $0,01 \cdot g \cdot G_{B0}$).
- 2.2.27. s_f : recorrido máximo admisible en la palanca de mando del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás.
- 2.2.28. V_f : volumen de fluido máximo admisible absorbido por una rueda frenada cuando el remolque se desplaza hacia atrás.
- 2.3. Símbolos válidos para sistemas de frenado de transmisión mecánica (véase la figura 5 del apéndice 1 del presente anexo)
- 2.3.1. i_{Ho} : relación de desmultiplicación entre el recorrido del cabezal de acoplamiento y el recorrido de la palanca en el extremo de salida del dispositivo de mando.
- 2.3.2. i_{H1} : relación de desmultiplicación entre el recorrido de la palanca en el extremo de salida del dispositivo de mando y el recorrido de la palanca de freno (desmultiplicación de la transmisión).
- 2.3.3. i_H : relación de desmultiplicación entre el recorrido del cabezal de acoplamiento y el recorrido de la palanca de freno
- $$i_H = i_{Ho} \cdot i_{H1}$$
- 2.3.4. i_g : relación de desmultiplicación entre el recorrido de la palanca de freno y la carrera (recorrido de aplicación) del centro de la zapata (véase la figura 4 del presente anexo).
- 2.3.5. P : fuerza aplicada a la palanca de mando del freno; (véase la figura 4 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.3.6. P_o : fuerza de retracción del freno cuando el remolque se desplaza hacia delante; en el diagrama $M = f(P)$, es el valor de la fuerza P en el punto de intersección de la extrapolación de esta función con la abscisa (véase la figura 6 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.3.6.1. P_{or} : fuerza de retracción del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 6 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.3.7. P^* : fuerza ejercida sobre la palanca de mando del freno para producir la fuerza de frenado B^* .
- 2.3.8. P_T : fuerza de ensayo conforme al punto 6.2.1.
- 2.3.9. ρ : característica del freno cuando el remolque se desplaza hacia delante, definida con la fórmula:
- $$M = \rho (P - P_o)$$
- 2.3.9.1. ρ_r : característica del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás, definida con la fórmula:
- $$M_T = \rho_r (P_T - P_{or})$$
- 2.4. Símbolos válidos para sistemas de frenado de transmisión hidráulica (véase la figura 8 del apéndice 1 del presente anexo)
- 2.4.1. i_h : relación de desmultiplicación entre el recorrido de la cabeza de enganche y el recorrido del pistón del cilindro maestro.
- 2.4.2. i'_g : relación de desmultiplicación entre el recorrido del punto de empuje del cilindro y la carrera (recorrido de aplicación) del centro de la zapata de freno.
- 2.4.3. F_{RZ} : área del pistón de un cilindro de rueda con frenos de tambor; en el caso de frenos de disco, suma del área de los pistones de la pinza en uno de los lados del disco.
- 2.4.4. F_{HZ} : área del pistón del cilindro maestro.
- 2.4.5. p : presión hidráulica en el cilindro de freno.

- 2.4.6. p_o : presión de retracción del cilindro de freno cuando el remolque se desplaza hacia delante; en el diagrama $M = f(p)$, es el valor de la fuerza p en el punto de intersección de la extrapolación de esta función con la abscisa (véase la figura 7 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.4.6.1. p_{or} : presión de retracción del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 7 del apéndice 1 del presente anexo).
- 2.4.7. p^* : presión hidráulica en el cilindro de freno para producir la fuerza de frenado B^* .
- 2.4.8. p_T : presión de ensayo conforme al punto 6.2.1.
- 2.4.9. ρ' : característica del freno cuando el remolque se desplaza hacia delante, definida con la fórmula:

$$M = \rho' (p - p_o)$$

- 2.4.9.1. ρ'_r : característica del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás, definida con la fórmula:

$$M_r = \rho'_r (P_r - P_{or})$$

2.5. Símbolos relativos a los requisitos de frenado en relación con los protectores contra sobrecarga

- 2.5.1. D_{op} : fuerza de aplicación en el extremo de entrada del dispositivo de mando con la que se activa el protector contra sobrecargas.
- 2.5.2. M_{op} : par de freno con el que se activa el protector contra sobrecargas (declarado por el fabricante).
- 2.5.3. M_{Top} : par mínimo de frenado de ensayo en presencia de protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.2).
- 2.5.4. P_{op_min} : fuerza ejercida sobre el freno con la que se activa el protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.1).
- 2.5.5. P_{op_max} : fuerza máxima (cuando el cabezal de acoplamiento está totalmente introducido) ejercida sobre el freno por el protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.3).
- 2.5.6. p_{op_min} : presión aplicada sobre el freno con la que se activa el protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.1).
- 2.5.7. p_{op_max} : presión hidráulica máxima (cuando el cabezal de acoplamiento está totalmente introducido) aplicada sobre el accionador del freno por el protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.3).
- 2.5.8. P_{Top} : fuerza de freno de ensayo mínima en presencia de protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.2).
- 2.5.9. p_{Top} : presión de freno de ensayo mínima en presencia de protector contra sobrecargas (conforme al punto 6.2.2.2).

3. REQUISITOS GENERALES

- 3.1. La transmisión de la fuerza desde el cabezal de acoplamiento a los frenos del remolque deberá realizarse, bien mediante una conexión de varillas, bien por medio de uno o varios fluidos. Sin embargo, parte de la transmisión podrá hacerse a través de un cable enfundado (cable Bowden); esta parte deberá ser lo más corta posible.
- 3.2. Todos los pernos colocados en las articulaciones deberán estar adecuadamente protegidos. Por otro lado, dichas articulaciones deberán ser, o bien autolubricantes, o bien fácilmente accesibles para su lubricación.
- 3.3. Los dispositivos de frenado de inercia deberán estar dispuestos de tal forma que, cuando el cabezal de acoplamiento se desplace al máximo, ninguna parte de la transmisión se atasque, se deforme definitivamente o se rompa. Esto deberá comprobarse desenganchando el extremo de la transmisión de las palancas de mando de los frenos.
- 3.4. El sistema de frenado de inercia deberá permitir que el remolque se desplace hacia atrás con el vehículo tractor sin ejercer una fuerza de desaceleración continua superior a $0,08 g \cdot G_A$. Los dispositivos utilizados con este fin deberán actuar automáticamente y desacoplarse asimismo de modo automático cuando el remolque se desplace hacia delante.

- 3.5. Cualquier dispositivo especial que se incorpore a efectos del punto 3.4 del presente anexo deberá estar diseñado de manera que no afecte al rendimiento de estacionamiento cuesta arriba.
- 3.6. Los sistemas de frenado de inercia podrán incorporar protectores contra sobrecarga. Estos no deberán activarse con fuerzas menores de $D_{op} = 1,2 \cdot D^*$ (cuando estén instalados en el dispositivo de mando) o de $P_{op} = 1,2 \cdot P^*$, ni con presiones inferiores a $p_{op} = 1,2 \cdot p^*$ (cuando estén instalados en el freno de rueda), correspondiendo la fuerza P^* o la presión p^* a una fuerza de frenado $B^* = 0,5 \cdot g \cdot G_{Bo}$.
4. REQUISITOS APLICABLES A LOS DISPOSITIVOS DE MANDO
- 4.1. Los elementos deslizantes del dispositivo de mando deberán ser lo bastante largos para poder utilizar todo el recorrido, incluso cuando el remolque esté enganchado.
- 4.2. Los elementos deslizantes deberán estar protegidos por un fuelle o un dispositivo similar. Deberán estar lubricados o estar hechos de materiales autolubrificantes. Las superficies de rozamiento deberán estar hechas de un material que no provoque pares electroquímicos ni incompatibilidades mecánicas que puedan hacer atascarse a las partes deslizantes.
- 4.3. El umbral de fuerza (K_A) del dispositivo de mando deberá ser de $0,02 \text{ g} \cdot G'_A$ como mínimo y de $0,04 \text{ g} \cdot G'_A$ como máximo.
- 4.4. La fuerza de inserción máxima D_1 no podrá exceder de $0,10 \text{ g} \cdot G'_A$ en los remolques con barras de tracción rígidas, ni de $0,067 \text{ g} \cdot G'_A$ en los remolques de varios ejes con barras de tracción pivotantes.
- 4.5. La fuerza de tracción máxima D_2 deberá estar comprendida entre $0,1 \text{ g} \cdot G'_A$ y $0,5 \text{ g} \cdot G'_A$.
5. ENSAYOS Y MEDICIONES QUE DEBEN EFECTUARSE EN LOS DISPOSITIVOS DE MANDO
- 5.1. Los dispositivos de mando presentados al servicio técnico que realice los ensayos deberán examinarse para determinar su conformidad con los requisitos de los puntos 3 y 4 del presente anexo.
- 5.2. Con todos los tipos de frenos se procederá a la medición:
- 5.2.1. del recorrido s y del recorrido efectivo s' ;
- 5.2.2. de la fuerza complementaria K ;
- 5.2.3. del umbral de fuerza K_A ;
- 5.2.4. de la fuerza de inserción D_1 ;
- 5.2.5. de la fuerza de tracción D_2 .
- 5.3. En el caso de sistemas de frenado de inercia de transmisión mecánica, convendrá determinar:
- 5.3.1. la relación de desmultiplicación i_{Ho} medida en el punto medio del recorrido del mando;
- 5.3.2. la fuerza P' generada por el dispositivo de mando en función del empuje D sobre la barra de tracción.
- De la curva representativa resultante de estas mediciones se deducirán la fuerza complementaria K y la eficacia

$$\eta_{Ho} = \frac{1}{i_{Ho}} \cdot \frac{P'}{D - K}$$

(véase la figura 2 del apéndice 1 del presente anexo).

- 5.4. En el caso de sistemas de frenado de inercia de transmisión hidráulica, convendrá determinar:
- 5.4.1. la relación de desmultiplicación i_h medida en el punto medio del recorrido del mando;
- 5.4.2. la presión p generada por el cilindro maestro en función del empuje D sobre la barra de tracción y del área del pistón del cilindro maestro F_{HZ} , según las especificaciones del fabricante; de la curva representativa resultante de estas mediciones se deducirá la fuerza complementaria K y la eficacia

$$\eta_{Ho} = \frac{1}{i_h} \cdot \frac{p - F_{HZ}}{D - K}$$

(véase la figura 3 del apéndice 1 del presente anexo);

- 5.4.3. el recorrido de reserva del cilindro maestro s'' , según el punto 2.2.19 del presente anexo;
- 5.4.4. el área del pistón del cilindro maestro F_{HZ} ;
- 5.4.5. la carrera s_{HZ} del cilindro maestro (en milímetros);
- 5.4.6. el recorrido de reserva s''_{HZ} del cilindro maestro (en milímetros).
- 5.5. En el caso de sistemas de frenado de inercia de remolques de varios ejes con barras de tracción pivotantes, será conveniente medir la pérdida de recorrido s_0 a la que se refiere el punto 9.4.1.

6. REQUISITOS APLICABLES A LOS FRENOS

- 6.1. El fabricante deberá presentar al servicio técnico encargado de los ensayos, además de los frenos que se deban comprobar, dibujos de los mismos en los que se represente el tipo, las dimensiones y el material de los componentes esenciales, así como la marca y el tipo de forros. En el caso de los frenos hidráulicos, dichos dibujos deberán mostrar el área F_{RZ} de los cilindros de freno. El fabricante deberá indicar asimismo el par de frenado M^* y la masa G_{B0} definida en el punto 2.2.4 del presente anexo.

6.2. Condiciones de ensayo

- 6.2.1. Cuando en el sistema de frenado de inercia no esté instalado ni vaya a instalarse un protector contra sobrecargas, el freno de rueda deberá ensayarse con las siguientes fuerzas o presiones de ensayo:

$$P_T = 1,8 P^* \text{ o } p_T = 1,8 p^* \text{ y } M_T = 1,8 M^*, \text{ según proceda.}$$

- 6.2.2. Cuando en el sistema de frenado de inercia esté instalado o vaya a instalarse un protector contra sobrecargas, el freno de rueda deberá ensayarse con las fuerzas o presiones de ensayo indicadas a continuación.

- 6.2.2.1. El fabricante deberá especificar los valores mínimos asignados del protector contra sobrecargas, que no deberán ser inferiores a:

$$P_{op} = 1,2 P^* \text{ o } p_{op} = 1,2 p^*$$

- 6.2.2.2. Los intervalos de fuerza mínima de ensayo P_{Top} o presión mínima de ensayo p_{Top} y de par mínimo de ensayo M_{Top} serán:

$$P_{Top} = 1,1 \text{ a } 1,2 P^* \text{ o } p_{Top} = 1,1 \text{ a } 1,2 p^*$$

$$\text{y } M_{Top} = 1,1 \text{ a } 1,2 M^*$$

- 6.2.2.3. El fabricante deberá especificar los valores máximos ($P_{op,max}$ o $p_{op,max}$) del protector contra sobrecargas, que no deberán ser superiores a P_T o p_T , respectivamente.

7. ENSAYOS Y MEDICIONES QUE DEBEN EFECTUARSE EN LOS FRENOS

- 7.1. Los frenos y componentes presentados al servicio técnico que realice los ensayos deberán someterse a ensayo para comprobar su conformidad con los requisitos del punto 6 del presente anexo.

- 7.2. Convendrá determinar lo siguiente:

- 7.2.1. La carrera mínima de la zapata de freno (recorrido mínimo de aplicación de la zapata de freno) $2s_B^*$.

- 7.2.2. La carrera del centro de la zapata de freno (recorrido de aplicación de la zapata de freno) $2s_B$ (que deberá ser mayor que $2s_B^*$).

- 7.3. En el caso de frenos mecánicos, deberá determinarse:

- 7.3.1. La relación de desmultiplicación i_g (véase la figura 4 del apéndice 1 del presente anexo).

- 7.3.2. La fuerza P^* correspondiente al par de frenado M^* .

- 7.3.3. El par M^* en función de la fuerza P^* ejercida sobre la palanca de mando en los sistemas de transmisión mecánica.

La velocidad de rotación de las superficies de frenado deberá corresponder a una velocidad inicial del vehículo de 60 km/h cuando el remolque se desplace hacia delante, y de 6 km/h cuando se desplace hacia atrás. Los datos siguientes se extraerán de la curva resultante de estas mediciones (véase la figura 6 del apéndice 1 del presente anexo):

- 7.3.3.1. la fuerza de retracción del freno P_o y el valor característico ρ cuando el remolque se desplaza hacia delante;
 - 7.3.3.2. la fuerza de retracción del freno P_{or} y el valor característico ρ_r cuando el remolque se desplaza hacia atrás;
 - 7.3.3.3. el par máximo de frenado M_r hasta el recorrido máximo admisible s_r cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 6 del apéndice 1 del presente anexo);
 - 7.3.3.4. el recorrido máximo admisible en la palanca de mando del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 6 del apéndice 1 del presente anexo).
- 7.4. En el caso de frenos hidráulicos, será conveniente determinar:
- 7.4.1. La relación de desmultiplicación i_g' (véase la figura 8 del apéndice 1 del presente anexo).
 - 7.4.2. La presión p^* correspondiente al par de frenado M^* .
 - 7.4.3. El par M^* en función de la presión p^* aplicada al cilindro de freno en los sistemas de transmisión hidráulica.

La velocidad de rotación de las superficies de frenado deberá corresponder a una velocidad inicial del vehículo de 60 km/h cuando el remolque se desplace hacia delante, y de 6 km/h cuando se desplaza hacia a atrás. Los datos siguientes se extraerán de la curva resultante de estas mediciones (véase la figura 7 del apéndice 1 del presente anexo):

- 7.4.3.1. la presión de retracción p_o y el valor característico ρ' cuando el remolque se desplaza hacia delante;
 - 7.4.3.2. la presión de retracción p_{or} y el valor característico ρ'_r cuando el remolque se desplaza hacia atrás;
 - 7.4.3.3. el par máximo de frenado M_r hasta el volumen de fluido máximo admisible V_r cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 7 del apéndice 1 del presente anexo);
 - 7.4.3.4. el volumen de fluido máximo admisible V_r absorbido por una rueda frenada cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véase la figura 7 del apéndice 1).
- 7.4.4. El área del pistón del cilindro maestro F_{RZ} .
- 7.5. Procedimiento alternativo al ensayo de tipo I
- 7.5.1. No será necesario realizar el ensayo de tipo I conforme al anexo 4, punto 1.5, en un vehículo presentado a homologación de tipo si los componentes del sistema de frenado se someten a ensayo en un banco de inercia para comprobar si cumplen las prescripciones del anexo 4, puntos 1.5.2 y 1.5.3.
 - 7.5.2. El procedimiento alternativo al ensayo de tipo I deberá seguirse conforme a lo dispuesto en el anexo 11, apéndice 2, punto 3.5.2 (por analogía, también aplicable a los frenos de disco).

8. ACTAS DE LOS ENSAYOS

Las solicitudes de homologación de remolques equipados con sistemas de frenado de inercia deberán ir acompañadas de las actas de ensayo relativas al dispositivo de mando y los frenos, así como del acta de ensayo sobre la compatibilidad del dispositivo de mando de inercia, el dispositivo de transmisión y los frenos del remolque, y dichas actas deberán incluir, como mínimo, los datos prescritos en los apéndices 2, 3 y 4 del presente anexo.

9. COMPATIBILIDAD ENTRE EL DISPOSITIVO DE MANDO Y LOS FRENOS DE UN VEHÍCULO

- 9.1. Deberá comprobarse en el vehículo si el sistema de frenado de inercia del remolque cumple los requisitos prescritos, teniendo en cuenta tanto las características del dispositivo de mando (apéndice 2) y de los frenos (apéndice 3) como las características del remolque señaladas en el punto 4 del apéndice 4.

- 9.2. Comprobaciones generales para todos los tipos de frenos
- 9.2.1. Deberán comprobarse en el vehículo todos aquellos elementos de la transmisión que no hayan sido comprobados al mismo tiempo que el dispositivo de mando o los frenos. Los resultados de esta comprobación deberán consignarse en el apéndice 4 del presente anexo (por ejemplo, i_{H1} y η_{H1}).
- 9.2.2. Masa
- 9.2.2.1. La masa máxima G_A del remolque no deberá sobrepasar la masa máxima G'_A para la cual está autorizado el dispositivo de mando.
- 9.2.2.2. La masa máxima G_A del remolque no deberá sobrepasar la masa máxima G_B que puede ser frenada por la acción conjunta de todos los frenos del remolque.
- 9.2.3. Fuerzas
- 9.2.3.1. El umbral de fuerza K_A no deberá ser inferior a $0,02 \text{ g} \cdot G_A$ ni superior a $0,04 \text{ g} \cdot G_A$.
- 9.2.3.2. La fuerza de inserción máxima D_1 no podrá exceder de $0,10 \text{ g} \cdot G'_A$ en los remolques con barra de tracción rígida ni de $0,067 \text{ g} \cdot G_A$ en los remolques de varios ejes con barra de tracción pivotante.
- 9.2.3.3. La fuerza máxima de tracción D_2 deberá estar comprendida entre $0,1 \text{ g} \cdot G_A$ y $0,5 \text{ g} \cdot G_A$.

9.3. Comprobación de la eficacia de frenado

- 9.3.1. La suma de las fuerzas de frenado ejercidas sobre la circunferencia de las ruedas del remolque deberá ser, como mínimo, $B^* = 0,50 \text{ g} \cdot G_A$, incluida una resistencia a la rodadura de $0,01 \text{ g} \cdot G_A$; esto corresponde a una fuerza de frenado B de $0,49 \text{ g} \cdot G_A$. En este caso, el empuje máximo admisible sobre el enganche deberá ser:

$D^* = 0,067 \text{ g} \cdot G_A$ en el caso de remolques de varios ejes con barra de tracción pivotante; y

$D^* = 0,10 \text{ g} \cdot G_A$ en el caso de remolques con barra de tracción rígida.

Para comprobar si se cumplen estas condiciones deberán aplicarse las siguientes desigualdades:

- 9.3.1.1. en sistemas de frenado de inercia de transmisión mecánica:

$$\left[\frac{B \cdot R}{\rho} + n \cdot P_o \right] \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} \leq i_H$$

- 9.3.1.2. en sistemas de frenado de inercia de transmisión hidráulica:

$$\left[\frac{B \cdot R}{n \cdot \rho'} + P_o \right] \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} \leq \frac{i_h}{F_{HZ}}$$

9.4. Comprobación del recorrido del mando

- 9.4.1. En los dispositivos de mando de los remolques de varios ejes con barras de tracción pivotantes en los que la conexión de varillas del freno dependa de la posición del dispositivo de tracción, el recorrido del mando s deberá ser más largo que el recorrido efectivo (útil) del mando s' , siendo la diferencia al menos equivalente a la pérdida de recorrido s_o . La pérdida de recorrido s_o no deberá ser superior al 10 % del recorrido efectivo s' .

- 9.4.2. El recorrido efectivo (útil) del mando s' deberá determinarse para remolques de un solo eje y de varios ejes como sigue:

- 9.4.2.1. si la posición angular del dispositivo de tracción afecta a la conexión de varillas del freno:

$$s' = s - s_o;$$

9.4.2.2. si no hay pérdida de recorrido:

$$s' = s;$$

9.4.2.3. en los sistemas de frenado hidráulicos:

$$s' = s - s''.$$

9.4.3. Para comprobar si el recorrido del mando es adecuado se aplicarán las desigualdades siguientes:

9.4.3.1. en sistemas de frenado de inercia de transmisión mecánica:

$$i_H \leq \frac{s'}{s_{B*} \cdot i_g}$$

9.4.3.2. en sistemas de frenado de inercia de transmisión hidráulica:

$$\frac{i_h}{F_{HZ}} \leq \frac{s'}{2s_{B*} \cdot nF_{RZ} \cdot i'_g}$$

9.5. Comprobaciones adicionales

9.5.1. En los sistemas de frenado de inercia de transmisión mecánica deberá comprobarse que la conexión de varillas por la que se transmiten las fuerzas de frenado desde el dispositivo de mando a los frenos está correctamente montada.

9.5.2. En los sistemas de frenado de inercia de transmisión hidráulica deberá comprobarse que el recorrido del cilindro maestro no es inferior a s/i_h . No se permitirá un valor inferior.

9.5.3. El comportamiento general del vehículo durante el frenado deberá ser objeto de un ensayo en carretera realizado a diferentes velocidades, variando las fuerzas ejercidas sobre el freno y el número de aplicaciones. No se permitirán oscilaciones autoexcitadas no amortiguadas.

10. OBSERVACIONES GENERALES

Los requisitos anteriormente expuestos se aplican a las configuraciones más habituales de sistemas de frenado de inercia de transmisión mecánica o hidráulica, en particular aquellas en las que todas las ruedas del remolque están equipadas con el mismo tipo de freno y de neumático. Para comprobar configuraciones menos usuales, esos requisitos deberán adaptarse a las circunstancias de cada caso en particular.

APÉNDICE 1

Figura 1

Símbolos válidos para todo tipo de frenos

(véase el punto 2.2 del presente anexo)

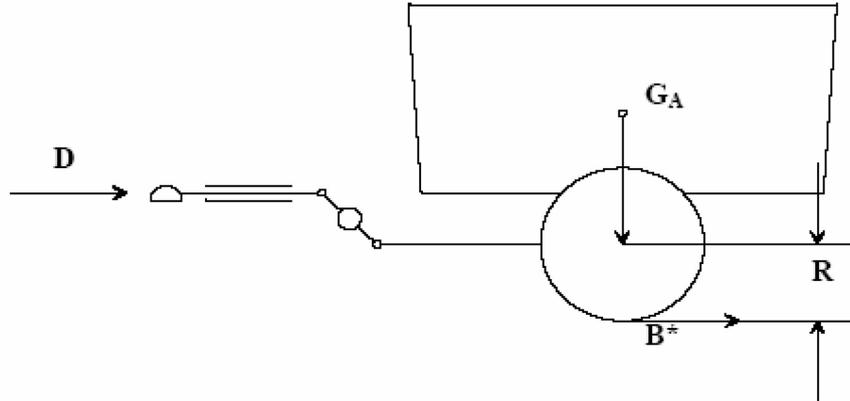
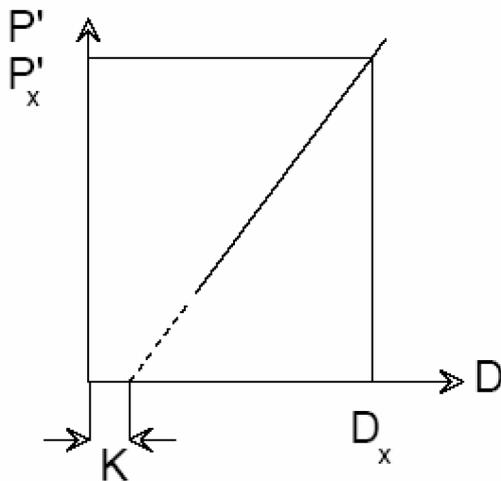


Figura 2

Transmisión mecánica

(véanse los puntos 2.2.10 y 5.3.2 del presente anexo)

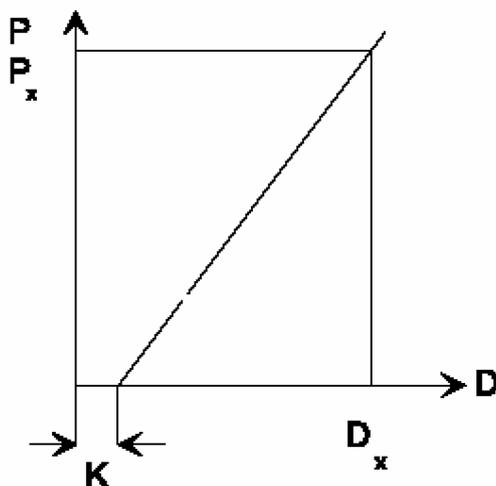


$$\eta_{H0} = \frac{P'_x}{D_x - K} \cdot \frac{1}{i_{H0}}$$

Figura 3

Transmisión hidráulica

(véanse los puntos 2.2.10 y 5.4.2 del presente anexo)



$$\eta_{H0} = \frac{Px}{D_x - K} \cdot \frac{F_{Hz}}{i_H}$$

Figura 4

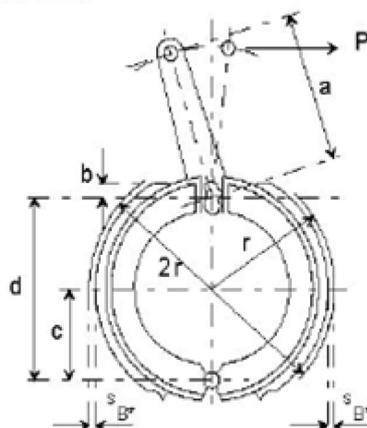
Comprobaciones de los frenos

(véanse los puntos 2.2.22 y 2.3.4 del presente anexo)

Varilla y leva de conexión

$$i_a = \frac{a}{2 \cdot b}$$

$$i_g = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$



Carrera del centro de la zapata de freno (recorrido de aplicación)

Carrera de la zapata de freno (recorrido)

$$s_{B^*} = 1.2 + 0.2\% \cdot 2r \text{ mm}$$

Ensanchador



$$i_a = \frac{a}{b}$$

$$i_g = 2 \cdot \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$$

P Dirección de tracción del cable

Figura 5

Sistema de frenado de transmisión mecánica

(véase el punto 2.3 del presente anexo)

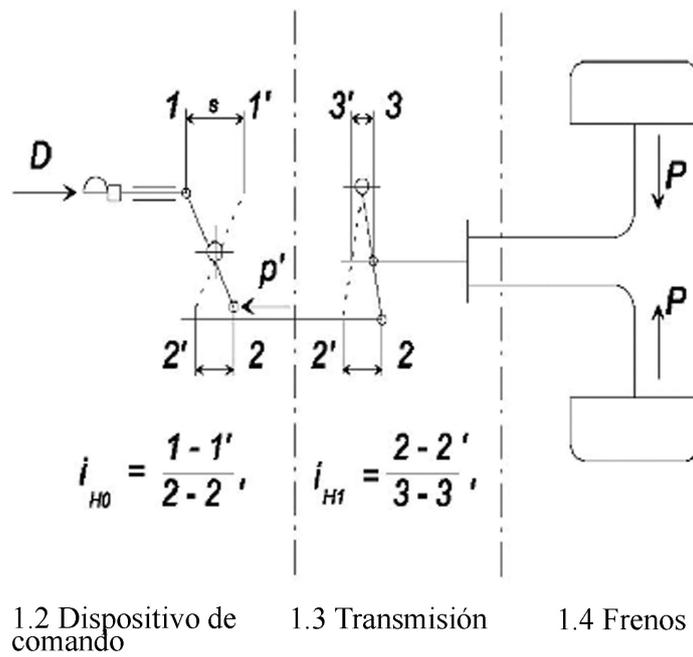


Figura 6

Freno mecánico

(véase el punto 2 del presente anexo)

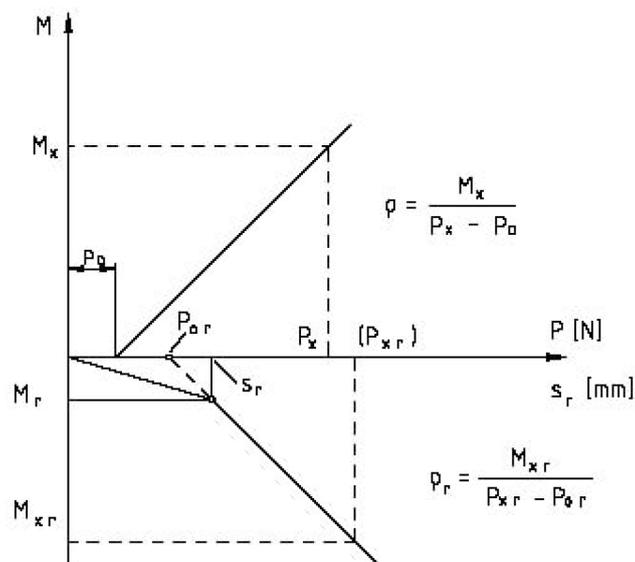


Figura 7

Freno hidráulico

(véase el punto 2 del presente anexo)

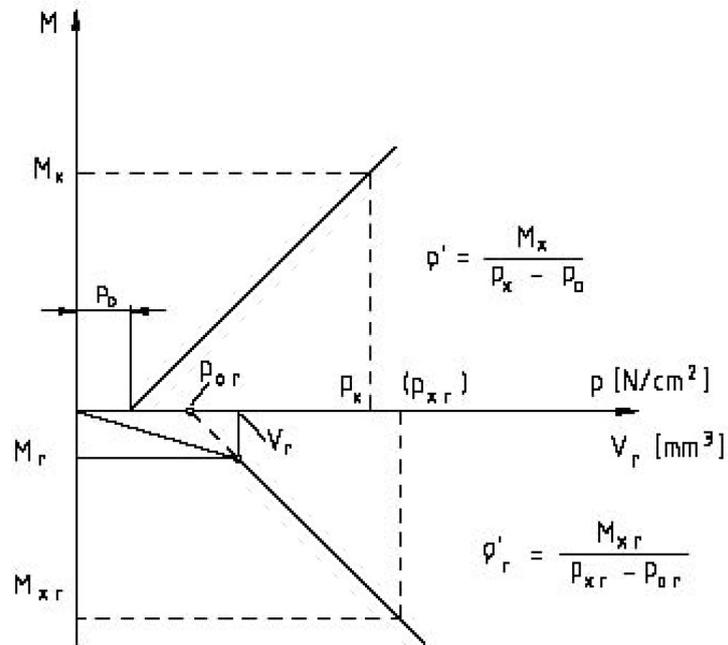
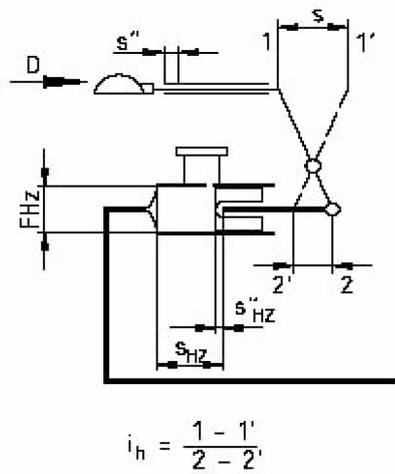


Figura 8

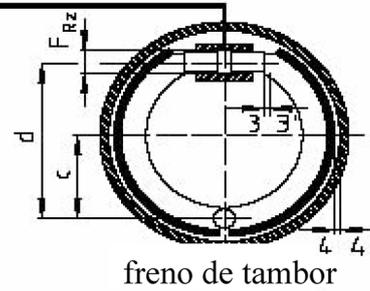
Sistema de frenado de transmisión hidráulica

(véase el punto 2 del presente anexo)

1.2 Dispositivo de comando

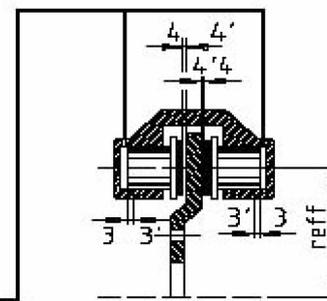


1.4 Frenos



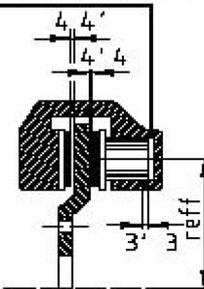
freno de tambor

$$i_g' = \frac{d}{c} = \frac{3 - 3'}{4 - 4'}$$



freno de disco

$$i_g' = \frac{r_{eff}}{r_{eff}} = \frac{3 - 3'}{4 - 4'} = 1$$



freno de disco

$$i_g' = \frac{r_{eff}}{r_{eff}} = \frac{3 - 3'}{2 \cdot (4 - 4')} = 1$$

APÉNDICE 2

ACTA DE ENSAYO DEL DISPOSITIVO DE MANDO DE SISTEMAS DE FRENADO DE INERCIA

1. Fabricante
2. Marca
3. Tipo
4. Características de los remolques a los que el fabricante destina el dispositivo de mando:
 - 4.1. masa $G'_A =$ kg
 - 4.2. fuerza estática vertical admisible en el cabezal del dispositivo de tracciónN
 - 4.3. remolque con barra de tracción rígida/remolque de varios ejes con barra de tracción pivotante ⁽¹⁾
5. Breve descripción
(Lista de los planos y dibujos acotados adjuntos)
6. Diagrama ilustrativo del principio del mando
7. Recorrido $s =$ mm
8. Relación de desmultiplicación del dispositivo de mando:
 - 8.1. con dispositivo de transmisión mecánica ⁽¹⁾
 $i_{Ho} =$ de a ⁽²⁾
 - 8.2. con dispositivo de transmisión hidráulica ⁽¹⁾
 $i_h =$ de a ⁽²⁾
 $F_{HZ} =$ cm²
 recorrido del cilindro maestro s_{HZ} mm
 recorrido de reserva del cilindro maestro s''_{HZ} mm
9. Resultados de los ensayos:
 - 9.1. Eficacia
 con dispositivo de transmisión mecánica ⁽¹⁾ $\eta_H =$
 con dispositivo de transmisión hidráulica ⁽¹⁾ $\eta_H =$
 - 9.2. Fuerza complementaria $K =$ N
 - 9.3. Fuerza máxima de compresión $D_1 =$ N
 - 9.4. Fuerza máxima de tracción $D_2 =$ N
 - 9.5. Umbral de fuerza $K_A =$ N
 - 9.6. Pérdida de recorrido y recorrido de reserva:
 cuando la posición del dispositivo de tracción
 influye s_o ⁽¹⁾ = mm
 con un dispositivo de transmisión hidráulica s'' ⁽¹⁾ = $s''_{HZ} \cdot i_h =$ mm
 - 9.7. Recorrido efectivo (útil) del mando $s' =$ mm

- 9.8. Está/No está instalado un protector contra sobrecargas según el punto 3.6 del presente anexo ⁽¹⁾
- 9.8.1. Si el protector contra sobrecargas está instalado antes de la palanca de transmisión del dispositivo de mando
- 9.8.1.1. Fuerza umbral del protector contra sobrecargas
 $D_{op} = \dots\dots\dots$ N
- 9.8.1.2. Si el protector contra sobrecargas es mecánico ⁽¹⁾
 fuerza máxima que puede desarrollar el dispositivo de mando de inercia
 $P'_{max}/i_{Ho} = P_{op_max} = \dots\dots\dots$ N
- 9.8.1.3. Si el protector contra sobrecargas es hidráulico ⁽¹⁾
 presión que puede desarrollar el dispositivo de mando de inercia
 $P'_{max}/i_h = P_{op_max} = \dots\dots\dots$ N/cm²
- 9.8.2. Si el protector contra sobrecargas está instalado después de la palanca de transmisión del dispositivo de mando
- 9.8.2.1. Fuerza umbral sobre el protector contra sobrecargas
 si el protector contra sobrecargas es mecánico ⁽¹⁾
 $D_{op} \cdot i_{Ho} = \dots\dots\dots$ N
 si el protector contra sobrecargas es hidráulico ⁽¹⁾
 $D_{op} \cdot i_h = \dots\dots\dots$ N
- 9.8.2.2. Si el protector contra sobrecargas es mecánico ⁽¹⁾
 fuerza máxima que puede desarrollar el dispositivo de mando de inercia
 $P'_{max} = P_{op_max} = \dots\dots\dots$ N
- 9.8.2.3. Si el protector contra sobrecargas es hidráulico ⁽¹⁾
 presión que puede desarrollar el dispositivo de mando de inercia
 $P'_{max} = P_{op_max} = \dots\dots\dots$ N/cm²
10. El dispositivo de mando descrito cumple/no cumple ⁽¹⁾ los requisitos de los puntos 3, 4 y 5 del presente anexo.
 Fecha:
 Firma:
11. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con las disposiciones pertinentes del anexo 12 del Reglamento n^o 13, en su versión modificada en último lugar por la serie de enmiendas.
 Servicio técnico ⁽³⁾ que ha realizado el ensayo
 Firmado: Fecha:
12. Autoridad de homologación ⁽³⁾
 Firmado: Fecha:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Indicar las longitudes cuya relación ha servido para determinar i_{Ho} o i_h .

⁽³⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

APÉNDICE 3

ACTA DE ENSAYO DEL FRENO

1. Fabricante
2. Marca
3. Tipo
4. «Masa máxima» admisible por rueda $G_{Bo} = \dots\dots\dots$ kg
5. Par de frenado M^* (especificado por el fabricante conforme al punto 2.2.23 del presente anexo) = $\dots\dots\dots$ Nm
6. Radio de rodadura dinámico del neumático
 $R_{min} = \dots\dots\dots$ m; $R_{max} = \dots\dots\dots$ m
7. Breve descripción
(Lista de planos y dibujos acotados)
8. Diagrama ilustrativo del principio del freno
9. Resultado de los ensayos:

	Freno mecánico ⁽¹⁾		Freno hidráulico ⁽¹⁾
9.1. Relación de desmultiplicación $i_g = \dots\dots\dots$ ⁽²⁾		9.1.A. Relación de desmultiplicación $i'_g = \dots\dots\dots$ ⁽²⁾	
9.2. Carrera (recorrido de aplicación) $s_B = \dots\dots\dots$ mm		9.2.A. Carrera (recorrido de aplicación) $s_B = \dots\dots\dots$ m	
9.3. Carrera prescrita (recorrido de aplicación prescrito) $s_{B^*} = \dots\dots\dots$ mm		9.3.A. Carrera prescrita (recorrido de aplicación prescrito) $s_{B^*} = \dots\dots\dots$ mm	
9.4. Fuerza de retracción $P_o = \dots\dots\dots$ N		9.4.A. Presión de retracción $p_o = \dots\dots\dots$ N/cm ²	
9.5. Coeficiente (característico) $\rho = \dots\dots\dots$ m		9.5.A. Coeficiente (característico) $\rho' = \dots\dots\dots$ m	
9.6. Está/No está instalado un protector contra sobrecargas según el punto 3.6 del presente anexo ⁽¹⁾		9.6.A. Está/No está instalado un protector contra sobrecargas según el punto 3.6 del presente anexo ⁽¹⁾	
9.6.1. Par de frenado que activa el protector contra sobrecargas $M_{op} = \dots\dots\dots$ Nm		9.6.1.A. Par de frenado que activa el protector contra sobrecargas $M_{op} = \dots\dots\dots$ Nm	
9.7. Fuerza para M^* $P^* = \dots\dots\dots$ N		9.7.A. Presión para M^* $p^* = \dots\dots\dots$ N/cm ²	
		9.8.A. Área del cilindro de rueda $F_{RZ} = \dots\dots\dots$ cm ²	
		9.9.A. (en caso de frenos de disco) Absorción del volumen de líquido $V_{60} = \dots\dots\dots$ cm ³	
- 9.10. Rendimiento del freno de servicio cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véanse las figuras 6 y 7 del apéndice 1 del presente anexo).
 - 9.10.1. Par máximo de frenado de la figura 6 $M_f = \dots\dots\dots$ Nm

- 9.10.1.A. Par máximo de frenado de la figura 7 $M_f =$ Nm
- 9.10.2. Recorrido máximo admisible $s_f =$ mm
- 9.10.2.A. Volumen de fluido máximo admisible absorbido $V_f =$ cm^3
- 9.11. Otras características del freno cuando el remolque se desplaza hacia atrás (véanse las figuras 6 y 7 del apéndice 1 del presente anexo).
 - 9.11.1. Fuerza de retracción del freno $P_{or} =$ N
 - 9.11.1.A. Presión de retracción del freno $P_{or} =$ N/cm^2
 - 9.11.2. Característica del freno $\rho_f =$ m
 - 9.11.2.A. Característica del freno $\rho'_f =$ m
- 9.12. Ensayos conforme al punto 7.5 del presente anexo (si es aplicable) (corregidos para tener en cuenta la resistencia a la rodadura correspondiente a $0,01 \cdot g \cdot G_{Bo}$)
 - 9.12.1. Ensayo del freno de tipo 0
 - Velocidad de ensayo = km/h
 - Coefficiente de frenado =%
 - Fuerza del mando = N
 - 9.12.2. Ensayo del freno de tipo I
 - Velocidad de ensayo = km/h
 - Coefficiente de frenado mantenido =%
 - Tiempo de frenado =min
 - Rendimiento en caliente =%
 - (expresado en porcentaje del resultado del ensayo de tipo 0 del punto 9.12.1)
 - Fuerza del mando = N
- 10. El freno descrito se ajusta/no se ajusta ⁽¹⁾ a los requisitos de los puntos 3 y 6 de las condiciones de ensayo de los vehículos equipados con sistemas de frenado de inercia del presente anexo.
 El freno puede/no puede ⁽¹⁾ utilizarse en un sistema de frenado de inercia sin protector contra sobrecarga.
 Fecha:
 Firma:
- 11. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con las disposiciones pertinentes del anexo 12 del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie .. de enmiendas.
 Servicio técnico ⁽³⁾ que ha realizado el ensayo
 Fecha:
 Firma:
- 12. Autoridad de homologación ⁽³⁾
 Fecha:
 Firma:

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.
⁽²⁾ Indicar las longitudes que han servido para determinar i_g o i'_g .
⁽³⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

APÉNDICE 4

Acta de ensayo sobre la compatibilidad del dispositivo de mando del freno de inercia, la transmisión y los frenos del remolque

1. Dispositivo de mando
 descrito en el acta de ensayo adjunta (véase el apéndice 2 del presente anexo)
 Relación de desmultiplicación elegida:
 $i_{Ho}^{(1)} = \dots\dots\dots^{(2)}$ o $i_h^{(1)} = \dots\dots\dots^{(2)}$
 (deberá estar dentro de los límites indicados en el punto 8.1 u 8.2 del apéndice 2 del presente anexo)
2. Frenos
 descritos en el acta de ensayo adjunta (véase el apéndice 3 del presente anexo)
3. Dispositivos de transmisión instalados en el remolque
 - 3.1. Breve descripción con un diagrama ilustrativo del principio
 - 3.2. Relación de desmultiplicación y eficacia del dispositivo de transmisión mecánica instalado en el remolque
 $i_{H1}^{(1)} = \dots\dots\dots^{(2)}$
 $\eta_{H1}^{(1)} = \dots\dots\dots$
4. Remolque
 - 4.1. Fabricante
 - 4.2. Marca
 - 4.3. Tipo
 - 4.4. Tipo de conexión con barra de tracción: remolque con barra de tracción rígida/remolque de varios ejes con barra de tracción pivotante ⁽¹⁾
 - 4.5. Número de frenos $n = \dots\dots\dots$
 - 4.6. Masa máxima técnicamente admisible $G_A = \dots\dots\dots$ kg
 - 4.7. Radio de rodadura dinámico del neumático $R = \dots\dots\dots$ m
 - 4.8. Empuje admisible sobre el enganche
 $D^* = 0,10 \text{ g} \cdot G_A^{(1)} = \dots\dots\dots$ N
 o
 $D^* = 0,067 \text{ g} \cdot G_A^{(1)} = \dots\dots\dots$ N
 - 4.9. Fuerza de frenado necesaria $B^* = 0,50 \text{ g} G_A = \dots\dots\dots$ N
 - 4.10. Fuerza de freno $B = 0,49 \text{ g} G_A = \dots\dots\dots$ N
5. Compatibilidad. Resultados de los ensayos
 - 5.1. Umbral de fuerza $100 \cdot K_A / (\text{g} \cdot G_A) = \dots\dots\dots$
 (deberá situarse entre 2 y 4)

- 5.2. Fuerza máxima de compresión $100 \cdot D_1 / (g \cdot G_A) = \dots\dots\dots$
(no deberá ser superior a 10 en los remolques con barra de tracción rígida, ni a 6,7 en los remolques de varios ejes con barra de tracción pivotante)
- 5.3. Fuerza máxima de tracción $100 \cdot D_2 / (g \cdot G_A) = \dots\dots\dots$
(deberá situarse entre 10 y 50)
- 5.4. Masa máxima técnicamente admisible para el dispositivo de mando de inercia
 $G'_A = \dots\dots\dots$ kg
(no deberá ser inferior a G_A)
- 5.5. Masa máxima técnicamente admisible para todos los frenos del remolque
 $G_B = n \cdot G_{Bo} = \dots\dots\dots$ kg
(no deberá ser inferior a G_A)
- 5.6. Par de frenado de los frenos
 $n \cdot M^* / (B \cdot R) = \dots\dots\dots$
(no deberá ser inferior a 1,0)
- 5.6.1. Está/No está instalado ⁽¹⁾ un protector contra sobrecargas según el punto 3.6 del presente anexo en el dispositivo de mando de inercia/en los frenos ⁽¹⁾.
- 5.6.1.1. Cuando el protector contra sobrecargas es mecánico y está instalado en el dispositivo de mando de inercia ⁽¹⁾
 $n \cdot P^* / (i_{H1} > \eta_{H1} > P'_{max}) = \dots\dots\dots$
(no deberá ser inferior a 1,2)
- 5.6.1.2. Cuando el protector contra sobrecargas es hidráulico y está instalado en el dispositivo de mando de inercia ⁽¹⁾
 $P^* / P'_{max} = \dots\dots\dots$
(no deberá ser inferior a 1,2)
- 5.6.1.3. Si el protector contra sobrecargas está instalado en el dispositivo de mando de inercia:
fuerza umbral $D_{op}/D^* = \dots\dots\dots$
(no deberá ser inferior a 1,2)
- 5.6.1.4. Si el protector contra sobrecargas está instalado en el freno:
par umbral $n M_{op}/(B \cdot R) = \dots\dots\dots$
(no deberá ser inferior a 1,2)
- 5.7. Sistema de frenado de inercia con dispositivo de transmisión mecánica ⁽¹⁾
- 5.7.1. $i_H = i_{Ho} \cdot i_{H1} = \dots\dots\dots$
- 5.7.2. $\eta_H = \eta_{Ho} \cdot \eta_{H1} = \dots\dots\dots$
- 5.7.3.
$$\left[\frac{B \cdot R}{\rho} + n \cdot P_o \right] - \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} = \dots\dots$$

(no deberá ser superior a i_H)
- 5.7.4.
$$\frac{s'}{s_{B^*} \cdot i_g} = \dots\dots$$

(no deberá ser inferior a i_H)
- 5.7.5. Razón $s'/i_H = \dots\dots\dots$
cuando el remolque se desplaza hacia atrás (no deberá ser superior a s_r)
- 5.7.6. Par de frenado cuando el remolque se desplaza hacia atrás, incluida la resistencia a la rodadura
 $0,08 \cdot g \cdot G_A \cdot R = \dots\dots\dots$ Nm
(no deberá ser superior a $n \cdot M_r$)

5.8. Sistema de frenado de inercia con dispositivo de transmisión hidráulica ⁽¹⁾

5.8.1. $i_h/F_{HZ} = \dots\dots\dots$

5.8.2.

$$\left[\frac{B \cdot R}{n \cdot \rho'} + P_o \right] \cdot \frac{1}{(D^* - K) \cdot \eta_H} = \dots\dots$$

(no deberá ser superior a i_h/F_{HZ})

5.8.3.

$$\frac{s'}{2s_{B^*} \cdot n \cdot F_{RZ} \cdot ig'} = \dots\dots$$

(no deberá ser inferior a i_h/F_{HZ})

5.8.4. $s/i_h = \dots\dots\dots$
(no deberá ser superior al recorrido del accionador del cilindro maestro indicado en el punto 8.2 del apéndice 2 del presente anexo)

5.8.5. Razón $s'/F_{HZ} = \dots\dots\dots$
cuando el remolque se desplaza hacia atrás (no deberá ser superior a V_r)

5.8.6. Par de frenado cuando el remolque se desplaza hacia atrás, incluida la resistencia a la rodadura
 $0,08 \cdot g \cdot G_A \cdot R = \dots\dots\dots$ Nm
(no deberá ser superior a $n \cdot M_r$)

6. El sistema de frenado de inercia descrito cumple/no cumple ⁽¹⁾ los requisitos de los puntos 3 a 9 del presente anexo.

Firma Fecha

7. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con las disposiciones pertinentes del anexo 12 del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie de enmiendas.

Servicio técnico ⁽³⁾ que ha realizado el ensayo

Firma Fecha

8. Autoridad de homologación ⁽³⁾

Firma Fecha

⁽¹⁾ Táchese lo que no proceda.

⁽²⁾ Indicar las longitudes que han servido para determinar i_{H0} , i_h e i_{H1} .

⁽³⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

ANEXO 13

REQUISITOS DE ENSAYO APLICABLES A LOS VEHÍCULOS EQUIPADOS CON SISTEMAS ANTIBLOQUEO

1. GENERALIDADES

- 1.1. En este anexo se define el rendimiento de frenado exigido a los vehículos de carretera equipados con sistemas antibloqueo. Además, los vehículos de motor que estén autorizados a arrastrar un remolque, así como los remolques equipados con sistemas de frenado de aire comprimido, deberán cumplir, cuando estén cargados, los requisitos de compatibilidad expuestos en el anexo 10. No obstante, sea cual sea la condición de carga, en el cabezal de acoplamiento de los conductos de control deberá desarrollarse un coeficiente de frenado con una presión de 20 kPa a 100 kPa o con el valor de demanda digital equivalente.
- 1.2. Los sistemas antibloqueo conocidos actualmente comprenden uno o varios sensores, uno o varios controladores y uno o varios moduladores. Cualquier dispositivo de diseño diferente que pueda aparecer en el futuro o una función de frenado antibloqueo integrada en otro sistema se considerarán sistemas de frenado antibloqueo en el sentido de este anexo y del anexo 10 si con ellos se obtiene un rendimiento igual al prescrito en el presente anexo.

2. DEFINICIONES

- 2.1. Se entiende por «sistema antibloqueo» la parte de un sistema de frenado de servicio que, durante el frenado del vehículo, controla automáticamente en una o varias ruedas el grado de deslizamiento en el sentido de rotación de las mismas.
- 2.2. Se entiende por «sensor» el componente diseñado para detectar y transmitir al controlador las condiciones de rotación de las ruedas o las condiciones dinámicas del vehículo.
- 2.3. Se entiende por «controlador» el componente diseñado para evaluar los datos suministrados por los sensores y transmitir una señal al modulador.
- 2.4. Se entiende por «modulador» el componente diseñado para variar las fuerzas de frenado en función de la señal recibida del controlador.
- 2.5. Se entiende por «rueda controlada directamente» la rueda cuya fuerza de frenado es modulada según los datos proporcionados, como mínimo, por su propio sensor ⁽¹⁾.
- 2.6. Se entiende por «rueda controlada indirectamente» la rueda cuya fuerza de frenado es modulada según los datos proporcionados por los sensores de otras ruedas ⁽¹⁾.
- 2.7. Se entiende por «modulación cíclica» la modulación reiterada de la fuerza de freno por el sistema antibloqueo para evitar que las ruedas controladas directamente se bloqueen. No se considerará que se ajustan a esta definición las aplicaciones de frenos en las que la modulación solo tenga lugar una vez durante la detención del vehículo.

En el caso de los remolques con sistemas de frenado neumáticos, la modulación cíclica del sistema de frenado antibloqueo solo estará garantizada cuando la presión disponible en cualquier accionador del freno de una rueda controlada directamente supere en más de 100 kPa la presión cíclica máxima a lo largo de un determinado ensayo. La presión de alimentación disponible no podrá aumentarse más de 800 kPa.

3. TIPOS DE SISTEMAS ANTIBLOQUEO

- 3.1. Se considerará que un vehículo de motor está equipado con un sistema antibloqueo en el sentido del punto 1 del anexo 10 si lleva instalado uno de los sistemas que se indican a continuación.
 - 3.1.1. Sistema antibloqueo de categoría 1

Los vehículos equipados con un sistema antibloqueo de categoría 1 deberán cumplir todos los requisitos pertinentes del presente anexo.
 - 3.1.2. Sistema antibloqueo de categoría 2

Los vehículos equipados con un sistema antibloqueo de categoría 2 deberán cumplir todos los requisitos pertinentes del presente anexo, excepto los del punto 5.3.5.

3.1.3. Sistema antibloqueo de categoría 3

Los vehículos equipados con un sistema antibloqueo de categoría 3 deberán cumplir todos los requisitos pertinentes del presente anexo, excepto los de los puntos 5.3.4 y 5.3.5. En estos vehículos, todo eje (o bogie) que no disponga, como mínimo, de una rueda controlada directamente deberá cumplir las condiciones de utilización de la adherencia y la secuencia de bloqueo de las ruedas del anexo 10 en lo que se refiere, respectivamente, al coeficiente de frenado y a la carga. El cumplimiento de estos requisitos podrá comprobarse en superficies de calzada de alta y baja adherencia (en torno a 0,8 y 0,3 como máximo) modulando la fuerza del mando de frenado de servicio.

3.2. Se considerará que un remolque está equipado con un sistema antibloqueo en el sentido del punto 1 del anexo 10 si su sistema antibloqueo controla directamente al menos dos ruedas de lados opuestos del vehículo, y directa o indirectamente las demás. En el caso de los remolques completos, al menos dos ruedas de un eje delantero y dos ruedas de un eje trasero deberán estar controladas directamente y cada uno de estos ejes deberá estar provisto, como mínimo, de un modulador independiente, estando el resto de las ruedas controladas directa o indirectamente. Además, el remolque provisto de sistema antibloqueo deberá cumplir una de las siguientes condiciones:

3.2.1. Sistema antibloqueo de categoría A

Los remolques equipados con un sistema antibloqueo de categoría A deberán cumplir todos los requisitos pertinentes del presente anexo.

3.2.2. Sistema antibloqueo de categoría B

Los remolques equipados con un sistema antibloqueo de categoría B deberán cumplir todos los requisitos pertinentes del presente anexo, excepto el punto 6.3.2.

4. REQUISITOS GENERALES

4.1. El conductor deberá ser advertido mediante una señal de aviso óptica específica de cualquier fallo eléctrico o anomalía en los sensores que afecte al sistema en lo que se refiere a los requisitos de funcionamiento y de rendimiento del presente anexo, ya se produzca en la alimentación eléctrica, en el cableado externo de los controladores, en los propios controladores^(?) o en los moduladores. Para ello se empleará la señal de aviso amarilla mencionada en el punto 5.2.1.29.1.2.

4.1.1. Las anomalías indetectables en condiciones estáticas deberán detectarse, a lo sumo, cuando el vehículo alcance una velocidad superior a 10 km/h^(?). Sin embargo, para evitar una indicación errónea de fallo cuando un sensor no genere datos sobre la velocidad, debido a que una rueda no esté girando, la verificación podrá postergarse, a lo sumo, hasta que la velocidad del vehículo supere los 15 km/h.

4.1.2. Cuando el sistema de frenado antibloqueo esté energizado con el vehículo parado, las electroválvulas de modulación neumática deberán completar por lo menos un ciclo.

4.2. Los vehículos de motor equipados con un sistema antibloqueo y autorizados a arrastrar un remolque equipado con un sistema de ese tipo deberán estar provistos de una señal de aviso óptica aparte para el sistema antibloqueo del remolque, que cumpla los requisitos del punto 4.1 del presente anexo. Para ello deberá emplearse la señal de aviso aparte de color amarillo mencionada en el punto 5.2.1.29.2, activada a través de la patilla 5 del conector eléctrico conforme con la norma ISO 7638:1997⁽⁴⁾.

4.3. En caso de fallo en el sistema antibloqueo, el rendimiento de frenado residual deberá ser el prescrito para el vehículo de que se trate en caso de fallo parcial de la transmisión del sistema de frenado de servicio (véase el punto 5.2.1.4 del presente Reglamento). No deberá interpretarse que este requisito contradice los requisitos relativos al frenado de socorro. Si se trata de los remolques, el rendimiento de frenado residual en caso de defecto en el sistema antibloqueo, de acuerdo con el punto 4.1, deberá ser al menos del 80 % del rendimiento con carga prescrito para el sistema de frenado de servicio del remolque en cuestión.

4.4. El funcionamiento del sistema antibloqueo no deberá verse afectado por campos magnéticos o eléctricos. Este particular deberá demostrarse por cumplimiento del Reglamento nº 10, serie 02 de enmiendas.

4.5. No se podrán instalar dispositivos manuales que desconecten el sistema antibloqueo o cambien su modo de control⁽⁵⁾, excepto en los vehículos de motor todo terreno de las categorías N₂ y N₃, según se definen en el anexo 7 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3); cuando en vehículos todo terreno de esas categorías esté instalado uno de esos dispositivos, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- 4.5.1. el vehículo de motor con el sistema antibloqueo desconectado o el modo de control cambiado por el dispositivo al que se refiere el punto 4.5 deberá cumplir todos los requisitos pertinentes del anexo 10;
- 4.5.2. una señal de aviso óptica deberá advertir al conductor de que se ha desconectado el sistema antibloqueo o de que se ha cambiado el modo de control; para ello podrá emplearse la señal de aviso amarilla de fallo del antibloqueo mencionada en el punto 5.2.1.29.1.2;
- la señal de aviso podrá ser fija o intermitente;
- 4.5.3. el sistema antibloqueo deberá reconectarse o volver al modo de carretera automáticamente cuando el dispositivo de contacto (arranque) vuelva a ponerse en la posición de «encendido» (marcha);
- 4.5.4. en el manual de instrucciones del vehículo facilitado por el fabricante convendrá advertir al conductor de las consecuencias de desconectar el sistema antibloqueo o cambiar su modo de control manualmente;
- 4.5.5. el dispositivo al que se refiere el punto 4.5 podrá, en combinación con el vehículo tractor, desconectar el sistema antibloqueo del remolque o cambiar su modo de control; no está permitido un dispositivo aparte para el remolque.
- 4.6. Los vehículos equipados con un sistema de frenado de resistencia integrado deberán estar también provistos de un sistema de frenado antibloqueo que actúe, como mínimo, sobre los frenos de servicio del eje controlado por el sistema de frenado de resistencia y sobre el propio sistema de frenado de resistencia, y deberán cumplir los requisitos pertinentes del presente anexo.

5. DISPOSICIONES ESPECIALES RELATIVAS A LOS VEHÍCULOS DE MOTOR

5.1. Consumo de energía

Los vehículos de motor equipados con sistemas antibloqueo deberán mantener su rendimiento cuando el dispositivo de mando del frenado de servicio permanezca accionado a fondo durante largo tiempo. Para comprobar el cumplimiento de este requisito se efectuarán los ensayos que se indican a continuación.

5.1.1. Procedimiento de ensayo

- 5.1.1.1. El nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento de energía deberá ser el especificado por el fabricante. Dicho nivel deberá ser, como mínimo, el que asegure la eficacia prescrita para el frenado de servicio con el vehículo cargado.

Los dispositivos de almacenamiento de energía de equipos neumáticos auxiliares deberán estar aislados.

- 5.1.1.2. Partiendo de una velocidad inicial no inferior a 50 km/h, sobre una superficie con un coeficiente de adherencia igual o inferior a 0,3⁽⁶⁾, se apretarán a fondo los frenos del vehículo con carga durante un tiempo t , durante el cual deberá tomarse en consideración la energía consumida por las ruedas controladas indirectamente y todas las ruedas controladas directamente deberán permanecer bajo el control del sistema antibloqueo.
- 5.1.1.3. A continuación se parará el motor del vehículo o se cortará la alimentación de los dispositivos de almacenamiento de energía para la transmisión.
- 5.1.1.4. Seguidamente se accionará a fondo cuatro veces seguidas el dispositivo de mando del frenado de servicio, con el vehículo parado.
- 5.1.1.5. Al apretar el dispositivo de mando por quinta vez, deberá poderse frenar el vehículo por lo menos con el rendimiento prescrito para el frenado de socorro del vehículo con carga.
- 5.1.1.6. Durante los ensayos, en el caso de vehículos de motor autorizados a arrastrar un remolque equipado con un sistema de frenado de aire comprimido, deberá obturarse el conducto de alimentación y conectarse al conducto de control neumático, de haberlo, un dispositivo de almacenamiento de energía de 0,5 l de capacidad (con arreglo al punto 1.2.2.3 de la parte A del anexo 7 del presente Reglamento). Cuando se aprieten los frenos por quinta vez, según se establece en el anterior punto 5.1.1.5, el nivel de energía suministrado al conducto de control neumático no deberá ser inferior a la mitad del nivel obtenido con un apriete a fondo partiendo del nivel de energía inicial.

5.1.2. Requisitos adicionales

5.1.2.1. El coeficiente de adherencia de la superficie de la calzada deberá medirse con el vehículo objeto de ensayo aplicando el método descrito en el punto 1.1 del apéndice 2 del presente anexo.

5.1.2.2. El ensayo de frenado deberá realizarse con el motor desembragado al ralentí y el vehículo con carga.

5.1.2.3. El tiempo de frenado t se determinará mediante la fórmula:

$$t = \frac{V_{\max}}{7}$$

(no deberá ser inferior a 15 s)

donde t viene expresado en segundos y v_{\max} es la velocidad máxima por construcción del vehículo en km/h, que no podrá superar los 160 km/h.

5.1.2.4. Si no es posible obtener el tiempo t en una sola fase de frenado, podrán añadirse fases, hasta un máximo de cuatro.

5.1.2.5. Si el ensayo se realiza en varias fases, entre ellas no se suministrará nueva energía.

A partir de la segunda fase, podrá tomarse en consideración el consumo de energía de la aplicación inicial del freno restando una aplicación a fondo de las cuatro prescritas en el punto 5.1.1.4 (y 5.1.1.5, 5.1.1.6 y 5.1.2.6) del presente anexo en cada una de las fases segunda, tercera y cuarta del ensayo prescrito en su punto 5.1.1.

5.1.2.6. Se considerará que se alcanza el rendimiento exigido en el punto 5.1.1.5 de este anexo si al final de la cuarta aplicación, con el vehículo parado, el nivel de energía en los dispositivos de almacenamiento es igual o superior al necesario para el frenado de socorro con el vehículo cargado.

5.2. Utilización de la adherencia

5.2.1. La utilización de la adherencia por el sistema antibloqueo tiene en cuenta el incremento real de la distancia de frenado por encima del valor mínimo teórico. Se considerará que el sistema antibloqueo es satisfactorio si se cumple la condición $\varepsilon \geq 0,75$, donde ε representa la adherencia utilizada, según se define en el punto 1.2 del apéndice 2 del presente anexo.

5.2.2. La utilización de la adherencia ε deberá medirse en superficies de calzada con un coeficiente de adherencia igual o inferior a 0,3 ⁽⁶⁾, o de 0,8 aproximadamente (calzada seca), partiendo de una velocidad inicial de 50 km/h. Con el fin de eliminar los efectos de las diferenciales de temperatura entre los frenos, se recomienda determinar z_{AL} antes que k .

5.2.3. El procedimiento de ensayo para determinar el coeficiente de adherencia (k) y las fórmulas para calcular la utilización de la adherencia (ε) serán los que se establecen en el apéndice 2 del presente anexo.

5.2.4. La utilización de la adherencia por parte del sistema antibloqueo deberá comprobarse con vehículos completos equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 1 o 2. En el caso de vehículos equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 3, solo deberán cumplir este requisito los ejes que tengan como mínimo una rueda controlada directamente.

5.2.5. La condición $\varepsilon \geq 0,75$ deberá comprobarse con el vehículo con y sin carga ⁽⁷⁾.

El ensayo con carga sobre una superficie de alta adherencia podrá omitirse si, ejerciendo la fuerza prescrita sobre el dispositivo de mando, no se obtiene la modulación cíclica del sistema antibloqueo.

En el caso del ensayo sin carga, la fuerza sobre el mando podrá aumentarse hasta 100 daN si no se logra la modulación cíclica con el valor de fuerza total ⁽⁸⁾. Si 100 daN no bastan para lograr la modulación cíclica del sistema, podrá omitirse este ensayo. En los sistemas de frenado neumáticos, la presión del aire no podrá aumentar, a efectos de este ensayo, por encima de la presión de desconexión.

5.3. Comprobaciones adicionales

Las siguientes comprobaciones adicionales deberán realizarse con el motor desembragado y con el vehículo con y sin carga.

- 5.3.1. Las ruedas controladas directamente por un sistema antibloqueo no deberán bloquearse cuando se ejerza súbitamente sobre el dispositivo de mando la fuerza total ⁽⁸⁾, sobre las superficies de calzada indicadas en el punto 5.2.2 del presente anexo y a una velocidad inicial de 40 km/h y una velocidad inicial elevada según el siguiente cuadro ⁽⁹⁾, ⁽¹⁰⁾:

	Categoría de vehículos	Velocidad máxima de ensayo
Superficie de alta adherencia	Todas las categorías excepto N2, N3 con carga	0,8 $v_{\max} \leq 120$ km/h
	N2, N3 con carga	0,8 $v_{\max} \leq 80$ km/h
Superficie de baja adherencia	N1	0,8 $v_{\max} \leq 120$ km/h
	M2, M3 y N2, excepto tractocamiones para semirremolques	0,8 $v_{\max} \leq 80$ km/h
	Tractocamiones para semirremolques de las categorías N3 y N2	0,8 $v_{\max} \leq 70$ km/h

- 5.3.2. Cuando un eje pase de una superficie de alta adherencia (k_H) a una superficie de baja adherencia (k_L), siendo $k_H \geq 0,5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹¹⁾ y ejerciéndose sobre el dispositivo de mando la fuerza total ⁽⁸⁾, las ruedas controladas directamente no deberán bloquearse. La velocidad de marcha y el momento de aplicar los frenos deberán calcularse de manera que, con el sistema antibloqueo en modulación cíclica sobre la superficie de alta adherencia, el paso de una superficie a otra se realice a alta y a baja velocidad en las condiciones establecidas en el punto 5.3.1 del presente anexo ⁽¹⁰⁾.
- 5.3.3. Cuando un vehículo pase de una superficie de baja adherencia (k_L) a una superficie de alta adherencia (k_H), siendo $k_H \geq 0,5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹¹⁾ y ejerciéndose sobre el dispositivo de mando la fuerza total ⁽⁸⁾, la desaceleración del vehículo deberá alcanzar un valor alto adecuado en un tiempo razonable y sin que el vehículo se desvíe de su trayectoria inicial. La velocidad de marcha y el momento de aplicar los frenos deberán calcularse de manera que, con el sistema antibloqueo en modulación cíclica sobre la superficie de baja adherencia, el paso de una superficie a otra se produzca a unos 50 km/h.
- 5.3.4. En el caso de vehículos equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 1 o 2, cuando las ruedas de la derecha y de la izquierda del vehículo se encuentren sobre superficies con distintos coeficientes de adherencia (k_H y k_L), siendo $k_H \geq 0,5$ y $k_H/k_L \geq 2$ ⁽¹¹⁾, las ruedas controladas directamente no deberán bloquearse cuando se ejerza súbitamente sobre el dispositivo de mando la fuerza total ⁽⁸⁾ a una velocidad de 50 km/h.
- 5.3.5. Por otra parte, los vehículos con carga equipados con sistemas antibloqueo de la categoría 1 deberán cumplir, en las condiciones del punto 5.3.4 del presente anexo, el coeficiente de frenado prescrito en el apéndice 3 del mismo.
- 5.3.6. No obstante, en los ensayos establecidos en los puntos 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4 y 5.3.5 del presente anexo se permitirán breves períodos de bloqueo de las ruedas. Además, se permitirá el bloqueo de las ruedas a velocidades inferiores a 15 km/h; asimismo, el bloqueo de las ruedas controladas indirectamente está permitido a cualquier velocidad, aunque la estabilidad y maniobrabilidad del vehículo no deberán resultar afectadas.
- 5.3.7. En los ensayos establecidos en los puntos 5.3.4 y 5.3.5 del presente anexo está permitido corregir la dirección si la rotación angular del mando de dirección no supera los 120° en los dos primeros segundos ni los 240° en total. Asimismo, al comienzo de estos ensayos, el plano longitudinal mediano del vehículo deberá pasar por la línea de separación entre las superficies de alta y baja adherencia y, en el transcurso de los mismos, ninguna parte de los neumáticos (exteriores) deberá rebasar esa línea ⁽⁷⁾.

6. DISPOSICIONES ESPECIALES APLICABLES A LOS REMOLQUES

6.1. Consumo de energía

Los remolques equipados con sistemas antibloqueo deberán estar diseñados de manera que, aunque el dispositivo de mando del frenado de servicio se haya mantenido accionado a fondo durante un cierto tiempo, conserven suficiente energía para detenerse dentro de una distancia razonable.

6.1.1. El cumplimiento del requisito anterior deberá comprobarse siguiendo el procedimiento que se indica a continuación, con el vehículo sin carga, sobre una calzada horizontal y rectilínea que tenga una superficie con buen coeficiente de adherencia ⁽¹²⁾, con los frenos lo más ajustados posible y la válvula reguladora/sensora de carga (de haberla) en la posición «con carga» a lo largo de todo el ensayo.

6.1.2. En el caso de los sistemas de frenado de aire comprimido, el nivel inicial de energía en los dispositivos de almacenamiento de energía para la transmisión deberá ser equivalente a una presión de 800 kPa en el cabezal de acoplamiento del conducto de alimentación del remolque.

6.1.3. A una velocidad mínima inicial de 30 km/h se apretarán a fondo los frenos durante un tiempo $t = 15$ s, durante el cual todas las ruedas deberán permanecer bajo el control del sistema antibloqueo. En el transcurso de este ensayo deberá cortarse la alimentación de los dispositivos de almacenamiento de energía para la transmisión.

Si el tiempo $t = 15$ s no puede alcanzarse en una única fase de frenado, se añadirán más fases. Durante estas fases no se aportará energía nueva a los dispositivos de almacenamiento de energía para la transmisión y, a partir de la segunda fase, habrá que tomar en consideración el consumo adicional de energía para rellenar los accionadores, siguiendo, por ejemplo, el procedimiento de ensayo expuesto a continuación.

La presión de los depósitos al comenzar la primera fase ha de ser la indicada en el punto 6.1.2 del presente anexo. Cuando empiecen las siguientes fases, la presión de los depósitos después de apretar los frenos no deberá ser inferior a la que había al final de la fase anterior.

En las fases subsiguientes, el único tiempo que debe tenerse en cuenta es el que comienza en el momento en que la presión de los depósitos es igual a la que había al final de la fase anterior.

6.1.4. Al finalizar el frenado, y con el vehículo parado, se accionará cuatro veces a fondo el dispositivo de mando del frenado de servicio. Durante la quinta aplicación, la presión en el circuito operativo deberá ser suficiente para obtener en la periferia de las ruedas una fuerza total de frenado igual o superior al 22,5 % de la carga estacionaria máxima por rueda, sin que se produzca una aplicación automática de ningún sistema de frenado que no esté bajo el control del sistema antibloqueo.

6.2. Utilización de la adherencia

6.2.1. Se considerará que los sistemas de frenado equipados con un sistema antibloqueo son satisfactorios si se cumple la condición $\varepsilon \geq 0,75$, donde ε representa la adherencia utilizada, según se define en el punto 2 del apéndice 2 del presente anexo. El cumplimiento de este requisito deberá verificarse con el vehículo sin carga y situado sobre una superficie horizontal y rectilínea con buen coeficiente de adherencia ⁽¹²⁾, ⁽¹³⁾.

6.2.2. Con el fin de eliminar los efectos de las diferenciales de temperatura entre los frenos, se recomienda determinar z_{RAL} antes que k_R .

6.3. Comprobaciones adicionales

6.3.1. A velocidades superiores a 15 km/h, las ruedas controladas directamente por un sistema antibloqueo no deberán bloquearse cuando sobre el dispositivo de mando del vehículo tractor se ejerza súbitamente la fuerza total ⁽⁸⁾. Esto deberá comprobarse en las condiciones prescritas en el punto 6.2 del presente anexo, a velocidades iniciales de 40 km/h y 80 km/h.

- 6.3.2. Las disposiciones del presente punto solo se aplicarán a los remolques equipados con un sistema antibloqueo de la categoría A. Cuando las ruedas de la derecha y de la izquierda estén situadas sobre superficies que den lugar a coeficientes de frenado máximos diferentes (Z_{RALH} y Z_{RALL}), siendo,

$$\frac{Z_{RALH}}{k_H} \geq 0,5 \quad \frac{Z_{RALL}}{k_L} \geq 2$$

las ruedas controladas directamente no deberán bloquearse cuando sobre el dispositivo de mando del vehículo tractor se ejerza súbitamente la fuerza total ⁽⁸⁾, a una velocidad de 50 km/h. La razón Z_{RALH}/Z_{RALL} podrá comprobarse siguiendo el procedimiento del punto 2 del apéndice 2 del presente anexo, o bien mediante cálculo. En esas condiciones, el vehículo sin carga deberá obtener el coeficiente de frenado prescrito en el apéndice 3 del presente anexo ⁽¹³⁾.

- 6.3.3. A velocidades ≥ 15 km/h se permite que las ruedas controladas directamente se bloqueen durante breves períodos de tiempo, pero a velocidades < 15 km/h es admisible cualquier bloqueo de las ruedas. Las ruedas controladas indirectamente podrán bloquearse a cualquier velocidad, pero en ningún caso deberá comprometerse la estabilidad.

(1) Se considera que los sistemas antibloqueo de control según la rueda con mayor adherencia tienen ruedas controladas directa e indirectamente; en los sistemas de control según la rueda con menor adherencia, se considera que todas las ruedas con sensor están controladas directamente.

(2) El fabricante deberá facilitar al servicio técnico la documentación relativa a los controladores en el formato que figura en el anexo 18.

(3) La señal de aviso podrá volver a encenderse mientras el vehículo permanezca inmóvil, siempre que se apague antes de que el vehículo alcance los 10 km/h o los 15 km/h, según proceda, cuando no haya ningún fallo.

(4) El conector ISO 7638:1997 podrá utilizarse con cinco o siete patillas, según proceda.

(5) Se entiende que los dispositivos que varían el modo de control del sistema antibloqueo no están sujetos al punto 4.5 de este anexo si con el modo de control cambiado se cumplen todos los requisitos exigidos a la categoría de sistemas antibloqueo con los que está equipado el vehículo. Sí deberán cumplirse, sin embargo, los puntos 4.5.2, 4.5.3 y 4.5.4 del presente anexo.

(6) Mientras no se generalicen este tipo de superficies de ensayo, el servicio técnico podrá optar por utilizar neumáticos al límite del desgaste y valores más altos, de hasta 0,4. Deberán consignarse el valor efectivo obtenido y el tipo de neumáticos y de superficie utilizado.

(7) Hasta que se establezca un procedimiento de ensayo uniforme, los ensayos exigidos por este punto quizá tengan que repetirse en el caso de vehículos equipados con sistemas de frenado eléctrico regenerativo, a fin de determinar el efecto de los distintos valores de distribución del frenado proporcionados por las funciones automáticas del vehículo.

(8) Se entiende por «fuerza total» la fuerza máxima establecida en el anexo 4 para la categoría de vehículos de que se trate; podrá utilizarse una fuerza mayor si es preciso para activar el sistema antibloqueo.

(9) Lo dispuesto en este punto es aplicable con efectos a partir del 13 de marzo de 1992 (Decisión del Grupo de Trabajo sobre la Construcción de Vehículos, TRANS/SC.1/WP.29/341, apartado 23).

(10) El objetivo de estos ensayos es comprobar que las ruedas no se bloquean y el vehículo conserva su estabilidad; por tanto, no es necesario parar del todo el vehículo sobre la superficie de baja adherencia.

(11) k_H es el coeficiente de la superficie de alta adherencia.

k_L es el coeficiente de la superficie de baja adherencia.

k_H y k_L se medirán con arreglo al apéndice 2 del presente anexo.

(12) Si el coeficiente de adherencia de la pista de ensayo es demasiado elevado e impide la modulación cíclica del sistema de frenado antibloqueo, podrá efectuarse el ensayo en una superficie de menor coeficiente de adherencia.

(13) En el caso de los remolques equipados con un sensor de carga en los frenos, podrá aumentarse la presión de este dispositivo para garantizar la modulación cíclica.

APÉNDICE 1

Cuadro

Símbolos y definiciones

SÍMBOLO	NOTAS
E	Batalla
E_R	Distancia entre el pivote de acoplamiento y el centro del eje o los ejes del semirremolque (o distancia entre el enganche de la barra de tracción y el centro del eje o los ejes del remolque de eje central)
ε	Adherencia utilizada del vehículo: cociente del coeficiente máximo de frenado con el sistema antibloqueo operativo (z_{Al}) y el coeficiente de adherencia (k)
ε_i	Valor ε medido en el eje i (en el caso de un vehículo de motor con un sistema antibloqueo de la categoría 3)
ε_H	Valor ε en la superficie de alta adherencia
ε_L	Valor ε en la superficie de baja adherencia
F	Fuerza [N]
F_{bR}	Fuerza de frenado del remolque con el sistema antibloqueo inoperativo
F_{bRmax}	Valor máximo de F_{bR}
F_{bRmaxi}	Valor F_{bRmax} frenando solo el eje i del remolque
F_{bRAL}	Fuerza de frenado del remolque con el sistema antibloqueo operativo
F_{Cnd}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes no motrices sin frenos del conjunto de vehículos en condiciones estáticas
F_{Cd}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes motrices sin frenos del conjunto de vehículos en condiciones estáticas
F_{dyn}	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada en condiciones dinámicas con el sistema antibloqueo operativo
F_{idyn}	F_{dyn} sobre el eje i en el caso de vehículos de motor o remolques completos
F_i	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje i en condiciones estáticas
F_M	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre todas las ruedas del vehículo de motor (tractor)
$F_{Mnd}^{(1)}$	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes no motrices sin frenos del vehículo de motor
$F_{Md}^{(1)}$	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes motrices sin frenos del vehículo de motor
F_R	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre todas las ruedas del remolque
F_{Rdyn}	Reacción dinámica perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes del semirremolque o del remolque de eje central
$F_{WM}^{(1)}$	$0,01 F_{Mnd} + 0,015 F_{Md}$
G	Aceleración debida a la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)
H	Altura del centro de gravedad indicada por el fabricante y aceptada por el servicio técnico que realiza el ensayo de homologación
h_D	Altura de la barra de tracción (punto de articulación en el remolque)
h_K	Altura del acoplamiento de la quinta rueda (pivote de acoplamiento)
h_R	Altura del centro de gravedad del remolque
K	Coefficiente de adherencia entre el neumático y la calzada
k_f	Factor k de un eje delantero

SÍMBOLO	NOTAS
k_H	Valor k determinado en la superficie de alta adherencia
k_i	Valor k determinado en el eje i de un vehículo con sistema antibloqueo de la categoría 3
k_L	Valor k determinado en la superficie de baja adherencia
k_{lock}	Valor de adherencia correspondiente a un deslizamiento del 100 %
k_M	Factor k del vehículo de motor
k_{peak}	Valor máximo de la curva «adherencia frente a deslizamiento»
k_r	Factor k de un eje trasero
k_R	Factor k del remolque
P	Masa del vehículo [kg]
R	Razón de k_{peak} con respecto a k_{lock}
t	Intervalo de tiempo [s]
t_m	Valor medio de t
t_{min}	Valor mínimo de t
z	Coefficiente de frenado
z_{AL}	Coefficiente de frenado z del vehículo con el sistema antibloqueo operativo
z_C	Coefficiente de frenado z del conjunto de vehículos, frenando solo el remolque y estando el sistema antibloqueo inoperativo
z_{CAL}	Coefficiente de frenado z del conjunto de vehículos, frenando solo el remolque y estando el sistema antibloqueo operativo
z_{Cmax}	Valor máximo de z_C
z_{Cmaxi}	Valor máximo de z_C frenando solo el eje i del remolque
z_m	Coefficiente medio de frenado
z_{max}	Valor máximo de z
z_{MALS}	z_{AL} del vehículo de motor en una «superficie dividida»
z_R	Coefficiente de frenado z del remolque con el sistema antibloqueo inoperativo
z_{RAL}	z_{AL} del remolque obtenido frenando todos los ejes, con el vehículo de motor sin frenar y su motor desembragado
z_{RALH}	z_{RAL} en la superficie con alto coeficiente de adherencia
z_{RALL}	z_{RAL} en la superficie con bajo coeficiente de adherencia
z_{RALS}	z_{RAL} en la superficie dividida
z_{RH}	z_R en la superficie con alto coeficiente de adherencia
z_{RL}	z_R en la superficie con bajo coeficiente de adherencia
z_{RHmax}	Valor máximo de z_{RH}
z_{RLmax}	Valor máximo de z_{RL}
z_{Rmax}	Valor máximo de z_R

(¹) F_{Mnd} y F_{Md} en el caso de vehículos de motor de dos ejes: estos símbolos podrán simplificarse con los símbolos F_i correspondientes.

APÉNDICE 2

UTILIZACIÓN DE LA ADHERENCIA

1. MÉTODO DE MEDICIÓN PARA VEHÍCULOS DE MOTOR

1.1. Determinación del coeficiente de adherencia (k)

1.1.1. El coeficiente de adherencia (k) será el cociente entre las fuerzas máximas de frenado sin bloquear las ruedas y la correspondiente carga dinámica sobre el eje que se frena.

1.1.2. Solo deberán apretarse los frenos de uno de los ejes del vehículo sometido al ensayo, a una velocidad inicial de 50 km/h. Las fuerzas de frenado deberán distribuirse entre las ruedas del eje hasta alcanzar el máximo rendimiento. El sistema antibloqueo deberá estar desconectado o inoperativo a velocidades de 40 km/h a 20 km/h.

1.1.3. Para determinar el coeficiente máximo de frenado del vehículo (z_{\max}) deberán efectuarse varios ensayos aumentando sucesivamente la presión de los conductos. En cada ensayo deberá mantenerse una fuerza de entrada constante y el coeficiente de frenado se determinará en función del tiempo (t) necesario para que la velocidad se reduzca de 40 km/h a 20 km/h, mediante la fórmula:

$$z = \frac{0,566}{t}$$

z_{\max} es el valor máximo de z; t se expresa en segundos.

1.1.3.1. A menos de 20 km/h podrán bloquearse las ruedas.

1.1.3.2. A partir del valor mínimo de t registrado, denominado t_{\min} , se seleccionarán tres valores de t comprendidos entre t_{\min} y $1,05 t_{\min}$, se calculará la media aritmética t_m y a continuación se aplicará la siguiente fórmula:

$$z_m = \frac{0,566}{t_m}$$

Si se demuestra que, por motivos prácticos, los tres valores mencionados no pueden obtenerse, podrá emplearse el tiempo mínimo t_{\min} . No obstante, seguirán siendo de aplicación los requisitos del punto 1.3.

1.1.4. Las fuerzas de frenado deberán calcularse partiendo del coeficiente de frenado medido y de la resistencia a la rodadura de los ejes sin frenos, que es igual a 0,015 y 0,010 veces la carga estática soportada, respectivamente, por un eje motriz y un eje no motriz.

1.1.5. La carga dinámica sobre el eje será la calculada con las fórmulas del anexo 10.

1.1.6. El valor de k deberá redondearse al tercer decimal.

1.1.7. Seguidamente, se repetirá el ensayo con los demás ejes como se indica en los puntos 1.1.1 a 1.1.6 (véanse las excepciones en los puntos siguientes 1.4 y 1.5).

1.1.8. Por ejemplo, en el caso de un vehículo de motor de dos ejes con tracción en las ruedas traseras, frenando el eje delantero (1), el coeficiente de adherencia (k) vendrá dado por la fórmula:

$$k_f = \frac{z_m \cdot P \cdot g - 0,015 \cdot F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \cdot z_m \cdot P \cdot g}$$

1.1.9. Uno de los coeficientes se determinará para el eje delantero k_f y otro para el eje trasero k_r .

1.2. Determinación de la adherencia utilizada (ϵ)

- 1.2.1. La adherencia utilizada (ϵ) se define como el cociente entre el coeficiente máximo de frenado con el sistema antibloqueo operativo (z_{AL}) y el coeficiente de adherencia (k_M), es decir:

$$\epsilon = \frac{z_{AL}}{k_M}$$

- 1.2.2. Partiendo de una velocidad inicial de 55 km/h, el coeficiente máximo de frenado (z_{AL}) deberá medirse con la modulación cíclica del sistema de frenado antibloqueo y sobre la base del valor medio de tres ensayos, según el punto 1.1.3 del presente apéndice, en función del tiempo necesario para que la velocidad se reduzca de 45 km/h a 15 km/h, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$z_{AL} = \frac{0,849}{t_m}$$

- 1.2.3. El coeficiente de adherencia k_M se determinará ponderándolo con las cargas dinámicas sobre los ejes:

$$k_M = \frac{k_f \cdot F_{fdyn} + k_r \cdot F_{rdyn}}{P \cdot g}$$

donde:

$$F_{fdyn} = F_f + \frac{h}{E} \cdot z_{AL} \cdot P \cdot g$$

$$F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \cdot z_{AL} \cdot P \cdot g$$

- 1.2.4. El valor de ϵ deberá redondearse al segundo decimal.
- 1.2.5. Cuando se trate de un vehículo equipado con un sistema antibloqueo de la categoría 1 o 2, el valor de z_{AL} se basará en el vehículo completo con el sistema antibloqueo operativo, y la adherencia utilizada (ϵ) será la obtenida con la fórmula mencionada en el punto 1.2.1 del presente anexo.
- 1.2.6. En el caso de un vehículo equipado con un sistema antibloqueo de la categoría 3, el valor de z_{AL} se determinará en todos los ejes que tengan al menos una rueda controlada directamente. Por ejemplo, si es un vehículo de dos ejes con tracción en las ruedas traseras y con un sistema antibloqueo que actúa únicamente sobre el eje trasero (2), la adherencia utilizada (ϵ) vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$\epsilon_2 = \frac{z_{AL} \cdot P \cdot g - 0,010 \cdot F_1}{k_2(F_2 - \frac{h}{E} \cdot z_{AL} \cdot P \cdot g)}$$

Este cálculo deberá realizarse en todos los ejes que tengan, como mínimo, una rueda controlada directamente.

- 1.3. Si $\epsilon > 1,00$, deberán repetirse las mediciones de los coeficientes de adherencia. Se admite una tolerancia del 10 %.
- 1.4. Para establecer el valor k de los vehículos de motor de tres ejes solo se utilizará el eje que no esté asociado a un bogie compacto ⁽¹⁾.
- 1.5. En los vehículos de las categorías N_2 y N_3 con una batalla inferior a 3,80 m y $h/E \geq 0,25$ se omitirá la determinación del coeficiente de adherencia del eje trasero.
- 1.5.1. En ese caso, la adherencia utilizada (ϵ) se define como el cociente entre el coeficiente máximo de frenado con el sistema antibloqueo operativo (z_{AL}) y el coeficiente de adherencia (k_f), es decir:

$$\epsilon = \frac{z_{AL}}{k_f}$$

⁽¹⁾ Hasta que se acuerde un procedimiento de ensayo uniforme, los vehículos de más de tres ejes y los vehículos especiales estarán sujetos a consulta con el servicio técnico.

2. MÉTODO DE MEDICIÓN PARA REMOLQUES

2.1. Generalidades

2.1.1. El coeficiente de adherencia (k) será el cociente entre las fuerzas máximas de frenado sin bloquear las ruedas y la correspondiente carga dinámica sobre el eje que se frena.

2.1.2. Solo deberán apretarse los frenos de uno de los ejes del vehículo sometido al ensayo, a una velocidad inicial de 50 km/h. Las fuerzas de frenado deberán distribuirse entre las ruedas del eje hasta alcanzar el máximo rendimiento. El sistema antibloqueo deberá estar desconectado o inoperativo a velocidades de 40 km/h a 20 km/h.

2.1.3. Para determinar el coeficiente máximo de frenado del conjunto de vehículos (z_{Cmax}), frenando solo el remolque, deberán efectuarse varios ensayos aumentando sucesivamente la presión de los conductos. En cada ensayo deberá mantenerse una fuerza de entrada constante y el coeficiente de frenado se determinará en función del tiempo (t) necesario para que la velocidad se reduzca de 40 km/h a 20 km/h, mediante la fórmula:

$$z_C = \frac{0,566}{t}$$

2.1.3.1. A menos de 20 km/h podrán bloquearse las ruedas.

2.1.3.2. A partir del valor mínimo de t registrado, denominado t_{min} , se seleccionarán tres valores de t comprendidos entre t_{min} y $1,05 t_{min}$, se calculará la media aritmética t_m y a continuación se aplicará la siguiente fórmula:

$$z_{Cmax} = \frac{0,566}{t_m}$$

Si se demuestra que, por motivos prácticos, los tres valores mencionados no pueden obtenerse, podrá emplearse el tiempo mínimo t_{min} .

2.1.4. La adherencia utilizada (ϵ) se calculará por medio de la fórmula siguiente:

$$\epsilon = \frac{z_{RAL}}{k_R}$$

El valor k ha de determinarse según el punto 2.2.3, en el caso de los remolques completos, o el punto 2.3.1, en el de los semirremolques, del presente apéndice.

2.1.5. Si $\epsilon > 1,00$, deberán repetirse las mediciones de los coeficientes de adherencia. Se admite una tolerancia del 10 %.

2.1.6. El coeficiente máximo de frenado (z_{RAL}) deberá medirse con la modulación cíclica del sistema de frenado antibloqueo y el vehículo tractor sin frenar, sobre la base del valor medio de tres ensayos, como se indica en el punto 2.1.3 del presente apéndice.

2.2. Remolques completos

2.2.1. El valor de k (con el sistema antibloqueo desconectado o inoperativo, entre 40 km/h y 20 km/h) se medirá en los ejes delanteros y traseros.

En un eje delantero i :

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0,01F_{Cnd} - 0,015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i + \frac{z_{Cmaxi}(F_M \cdot h_D + g \cdot P \cdot h_R) - F_{WM} \cdot h_D}{E}$$

$$k_f = \frac{F_{bRmaxi}}{F_{idyn}}$$

En un eje trasero i:

$$F_{bRmaxi} = z_{Cmaxi}(F_M + F_R) - 0,01F_{Cnd} - 0,015F_{Cd}$$

$$F_{idyn} = F_i - \frac{z_{Cmaxi}(F_M \cdot h_D + g \cdot P \cdot h_R) - F_{WM} \cdot h_D}{E}$$

$$k_r = \frac{F_{bRmaxi}}{F_{idyn}}$$

2.2.2. Los valores de k_f y k_r se redondearán al tercer decimal.

2.2.3. El coeficiente de adherencia k_R se determinará proporcionalmente según las cargas dinámicas sobre los ejes:

$$k_R = \frac{k_f \cdot F_{fdyn} + k_r \cdot F_{rdyn}}{P \cdot g}$$

2.2.4. Medición de z_{RAL} (con el sistema antibloqueo operativo)

$$Z_{RAL} = \frac{Z_{CAL} \cdot (F_M + F_R) - 0,01F_{Cnd} - 0,015F_{Cd}}{F_R}$$

z_{RAL} debe determinarse en una superficie de elevado coeficiente de adherencia y, en el caso de los vehículos con un sistema antibloqueo de la categoría A, también en una superficie de bajo coeficiente de adherencia.

2.3. Semirremolques y remolques de eje central

2.3.1. El valor de k (con el sistema antibloqueo desconectado o inoperativo, entre 40 km/h y 20 km/h) deberá medirse con las ruedas montadas solamente en un eje, desmontando las de los demás.

$$F_{bRmax} = z_{Cmax} \cdot (F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRmax} \cdot h_K + z_{Cmax} \cdot g \cdot P \cdot (h_R - h_K)}{E_R}$$

$$k = \frac{F_{bRmax}}{F_{Rdyn}}$$

2.3.2. El valor de z_{RAL} (con el sistema antibloqueo operativo) deberá medirse con todas las ruedas montadas.

$$F_{bRAL} = Z_{CAL} \cdot (F_M + F_R) - F_{WM}$$

$$F_{Rdyn} = F_R - \frac{F_{bRAL} \cdot h_K + z_{CAL} \cdot g \cdot P \cdot (h_R - h_K)}{E_R}$$

$$z_{RAL} = \frac{F_{bRAL}}{F_{Rdyn}}$$

z_{RAL} debe determinarse en una superficie de elevado coeficiente de adherencia y, en el caso de los vehículos con un sistema antibloqueo de la categoría A, también en una superficie de bajo coeficiente de adherencia.

APÉNDICE 3

RENDIMIENTO SOBRE SUPERFICIES DE DISTINTA ADHERENCIA

1. VEHÍCULOS DE MOTOR

- 1.1. El coeficiente de frenado al que se refiere el punto 5.3.5 del presente anexo podrá calcularse partiendo del coeficiente de adherencia medido de las dos superficies sobre las que se efectúa este ensayo. Estas dos superficies deberán cumplir las condiciones prescritas en el punto 5.3.4 del presente anexo.
- 1.2. El coeficiente de adherencia (k_H y k_L) de las superficies de alta y baja adherencia deberá determinarse con arreglo a lo dispuesto en el punto 1.1 del apéndice 2 del presente anexo.
- 1.3. El coeficiente de frenado (z_{MALS}) de los vehículos de motor con carga será:

$$z_{MALS} \geq 0,75 \frac{4k_L + k_H}{5} \text{ and } z_{MALS} \geq k_L$$

2. REMOLQUES

- 2.1. El coeficiente de frenado mencionado en el punto 6.3.2 del presente anexo podrá calcularse tomando como referencia los coeficientes de frenado z_{RALH} y z_{RALL} medidos en las dos superficies en las que se llevan a cabo los ensayos con el sistema antibloqueo operativo. Estas dos superficies deberán cumplir las condiciones prescritas en el punto 6.3.2 del presente anexo.
- 2.2. El coeficiente de frenado z_{RALS} será:

$$z_{RALS} \geq \frac{0,75}{\epsilon_H} \cdot \frac{4z_{RALL} + z_{RALH}}{5}$$

y

$$z_{RALS} > \frac{z_{RALL}}{\epsilon_H}$$

Si $\epsilon_H > 0,95$, se toma el valor $\epsilon_H = 0,95$.

APÉNDICE 4

MÉTODO DE SELECCIÓN DE LAS SUPERFICIES DE BAJA ADHERENCIA

1. Deberá entregarse al servicio técnico información detallada sobre el coeficiente de adherencia de la superficie seleccionada, según lo indicado en el punto 5.1.1.2 del presente anexo.
 - 1.1. Entre los datos proporcionados deberá incluirse una curva del coeficiente de adherencia en relación con el deslizamiento (deslizamiento del 0 % al 100 %) a una velocidad de aproximadamente 40 km/h ⁽¹⁾.
 - 1.1.1. El valor máximo de la curva representará k_{peak} y el valor con un deslizamiento del 100 % representará k_{lock} .
 - 1.1.2. La razón R será el cociente entre k_{peak} y k_{lock} .
$$R = \frac{k_{\text{peak}}}{k_{\text{lock}}}$$
 - 1.1.3. El valor de R se redondeará al primer decimal.
 - 1.1.4. La superficie que se utilice deberá tener una razón R de 1,0 a 2,0 ⁽²⁾.
 2. Antes de los ensayos, el servicio técnico deberá asegurarse de que la superficie seleccionada cumple los requisitos especificados y ser informado de lo siguiente:
 - a) el método de ensayo para determinar R;
 - b) el tipo de vehículo (vehículo de motor, remolque, etc.);
 - c) la carga por eje y los neumáticos (deberán ensayarse diferentes cargas y diferentes neumáticos y entregarse los resultados al servicio técnico, que decidirá si son representativos del vehículo que se quiere homologar).
- 2.1. El valor de R deberá figurar en el acta de ensayo.

La calibración de la superficie deberá realizarse al menos una vez al año utilizando un vehículo representativo, a fin de verificar la estabilidad de R.

⁽¹⁾ Hasta que se haya acordado un procedimiento de ensayo uniforme para determinar la curva de adherencia de los vehículos cuya masa máxima supere las 3,5 t, podrá utilizarse la curva de los turismos. En tal caso, la razón k_{peak} respecto a k_{lock} se establecerá utilizando el valor k_{peak} definido en el apéndice 2 del presente anexo. Si así lo autoriza el servicio técnico, el coeficiente de adherencia descrito en el presente punto podrá determinarse con otro método, siempre que se demuestre la equivalencia de los valores de k_{peak} y k_{lock} .

⁽²⁾ Hasta que ese tipo de superficies de ensayo se generalice, se aceptará una razón R de hasta 2,5, que deberá discutirse con el servicio técnico.

ANEXO 14

Condiciones de ensayo para los remolques con sistemas de frenado eléctricos

1. GENERALIDADES

- 1.1. En las disposiciones que se establecen a continuación, se entiende por sistemas de frenado eléctricos los sistemas de frenado de servicio consistentes en un dispositivo de mando, un dispositivo de transmisión electromecánica y unos frenos de fricción. El dispositivo de mando eléctrico destinado a regular la tensión del remolque deberá estar instalado a bordo de este.
- 1.2. La energía eléctrica necesaria para el sistema de frenado eléctrico será suministrada al remolque por el vehículo tractor.
- 1.3. Los sistemas de frenado eléctricos serán accionados por el sistema de frenado de servicio del vehículo tractor.
- 1.4. La tensión nominal será de 12 V.
- 1.5. El consumo de corriente máximo no deberá ser superior a 15 A.
- 1.6. La conexión eléctrica del sistema de frenado eléctrico con el vehículo tractor se efectuará por medio de una clavija y una base especiales conforme a ... ⁽¹⁾, debiendo la clavija ser incompatible con las bases del equipo de alumbrado del vehículo. La clavija y el cable deberán estar situados en el remolque.

2. CONDICIONES RELATIVAS AL REMOLQUE

- 2.1. Si el remolque lleva una batería alimentada por la unidad de alimentación de energía del vehículo tractor, deberá estar separada de su conducto de alimentación durante el frenado de servicio del remolque.
- 2.2. En el caso de los remolques cuya masa sin carga sea inferior al 75 % de su masa máxima, la fuerza de frenado deberá regularse automáticamente en función de su condición de carga.
- 2.3. Los sistemas de frenado eléctricos deberán estar diseñados de manera que, aun cuando la tensión de los conductos de conexión descienda a un valor de 7 V, se mantenga un efecto de frenado del 20 % de (la suma de) las cargas estacionarias máximas por eje.
- 2.4. Si el remolque tiene más de un eje y un dispositivo de remolque regulable en sentido vertical, los dispositivos de mando destinados a regular la fuerza de frenado que reaccionen a la inclinación en el sentido de la marcha (péndulo, sistema de muelle y peso, interruptor de inercia de líquido), deberán ir fijados al chasis. En el caso de los remolques de un solo eje y de remolques con ejes agrupados separados por una distancia inferior a 1 m, tales dispositivos de mando deberán estar equipados con un mecanismo que señale la posición horizontal (por ejemplo, un nivel de burbuja) y poder regularse manualmente para poder colocar el mecanismo en el plano horizontal correspondiente al sentido de la marcha del vehículo.
- 2.5. El relé conectado al conducto de activación y destinado a activar la corriente de frenado de acuerdo con el punto 5.2.1.19.2 del presente Reglamento, deberá estar situado en el remolque.
- 2.6. Deberá haber una base ficticia para guardar la clavija.
- 2.7. Asimismo, deberá haber un testigo en el dispositivo de mando que se encienda cada vez que se apriete el freno e indique el buen funcionamiento del sistema de frenado eléctrico del remolque.

3. RENDIMIENTO

- 3.1. Los sistemas de frenado eléctricos deberán responder a una desaceleración del conjunto vehículo tractor-remolque no superior a 0,4 m/s².
- 3.2. El efecto de frenado podrá comenzar con una fuerza de frenado inicial no superior al 10 % de (la suma de) las cargas estacionarias máximas por eje ni al 13 % de (la suma de) las cargas estacionarias por eje del remolque sin carga.

⁽¹⁾ En estudio. Hasta que se determinen las características de esta conexión especial, deberá utilizarse el tipo que señale la autoridad nacional que conceda la homologación.

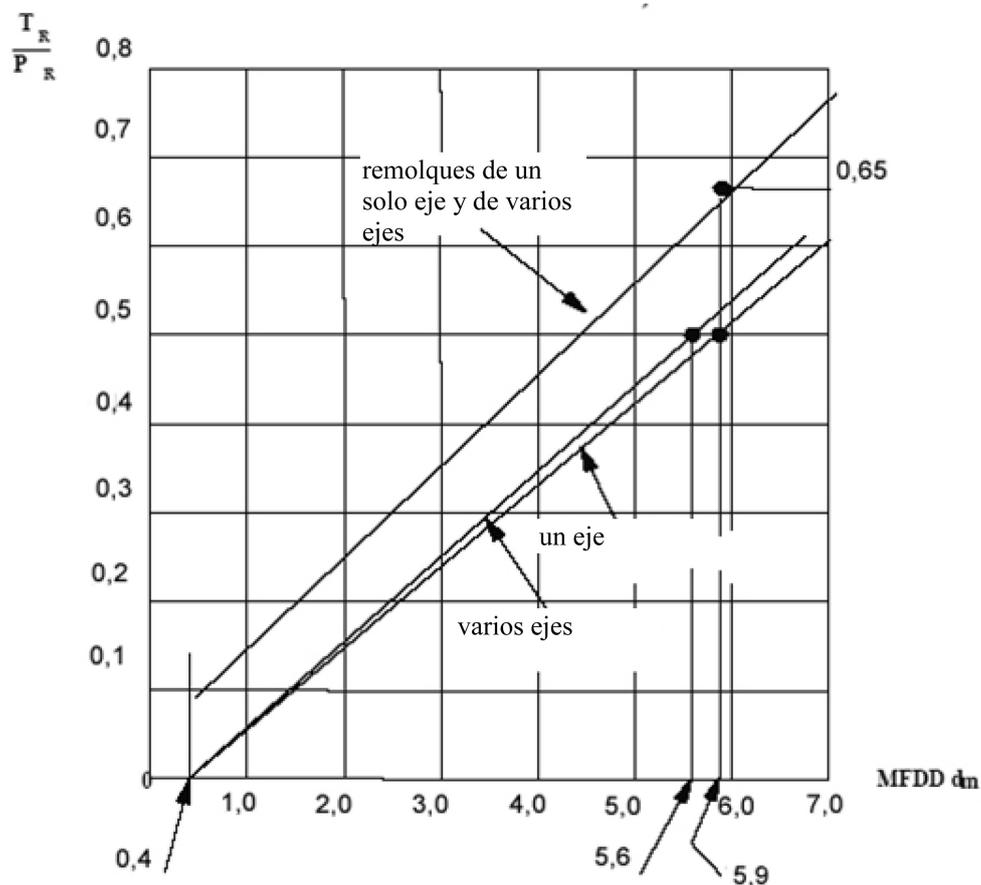
- 3.3. Las fuerzas de frenado podrán también incrementarse por etapas. Con niveles de fuerzas de frenado superiores a los indicados en el punto 3.2 del presente anexo, dichas etapas no deberán exceder del 6 % de (la suma de) las cargas estacionarias máximas por eje ni del 8 % de (la suma de) las cargas estacionarias por eje del remolque sin carga.

No obstante, en el caso de remolques de un solo eje con una masa máxima no superior a 1,5 t, la primera etapa no deberá sobrepasar el 7 % de (la suma de) las cargas estacionarias máximas por eje del remolque. Para las etapas siguientes se admitirá un aumento del 1 % de este valor (por ejemplo: primera etapa 7 %, segunda 8 %, tercera 9 %, etc.; no conviene que las etapas posteriores excedan del 10 %). En relación con estas disposiciones, un remolque de dos ejes cuya batalla sea inferior a 1 m se considerará un remolque de un solo eje.

- 3.4. La fuerza de frenado prescrita del 50 %, como mínimo, de la carga máxima total por eje deberá alcanzarse —con la masa máxima— con una desaceleración media estabilizada del conjunto vehículo tractor-remolque no superior a 5,9 m/s², si se trata de remolques de un solo eje, ni superior a 5,6 m/s², si se trata de remolques de varios ejes. En relación con esta disposición, los remolques con ejes agrupados separados por una distancia inferior a 1 m se considerarán igualmente remolques de un solo eje. Por otra parte, deberán respetarse los límites señalados en el apéndice del presente anexo. Si la fuerza de frenado se regula por etapas, estas deberán estar en el intervalo indicado en el apéndice del presente anexo.
- 3.5. El ensayo deberá efectuarse a una velocidad inicial de 60 km/h.
- 3.6. El frenado automático del remolque deberá ajustarse a las condiciones del punto 5.2.2.9 del presente Reglamento. Si este frenado automático necesita energía eléctrica, para cumplir las condiciones anteriormente expuestas deberá alcanzarse en el remolque una fuerza de frenado por lo menos equivalente al 25 % de la carga máxima total por eje durante, como mínimo, 15 min.
-

APÉNDICE

Compatibilidad del coeficiente de frenado del remolque y la desaceleración media estabilizada del conjunto vehículo tractor-remolque (remolque con y sin carga)



Notas:

1. Los límites señalados en este diagrama se refieren a los remolques con y sin carga. Cuando la masa del remolque sin carga sea superior al 75 % de su masa máxima, los límites solo se aplicarán a las condiciones «con carga».
2. Los límites indicados en el diagrama no afectan a las disposiciones del presente anexo relativas a los rendimientos mínimos de frenado exigidos. No obstante, si los rendimientos de frenado obtenidos en el ensayo —con arreglo a las disposiciones del punto 3.4 del presente anexo— son superiores a los exigidos, no deberán sobrepasar los límites señalados en el diagrama.

T_R = suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque.

P_R = reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre las ruedas del remolque.

d_m = desaceleración media estabilizada del conjunto vehículo tractor-remolque.

ANEXO 15

MÉTODO DE ENSAYO CON DINAMÓMETRO DE INERCIA PARA FORROS DE FRENO

1. GENERALIDADES

- 1.1. El procedimiento descrito en este anexo podrá aplicarse en caso de modificación del tipo de vehículo como consecuencia del montaje de forros de freno de un tipo distinto en vehículos homologados con arreglo al presente Reglamento.
- 1.2. Los tipos de forros de freno alternativos deberán comprobarse comparando su rendimiento con el obtenido con los forros de freno con los que el vehículo estaba equipado en el momento de su homologación y que eran conformes con los componentes indicados en la ficha de características pertinente, cuyo modelo figura en el anexo 2.
- 1.3. El servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación podrá exigir que la comparación del rendimiento de los forros de freno se efectúe con arreglo a las disposiciones pertinentes del anexo 4.
- 1.4. La solicitud de homologación por comparación deberá presentarla el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado.
- 1.5. En el contexto del presente anexo, se entenderá por «vehículo» el tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento con respecto al cual se pide que la comparación se considere satisfactoria.

2. EQUIPO DE ENSAYO

- 2.1. En los ensayos deberá utilizarse un dinamómetro de las siguientes características:
 - 2.1.1. Deberá poder generar la inercia exigida en el punto 3.1 del presente anexo y satisfacer los requisitos prescritos en los puntos 1.5, 1.6 y 1.7 del anexo 4 en lo que concierne a los ensayos de tipo I, II y III.
 - 2.1.2. Los frenos montados deberán ser idénticos a los del tipo de vehículo original.
 - 2.1.3. En caso de que se utilice refrigeración por aire, deberá cumplir lo prescrito en el punto 3.4 del presente anexo.
 - 2.1.4. Los instrumentos utilizados para el ensayo deberán ser capaces de suministrar al menos los datos siguientes:
 - 2.1.4.1. un registro continuo de la velocidad de rotación del disco o del tambor;
 - 2.1.4.2. el número de revoluciones completadas durante un frenado, con una resolución no superior a un octavo de revolución;
 - 2.1.4.3. el tiempo de frenado;
 - 2.1.4.4. un registro continuo de la temperatura medida en el centro de la trayectoria recorrida por el forro o a medio espesor del disco, del tambor o del forro;
 - 2.1.4.5. un registro continuo de la presión o la fuerza en el conducto de control para la aplicación de los frenos;
 - 2.1.4.6. un registro continuo del par de salida de los frenos.

3. CONDICIONES DE ENSAYO

- 3.1. El dinamómetro deberá ajustarse lo más próximo posible, con una tolerancia del $\pm 5\%$, a la inercia rotatoria equivalente a la parte de la inercia total del vehículo frenada por las ruedas correspondientes, con arreglo a la fórmula siguiente:

$$I = MR^2$$

donde:

I = inercia rotatoria [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

R = radio de rodadura dinámico del neumático [m]

M = parte de la masa máxima del vehículo frenada por las ruedas correspondientes. Si el dinamómetro es de un solo extremo, esta parte se calculará a partir de la distribución de frenado asignada, en el caso de los vehículos de las categorías M₂, M₃ y N, cuando la desaceleración corresponda al valor adecuado indicado en el punto 2.1 del anexo 4; en el caso de los vehículos de la categoría O (remolques), el valor de M corresponderá a la carga en el suelo de la rueda pertinente con el vehículo parado y cargado hasta su masa máxima.

- 3.2. La velocidad de rotación inicial del dinamómetro de inercia deberá corresponder a la velocidad lineal del vehículo prescrita en el anexo 4 y estar basada en el radio de rodadura dinámico del neumático.
- 3.3. Los forros de freno deberán estar asentados al menos al 80 % y no haber rebasado los 180 °C de temperatura durante el procedimiento de asentamiento, o bien, si así lo solicita el fabricante del vehículo, asentarse siguiendo sus recomendaciones.
- 3.4. Podrá utilizarse aire de refrigeración, debiendo circular la corriente en sentido perpendicular al eje de rotación del freno. La velocidad del aire de refrigeración sobre el freno deberá ser:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

donde

v = velocidad de ensayo del vehículo al inicio del frenado.

El aire de refrigeración deberá estar a la temperatura ambiente.

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- 4.1. Se cometerán al ensayo comparativo cinco juegos de muestra del forro de freno; estos se compararán con cinco juegos de forros conformes con los componentes originales identificados en la ficha de características relacionada con la primera homologación del tipo de vehículo de que se trate.
- 4.2. La equivalencia entre los forros de freno deberá basarse en la comparación de los resultados obtenidos con los procedimientos de ensayo prescritos en el presente anexo, de acuerdo con los requisitos expuestos a continuación.
- 4.3. Ensayo de rendimiento en frío de tipo 0
- 4.3.1. Deberá frenarse tres veces a una temperatura inicial inferior a 100 °C. La temperatura se medirá con arreglo a lo dispuesto en el punto 2.1.4.4 de este anexo.
- 4.3.2. Cuando se trate de forros de freno destinados a vehículos de las categorías M₂, M₃ y N, los frenos deberán aplicarse a una velocidad de rotación inicial equivalente a la indicada en el punto 2.1 del anexo 4, de manera que se obtenga un par medio equivalente a la desaceleración prescrita en ese punto. Además, los ensayos deberán realizarse a varias velocidades de rotación, la más baja equivalente al 30 % de la velocidad máxima del vehículo y la más alta equivalente al 80 % de dicha velocidad.

- 4.3.3. En el caso de forros de freno destinados a vehículos de la categoría O, los frenos deberán aplicarse a una velocidad de rotación inicial equivalente a 60 km/h, de manera que se obtenga un par medio equivalente al prescrito en el punto 3.1 del anexo 4. Deberá efectuarse un ensayo complementario de rendimiento en frío a una velocidad inicial de rotación equivalente a 40 km/h, a fin de comparar los resultados obtenidos con los del ensayo de tipo I según el punto 3.1.2.2 del anexo 4.
- 4.3.4. El par medio de frenado registrado en los mencionados ensayos de rendimiento en frío de los forros con fines comparativos deberá estar, con la misma medición de entrada, dentro de los límites de ensayo $\pm 15\%$ del par medio de frenado registrado con los forros de freno conformes con el componente identificado en la correspondiente solicitud de homologación del tipo de vehículo.
- 4.4. Ensayo de tipo I (ensayo de pérdida de eficacia)
- 4.4.1. Con frenado repetido
- 4.4.1.1. Los forros de freno para vehículos de las categorías M₂, M₃ y N deberán ensayarse siguiendo el procedimiento indicado en el punto 1.5.1 del anexo 4.
- 4.4.2. Con frenado continuo
- 4.4.2.1. Los forros de freno de los remolques (categoría O) deberán ensayarse con arreglo al punto 1.5.2 del anexo 4.
- 4.4.3. Rendimiento en caliente
- 4.4.3.1. Una vez finalizados los ensayos exigidos en los puntos 4.4.1 y 4.4.2 del presente anexo, deberá efectuarse el ensayo de rendimiento de frenado en caliente especificado en el punto 1.5.3 del anexo 4.
- 4.4.3.2. El par medio de frenado registrado en los mencionados ensayos de rendimiento en caliente de los forros con fines comparativos deberá estar, con la misma medición de entrada, dentro de los límites de ensayo $\pm 15\%$ del par medio de frenado registrado con los forros de freno conformes con el componente identificado en la correspondiente solicitud de homologación del tipo de vehículo.
- 4.5. Ensayo de tipo II (ensayo de comportamiento cuesta abajo)
- 4.5.1. Este ensayo solo se exigirá en el caso de que en el tipo de vehículo en cuestión se utilicen los frenos de fricción para el ensayo de tipo II.
- 4.5.2. Los forros de freno de vehículos de motor de las categorías M₃ (salvo los vehículos que deban someterse al ensayo de tipo IIA con arreglo al punto 1.6.4 del anexo 4) y N₃ y de remolques de la categoría O₄ deberán ensayarse siguiendo el procedimiento expuesto en el punto 1.6.1 del anexo 4.
- 4.5.3. Rendimiento en caliente
- 4.5.3.1. Una vez finalizado el ensayo exigido en el punto 4.5.1 del presente anexo, deberá efectuarse el ensayo de rendimiento en caliente especificado en el punto 1.6.3 del anexo 4.
- 4.5.3.2. El par medio de frenado registrado en los mencionados ensayos de rendimiento en caliente de los forros con fines comparativos deberá estar, con la misma medición de entrada, dentro de los límites de ensayo $\pm 15\%$ del par medio de frenado registrado con los forros de freno conformes con el componente identificado en la correspondiente solicitud de homologación del tipo de vehículo.
- 4.6. Ensayo de tipo III (ensayo de pérdida de eficacia)
- 4.6.1. Ensayo con frenado repetido
- 4.6.1.1. Los forros de freno de los remolques de la categoría O₄ deberán ensayarse siguiendo el procedimiento expuesto en los puntos 1.7.1 y 1.7.2 del anexo 4.

4.6.2. Rendimiento en caliente

4.6.2.1. Una vez finalizados los ensayos exigidos en los puntos 4.6.1 y 4.6.2 del presente anexo, deberá efectuarse el ensayo de rendimiento de frenado en caliente especificado en el punto 1.7.2 del anexo 4.

4.6.2.2. El par medio de frenado registrado en los mencionados ensayos de rendimiento en caliente de los forros con fines comparativos deberá estar, con la misma medición de entrada, dentro de los límites de ensayo $\pm 15\%$ del par medio de frenado registrado con los forros de freno conformes con el componente identificado en la correspondiente solicitud de homologación del tipo de vehículo.

5. INSPECCIÓN DE LOS FORROS DE FRENO

5.1. Al finalizar los ensayos señalados, deberán inspeccionarse visualmente los forros de freno para comprobar si su estado permite seguir utilizándolos normalmente.

ANEXO 16

(Reservado)

—

ANEXO 17

Procedimiento de ensayo para evaluar la compatibilidad funcional de los vehículos equipados con conductos de control eléctricos

1. GENERALIDADES
 - 1.1. En este anexo se define un procedimiento que puede emplearse para comprobar si los vehículos tractores y remolcados equipados con un conducto de control eléctrico cumplen los requisitos de funcionamiento y rendimiento indicados en el punto 5.1.3.6.1 del presente Reglamento. A discreción del servicio técnico podrán utilizarse otros procedimientos, siempre que con ellos las comprobaciones sean de un rigor equivalente.
 - 1.2. En este anexo, las referencias a la norma ISO 7638 se entenderán hechas a la norma ISO 7638-1:1997, para las instalaciones de 24 V, y a la norma ISO 7638-2:1997, para las de 12 V.
2. FICHA DE CARACTERÍSTICAS
 - 2.1. El fabricante del vehículo o el proveedor del sistema deberán facilitar al servicio técnico una ficha de características que contenga, como mínimo, lo siguiente:
 - 2.1.1. un esquema del sistema de frenado del vehículo;
 - 2.1.2. pruebas de que la interfaz, incluidas la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de aplicación, así como la posición respectiva de los mensajes y los parámetros soportados, cumplen la norma ISO 11992;
 - 2.1.3. una lista de los mensajes y los parámetros soportados; y
 - 2.1.4. la especificación del vehículo de motor con respecto al número de circuitos de control que transmiten señales a los conductos de control neumáticos o eléctricos.
3. VEHÍCULOS TRACTORES
 - 3.1. Simulador de remolque conforme a la norma ISO 11992
El simulador deberá:
 - 3.1.1. tener un conector conforme con la norma ISO 7638:1997 (siete patillas) para conectar el vehículo objeto de ensayo; las patillas 6 y 7 del conector deberán emplearse para la transmisión y recepción de mensajes conforme a la norma ISO 11992:2003;
 - 3.1.2. poder recibir todos los mensajes transmitidos por el vehículo de motor cuyo tipo quiere homologarse y transmitir todos los mensajes del remolque conforme a la norma ISO 11992-2:2003;
 - 3.1.3. ofrecer una lectura directa o indirecta de los mensajes, mostrando los parámetros en el campo de datos en el orden temporal correcto; y
 - 3.1.4. contener un elemento para medir el tiempo de respuesta en el cabezal de acoplamiento con arreglo al punto 2.6 del anexo 6.
 - 3.2. Procedimiento de comprobación
 - 3.2.1. Confirmar que la ficha de características del fabricante o el proveedor demuestra el cumplimiento de las disposiciones de la norma ISO 11992 con respecto a la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de aplicación.
 - 3.2.2. Comprobar lo siguiente, con el simulador conectado al vehículo de motor por medio de la interfaz ISO 7638 y mientras se transmiten todos los mensajes del remolque correspondientes a la interfaz:
 - 3.2.2.1. Señales del conducto de control
 - 3.2.2.1.1. Los parámetros definidos en el mensaje EBS 12, octeto 3, de la norma ISO 11992-2:2003 deberán comprobarse con relación a la especificación del vehículo, como sigue:

Señales del conducto de control	EBS 12, octeto 3	
	Bits 1-2	Bits 5-6
Demanda de frenado de servicio generada desde un circuito eléctrico	00 _b	
Demanda de frenado de servicio generada desde dos circuitos eléctricos	01 _b	
El vehículo no está equipado con un conducto de control neumático ⁽¹⁾		00 _b
El vehículo está equipado con un conducto de control neumático		01 _b

⁽¹⁾ Esta especificación del vehículo está prohibida por la nota 4 a pie de página del punto 5.1.3.1.3 del presente Reglamento.

3.2.2.2. Demanda de frenado de servicio/socorro

3.2.2.2.1 Los parámetros definidos en el mensaje EBS 11 de la norma ISO 11992-2:2003 deberán comprobarse como sigue:

Condición de ensayo	Octeto	Valor de la señal del conducto de control eléctrico
Pedal del freno de servicio y mando del freno de socorro sin accionar	3-4	0
Pedal del freno de servicio pisado a fondo	3-4	33 280 _d a 43 520 _d (650 a 850 kPa)
Freno de socorro accionado a fondo ⁽¹⁾	3-4	33 280 _d a 43 520 _d (650 a 850 kPa)

⁽¹⁾ Opcional en los vehículos tractores con conductos de control eléctricos y neumáticos cuando el conducto de control neumático cumple los requisitos pertinentes relativos al frenado de socorro.

3.2.2.3. Aviso de fallo

3.2.2.3.1. Simular un fallo continuo en el conducto de comunicación de la patilla 6 del conector ISO 7638 y comprobar que se enciende la señal de aviso amarilla indicada en el punto 5.2.1.29.1.2 del presente Reglamento.

3.2.2.3.2. Simular un fallo continuo en el conducto de comunicación de la patilla 7 del conector ISO 7638 y comprobar que se enciende la señal de aviso amarilla indicada en el punto 5.2.1.29.1.2 del presente Reglamento.

3.2.2.3.3. Simular el mensaje EBS 22, octeto 2, bits 3-4, ajustado en 01_b y comprobar que se enciende la señal de aviso roja indicada en el punto 5.2.1.29.1.1 del presente Reglamento.

3.2.2.4. Petición de frenado del conducto de alimentación

Vehículos de motor que pueden funcionar con remolques conectados únicamente a través de un conducto de control eléctrico:

Solo se conectará el conducto de control eléctrico.

Simular el mensaje EBS 22, octeto 4, bits 3-4, ajustado en 01_b y comprobar que, al accionar a fondo el freno de servicio, el freno de socorro o el freno de estacionamiento, la presión en el conducto de alimentación desciende a 150 kPa en un lapso de 2 s.

Simular una ausencia permanente de comunicación de datos y comprobar que, al accionar a fondo el freno de servicio, el freno de socorro o el freno de estacionamiento, la presión en el conducto de alimentación desciende a 150 kPa en un lapso de 2 s.

3.2.2.5. Tiempo de respuesta

3.2.2.5.1. Comprobar que, en ausencia de fallos, se cumplen los requisitos del punto 2.6 del anexo 6 relativos al tiempo de respuesta del conducto de control.

- 3.2.3. Comprobaciones adicionales
- 3.2.3.1. A discreción del servicio técnico, los procedimientos de comprobación anteriormente expuestos podrán repetirse desconectando o variando el estado de las funciones relacionadas con la interfaz distintas del frenado.
4. REMOLQUES
- 4.1. Simulador de vehículo tractor conforme a la norma ISO 11992
- El simulador deberá:
- 4.1.1. tener un conector conforme con la norma ISO 7638:1997 (siete patillas) para conectar el vehículo objeto de ensayo; las patillas 6 y 7 del conector deberán emplearse para la transmisión y recepción de mensajes conforme a la norma ISO 11992:2003;
- 4.1.2. incluir una pantalla de aviso de fallo y una alimentación eléctrica para el remolque;
- 4.1.3. poder recibir todos los mensajes transmitidos por el remolque cuyo tipo quiere homologarse y transmitir todos los mensajes del vehículo de motor conforme a la norma ISO 11992-2:2003;
- 4.1.4. ofrecer una lectura directa o indirecta de los mensajes, mostrando los parámetros en el campo de datos en el orden temporal correcto, y
- 4.1.5. contener un elemento para medir el tiempo de respuesta del sistema de freno con arreglo al punto 3.5.2 del anexo 6.
- 4.2. Procedimiento de comprobación
- 4.2.1. Confirmar que la ficha de características del fabricante o el proveedor demuestra el cumplimiento de las disposiciones de la norma ISO 11992:2003 con respecto a la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de aplicación.
- 4.2.2. Comprobar lo siguiente, con el simulador conectado al remolque por medio de la interfaz ISO 7638 y mientras se transmiten todos los mensajes del vehículo tractor correspondientes a la interfaz:
- 4.2.2.1. Función del sistema de freno de servicio
- 4.2.2.1.1. La respuesta del remolque a los parámetros definidos en el mensaje EBS 11 de la norma ISO 11992-2:2003 deberán comprobarse como sigue:

La presión en el conducto de alimentación al comienzo de cada ensayo deberá ser ≥ 700 kPa y el vehículo deberá estar cargado (la condición de carga podrá simularse a efectos de esta comprobación).

- 4.2.2.1.1.1. En el caso de remolques equipados con conductos de control neumáticos y eléctricos:

ambos conductos de control deberán estar conectados;

ambos conductos de control deberán transmitir señales simultáneamente;

el simulador deberá transmitir el mensaje octeto 3, bits 5-6,

del EBS 12 ajustado en 01_b para indicar al remolque que debería conectarse un conducto de control neumático.

Parámetros que deben comprobarse:

Mensaje transmitido por el simulador		Presión en las cámaras de freno
Octeto	Valor de demanda digital	
3-4	0	0 kPa
3-4	$33\ 280_d$ (650 kPa)	La indicada en el cálculo de frenado del fabricante del vehículo

4.2.2.1.1.2. Remolques equipados con conductos de control neumáticos y eléctricos o solo con un conducto de control eléctrico

Solo se conectará el conducto de control eléctrico.

El simulador deberá transmitir los siguientes mensajes:

octeto 3, bits 5-6, del EBS 12 ajustado en 00_b para indicar al remolque que no hay disponible un conducto de control neumático, y octeto 3, bits 1-2, del EBS 12 ajustado en 01_b para indicar al remolque que la señal del conducto de control eléctrico se genera desde dos circuitos eléctricos.

Parámetros que deben comprobarse:

Mensaje transmitido por el simulador		Presión en las cámaras de freno
Octeto	Valor de demanda digital	
3-4	0	0 kPa
3-4	33 280 _d (650 kPa)	La indicada en el cálculo de frenado del fabricante del vehículo

4.2.2.1.2. En el caso de remolques equipados solamente con un conducto de control eléctrico, la respuesta a los mensajes definidos en el EBS 12 de la norma ISO 11992-2:2003 deberán comprobarse como sigue:

La presión en el conducto de alimentación neumático al comienzo de cada ensayo deberá ser ≥ 700 kPa.

El conducto de control eléctrico deberá estar conectado al simulador.

El simulador deberá transmitir los siguientes mensajes:

octeto 3, bits 5-6, del EBS 12 ajustado en 01_b para indicar al remolque que está disponible un conducto de control neumático.

El octeto 3-4 del EBS 11 deberá ajustarse en 0 (sin demanda de freno de servicio).

Deberá comprobarse la respuesta a los siguientes mensajes:

EBS 12, octeto 3, bits 1-2	Presión en las cámaras de freno o reacción del remolque
01 _b	0 kPa (freno de servicio sin accionar)
00 _b	El remolque se frena automáticamente para demostrar la incompatibilidad del conjunto. Además, convendría también que se emitiera una señal a través de la patilla 5 del conector ISO 7638:1997 (señal de aviso amarilla).

4.2.2.1.3. En el caso de remolques equipados solamente con un conducto de control eléctrico, la respuesta del remolque a un fallo en su transmisión de control eléctrica que provoque una reducción del rendimiento de frenado a, como mínimo, el 30 % del valor prescrito, deberá comprobarse como sigue:

La presión en el conducto de alimentación neumático al comienzo de cada ensayo deberá ser ≥ 700 kPa.

El conducto de control eléctrico deberá estar conectado al simulador.

El octeto 3, bits 5-6, del EBS 12 deberá estar ajustado en 00_b para indicar al remolque que no hay disponible un conducto de control neumático.

El octeto 3, bits 1-2, del EBS 12 deberá estar ajustado en 01_b para indicar al remolque que la señal del conducto de control eléctrico se genera desde dos circuitos independientes.

Deberá comprobarse lo siguiente:

Condición de ensayo	Respuesta del sistema de frenado
En ausencia de fallos en el sistema de frenado del remolque	Comprobar que el sistema de frenado está en comunicación con el simulador y que el octeto 4, bits 3-4, del EBS 22 está ajustado en 00 _b .
Provocar un fallo en la transmisión de control eléctrica del sistema de frenado del remolque que impida mantener como mínimo el 30 % del rendimiento de frenado prescrito	Comprobar que el octeto 4, bits 3-4, del EBS 22 está ajustado en 01 _b o que se ha interrumpido la comunicación de datos al simulador.

4.2.2.2. Aviso de fallo

4.2.2.2.1. Comprobar que se transmiten el mensaje o la señal de aviso adecuados en las siguientes condiciones:

4.2.2.2.1.1. Si un fallo permanente en la transmisión de control eléctrica del sistema de frenado del remolque impide obtener el rendimiento de frenado de servicio requerido, simular un fallo semejante y comprobar que el octeto 2, bits 3-4, del EBS 22 transmitido por el remolque está ajustado en 01_b. Además, convendría que se emitiera una señal a través de la patilla 5 del conector ISO 7638 (señal de aviso amarilla).

4.2.2.2.1.2. Reducir la tensión en las patillas 1 y 2 del conector ISO 7638 hasta un valor por debajo del indicado por el fabricante que impida obtener el rendimiento de frenado de servicio requerido y comprobar que el octeto 2, bits 3-4, del EBS 22 transmitido por el remolque está ajustado en 01_b. Además, convendría que se emitiera una señal a través de la patilla 5 del conector ISO 7638 (señal de aviso amarilla).

4.2.2.2.1.3. Comprobar que se cumplen las disposiciones del punto 5.2.2.16 del presente Reglamento aislando el conducto de alimentación. Reducir la presión en el sistema de almacenamiento de presión del remolque al valor indicado por el fabricante. Comprobar que el octeto 2, bits 3-4, del EBS 22 transmitido por el remolque está ajustado en 01_b y que el octeto 1, bits 7-8, del EBS 23 está ajustado en 00. Además, convendría que se emitiera una señal a través de la patilla 5 del conector ISO 7638 (señal de aviso amarilla).

4.2.2.2.1.4. Cuando la parte eléctrica del equipo de frenado reciba energía por primera vez, comprobar que el octeto 2, bits 3-4, del EBS 22 transmitido por el remolque está ajustado en 01_b. Una vez que el sistema de frenado haya comprobado la ausencia de defectos que deban ser identificados por la señal de aviso roja, el mensaje mencionado debería ajustarse en 00_b.

4.2.2.3. Comprobación del tiempo de respuesta

4.2.2.3.1. Comprobar que, en ausencia de fallos, se cumplen los requisitos del punto 3.5.2 del anexo 6 relativos al tiempo de respuesta del sistema de frenado.

4.2.3. Comprobaciones adicionales

4.2.3.1. A discreción del servicio técnico, los procedimientos de comprobación anteriormente expuestos podrán repetirse desactivando o variando el estado de los mensajes relacionados con la interfaz no relativos al frenado.

Si el tiempo de respuesta del sistema de frenado se mide varias veces, pueden producirse variaciones en el valor registrado debido a la reacción de los neumáticos del vehículo. El tiempo de respuesta prescrito deberá cumplirse en todos los casos.

ANEXO 18

Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos de control del vehículo complejos

1. GENERALIDADES

En el presente anexo se definen los requisitos especiales de documentación y estrategia y verificación de fallos en relación con los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos de control del vehículo complejos (véase el punto 2.3 más adelante), por lo que atañe al presente Reglamento.

Determinados apartados del presente Reglamento pueden aludir también a este anexo en lo concerniente a las funciones relacionadas con la seguridad que se controlan mediante sistemas electrónicos.

El presente anexo no especifica los criterios de rendimiento del «sistema», sino que se ocupa de la metodología aplicada al proceso de diseño y de la información que debe revelarse al servicio técnico con fines de homologación de tipo.

Esta información deberá demostrar que el «sistema» respeta, en condiciones normales y de fallo, todos los requisitos de rendimiento pertinentes especificados en otros apartados del presente Reglamento.

2. DEFINICIONES

A efectos del presente anexo, se entenderá por:

- 2.1. «Concepto de seguridad»: una descripción de las medidas que forman parte del sistema, por ejemplo dentro de las unidades electrónicas, para velar por su integridad, garantizando así su funcionamiento seguro aun en caso de fallo eléctrico.

La posibilidad de recurrir a un funcionamiento parcial o incluso a un sistema de reserva para mantener las funciones esenciales del vehículo puede formar parte del concepto de seguridad.

- 2.2. «Sistema electrónico de control»: una combinación de unidades concebidas para producir conjuntamente la función de control del vehículo declarada, por medio del procesamiento electrónico de datos.

Estos sistemas, controlados a menudo mediante *software*, se construyen a partir de componentes funcionales diferenciados, como sensores, unidades electrónicas de control y accionadores, y se conectan mediante enlaces de transmisión. Pueden incluir elementos mecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos.

El «sistema» al que se hace referencia en el presente anexo es aquel para el que se solicita la homologación de tipo.

- 2.3. «Sistemas electrónicos de control del vehículo complejos»: los sujetos a una jerarquía de control en la que una función controlada puede ser anulada por un sistema o función electrónicos de control de un nivel superior.

Cuando una función es anulada, pasa a formar parte del sistema complejo.

- 2.4. Sistemas o funciones «de control de un nivel superior»: aquellos que emplean dispositivos adicionales de procesamiento o detección para modificar el comportamiento del vehículo ordenando variaciones de las funciones normales de su sistema de control.

Esto permite que los sistemas complejos cambien automáticamente sus objetivos en función de una escala de prioridades que depende de las circunstancias detectadas.

- 2.5. «Unidades»: las divisiones más pequeñas de los componentes del sistema que se considerarán en el presente anexo, ya que estas combinaciones de componentes se tratarán como entidades únicas con fines de identificación, análisis o sustitución.

- 2.6. «Enlaces de transmisión»: los medios utilizados para interconectar las unidades distribuidas con el fin de transmitir señales, datos relativos al funcionamiento o un suministro de energía.

Este equipo es, por lo general, eléctrico, pero puede ser en parte óptico, neumático, hidráulico o mecánico.

- 2.7. «Ámbito de control»: variable de salida que define el ámbito en el que el sistema puede ejercer su control.

- 2.8. «Límites de funcionamiento efectivo»: los límites físicos externos dentro de los cuales el sistema puede mantener el control.
3. DOCUMENTACIÓN
- 3.1. Requisitos
- El fabricante deberá presentar una documentación que muestre el diseño básico del «sistema» y los medios por los que se conecta con otros sistemas del vehículo o mediante los cuales controla directamente las variables de salida.
- Deberán explicarse las funciones del «sistema» y el concepto de seguridad, según estén establecidos por el fabricante.
- La documentación deberá ser breve, pero deberá aportar pruebas de que en el diseño y el desarrollo se han aprovechado los conocimientos especializados de todos los ámbitos relacionados con el sistema.
- De cara a las inspecciones técnicas periódicas, la documentación deberá describir el modo de comprobar el estado de funcionamiento actual del «sistema».
- 3.1.1. La documentación deberá estar disponible en dos partes:
- a) la documentación oficial para la homologación, que incluirá el material enumerado en el punto 3 (a excepción del mencionado en el punto 3.4.4) y se facilitará al servicio técnico cuando se presente la solicitud de homologación de tipo; esta documentación se considerará la referencia básica para el proceso de verificación expuesto en el punto 4 del presente anexo;
- b) el material adicional y los datos de análisis del punto 3.4.4, que conservará el fabricante pero que se presentarán a inspección en el momento de la homologación de tipo.
- 3.2. Descripción de las funciones del «sistema»
- Deberá facilitarse una descripción que ofrezca una explicación simple de todas las funciones de control del «sistema» y de los métodos empleados para alcanzar los objetivos, indicando los mecanismos mediante los cuales se ejerce el control.
- 3.2.1. Deberá proporcionarse una lista de todas las variables de entrada y detectadas, e indicarse su ámbito de funcionamiento.
- 3.2.2. Deberá facilitarse una lista de todas las variables de salida que estén controladas por el «sistema» e indicarse, en cada caso, si dicho control es directo o se ejerce a través de otro sistema del vehículo. Deberá definirse el ámbito de control (punto 2.7) ejercido sobre cada una de estas variables.
- 3.2.3. Cuando sea pertinente desde el punto de vista del rendimiento del sistema, deberán indicarse los límites de funcionamiento efectivo (punto 2.8).
- 3.3. Configuración y esquema del sistema
- 3.3.1. Inventario de componentes
- Deberá facilitarse una lista en la que se enumeren todas las unidades del «sistema» y se indique qué otros sistemas del vehículo son necesarios para lograr la función de control de que se trate.
- Deberá proporcionarse un esquema que muestre la combinación de estas unidades e ilustre claramente la distribución de los equipos y las interconexiones.
- 3.3.2. Funciones de las unidades
- Deberá indicarse la función de cada unidad del «sistema» y deberán mostrarse las señales que las vinculen a otras unidades u otros sistemas del vehículo. Esta información podrá suministrarse mediante un diagrama de bloques con etiquetas u otro tipo de esquema, o mediante una descripción acompañada de un diagrama de este tipo.
- 3.3.3. Interconexiones
- Las interconexiones presentes en el «sistema» deberán mostrarse mediante un diagrama de circuitos, en el caso de los enlaces de transmisión eléctricos, un diagrama de fibras ópticas, en el caso de los enlaces ópticos, un diagrama de tuberías, en el caso del equipo de transmisión neumático o hidráulico, y un diagrama simplificado, en el caso de las conexiones mecánicas.

3.3.4. Flujo de señales y prioridades

Deberá haber una correspondencia clara entre estos enlaces de transmisión y las señales transmitidas entre las unidades.

Deberán declararse las prioridades de las señales en los canales de datos multiplexados, siempre que la prioridad pueda afectar al rendimiento o la seguridad por lo que respecta al presente Reglamento.

3.3.5. Identificación de las unidades

Cada unidad deberá estar identificada de manera clara e inequívoca (por ejemplo, mediante el marcado del *hardware* y el marcado o una salida de *software* para el *software*) para poder asociar el *hardware* a la documentación correspondiente.

Cuando varias funciones se combinen en una única unidad o, de hecho, en un único ordenador, pero en el correspondiente diagrama se muestren en múltiples bloques para mayor claridad y para facilitar su explicación, deberá utilizarse solamente una marca de identificación del *hardware*.

Al utilizar esta identificación, el fabricante estará afirmando que el equipo suministrado es conforme con el documento correspondiente.

3.3.5.1. La identificación define la versión de *hardware* y *software* y, en el caso de que esta última cambie de modo que altere la función de la unidad por lo que respecta al presente Reglamento, deberá cambiarse también la identificación.

3.4. Concepto de seguridad del fabricante

3.4.1. El fabricante deberá presentar una declaración en la que afirme que la estrategia elegida para lograr los objetivos del «sistema» no perjudicará, en ausencia de fallos, el funcionamiento seguro de los sistemas sujetos a lo prescrito en el presente Reglamento.

3.4.2. En cuanto al *software* empleado en el «sistema», deberá explicarse su arquitectura básica y deberán indicarse los métodos y las herramientas de diseño utilizados. El fabricante deberá estar preparado para presentar, si se le solicita, alguna prueba de los medios empleados para materializar la lógica del sistema durante el proceso de diseño y de desarrollo.

3.4.3. El fabricante deberá proporcionar a las autoridades técnicas una explicación de las medidas integradas en el diseño del «sistema» para garantizar su funcionamiento seguro en condiciones de fallo. Tales medidas en caso de fallo del «sistema» pueden consistir, por ejemplo, en:

a) recurrir al funcionamiento con un sistema parcial;

b) pasar a un sistema de reserva aparte;

c) suprimir la función de alto nivel.

En caso de fallo deberá advertirse al conductor, por ejemplo mediante una señal de aviso o la aparición de un mensaje. Cuando el conductor no desactive el sistema, por ejemplo girando el interruptor de contacto (marcha) a la posición de «apagado» o desactivando esa función en particular, en el caso de que exista un interruptor especial para ello, la señal de aviso se mantendrá mientras persista la condición de fallo.

3.4.3.1. Si la medida elegida selecciona un modo de funcionamiento de rendimiento parcial en determinadas condiciones de fallo, deberán especificarse dichas condiciones y definirse los límites de eficacia resultantes.

3.4.3.2. Si la medida elegida selecciona un medio secundario (de reserva) para lograr el objetivo del sistema de control del vehículo, deberán explicarse los principios del mecanismo que permite cambiar a dicho medio, la lógica y el nivel de redundancia y todas las características incorporadas de comprobación de reserva, y definirse los límites de la eficacia de reserva resultantes.

3.4.3.3. Si la medida elegida selecciona la supresión de la función de nivel superior, deberán inhibirse todas las señales de control de salida asociadas a dicha función, de tal manera que se limiten las perturbaciones de transición.

3.4.4. La documentación deberá ir acompañada de un análisis que muestre, en términos generales, cómo se comportará el sistema en caso de que se produzca cualquiera de los fallos especificados que repercuten en el rendimiento o la seguridad del control del vehículo.

Podrá tratarse de un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), un análisis en forma de árbol de fallos o cualquier otro procedimiento similar que resulte adecuado para las consideraciones relativas a la seguridad del sistema.

El fabricante establecerá y mantendrá los enfoques analíticos elegidos y los pondrá a disposición del servicio técnico para su inspección en el momento de la homologación de tipo.

3.4.4.1. Esta documentación enumerará los parámetros objeto de seguimiento e indicará, para cada condición de fallo del tipo definido en el punto 3.4.4 del presente anexo, la señal de aviso que deberá recibir el conductor o el personal encargado del mantenimiento o la inspección técnica.

4. VERIFICACIÓN Y ENSAYO

4.1. El funcionamiento del «sistema», expuesto en los documentos exigidos en el punto 3, deberá someterse a ensayo como se expone a continuación.

4.1.1. Verificación del funcionamiento del «sistema»

Para establecer los niveles de funcionamiento normal, deberá verificarse el rendimiento del sistema del vehículo en ausencia de fallos comparándolo con la especificación básica de referencia del fabricante, a menos que dicho sistema esté sujeto a un ensayo de rendimiento concreto en el marco del procedimiento de homologación con arreglo al presente Reglamento o a otro.

4.1.2. Verificación del concepto de seguridad del punto 3.4

A discreción de la autoridad de homologación de tipo, deberá comprobarse cómo reacciona el «sistema» ante la presencia de un fallo en cualquiera de las unidades aplicando las señales de salida correspondientes a unidades eléctricas o elementos mecánicos, con el fin de simular los efectos de fallos ocurridos en el interior de la unidad.

4.1.2.1. Los resultados de la verificación deberán corresponderse con el resumen documentado del análisis de fallos, hasta un nivel de efecto global que confirme que el concepto de seguridad y la ejecución son adecuados.

ANEXO 19

ENSAYO DE RENDIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE FRENADO DEL REMOLQUE

1. GENERALIDADES
 - 1.1. El presente anexo describe los procedimientos de ensayo aplicables para determinar el rendimiento de los siguientes elementos:
 - 1.1.1. Cámaras de freno de diafragma (véase el punto 2).
 - 1.1.2. Frenos de muelle (véase el punto 3).
 - 1.1.3. Características de rendimiento en frío de los frenos de remolque (véase el punto 4).
 - 1.1.4. Sistemas de frenado antibloqueo (véase el punto 5).

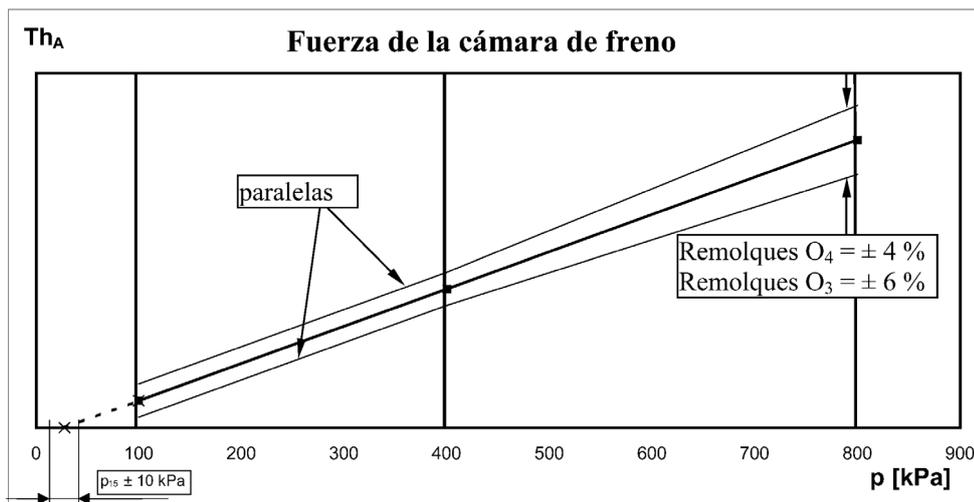
(Nota: Los procedimientos para determinar el rendimiento con pérdida de eficacia de los frenos de remolque y los dispositivos de compensación automática del desgaste del freno se describen en el anexo 11).
 - 1.2. Las actas de estos ensayos podrán utilizarse en combinación con los procedimientos definidos en el anexo 20 o en el momento de evaluar un remolque sujeto a unos requisitos de rendimiento real específicos.
2. CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO DE LAS CÁMARAS DE FRENO DE DIAFRAGMA
 - 2.1. Generalidades
 - 2.1.1. En esta sección se define el procedimiento por el que se determinan las características de empuje/carrera/presión de las cámaras de freno de diafragma utilizadas en sistemas de frenado de aire comprimido⁽¹⁾ para generar las fuerzas necesarias en los frenos de accionamiento mecánico.

A efectos de este procedimiento de verificación, la sección de freno de servicio de un accionador de freno de muelle combinado se considerará una cámara de freno de diafragma.
 - 2.1.2. Las características de rendimiento verificadas que haya declarado el fabricante se utilizarán en todos los cálculos relacionados con los requisitos de compatibilidad de los frenos del anexo 10, los requisitos de rendimiento en frío de tipo 0 del frenado de servicio del anexo 20 y la determinación de la carrera disponible del accionador con respecto a la verificación del rendimiento en caliente del anexo 11.
 - 2.2. Procedimiento de ensayo
 - 2.2.1. La posición de referencia cero de la cámara de freno se tomará como la posición sin presión.
 - 2.2.2. Con aumentos de presión nominales de ≤ 100 kPa, en un intervalo de presiones de 100 kPa a 800 kPa, debe efectuarse un seguimiento del empuje correspondiente generado en todo el intervalo de carrera disponible para un coeficiente de desplazamiento de ≤ 10 mm/s o un aumento de carrera de ≤ 10 mm, sin permitir que la presión aplicada varíe en ± 5 kPa.
 - 2.2.3. Con cada aumento de presión se determinarán el correspondiente empuje medio (Th_A) y la carrera efectiva (s_p), conforme al apéndice 7 del presente anexo.
 - 2.3. Verificación
 - 2.3.1. En relación con el apéndice 1 del presente anexo, puntos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4, deben someterse a ensayo un mínimo de seis muestras y debe emitirse un informe de verificación que acredite que se cumplen los requisitos de los siguientes puntos 2.3.2, 2.3.3 y 2.3.4.
 - 2.3.2. Con respecto a la verificación del empuje medio (Th_A) - $f(p)$, deberá dibujarse un gráfico que defina la variación de rendimiento admisible siguiendo el modelo del diagrama 1, basado en la relación empuje-presión declarada por el fabricante. Asimismo, el fabricante deberá indicar la categoría de remolques en los que puede utilizarse la cámara de freno, así como el correspondiente margen de tolerancia.
 - 2.3.3. Siguiendo uno de los procedimientos de ensayo siguientes, deberá verificarse que, al aplicar la presión (p_{15}) con una tolerancia de ± 10 kPa, se produce una carrera de la varilla de empuje de 15 mm desde la posición de referencia cero:

(1) Podrán homologarse cámaras de freno de diseño distinto si se facilita información equivalente.

- 2.3.3.1 Utilizando la función de empuje declarada (Th_A) – $f(p)$, la presión umbral de la cámara de freno (p_{15}) deberá calcularse cuando $Th_A = 0$. Entonces deberá verificarse que, al aplicar esta presión umbral, se produce la carrera de la varilla de empuje indicada en el punto 2.3.3.
- 2.3.3.2 El fabricante deberá declarar la presión umbral de la cámara de freno (p_{15}) y deberá verificarse que, al aplicarla, se produce la carrera de la varilla de empuje indicada en el punto 2.3.3.
- 2.3.4. Con respecto a la verificación de la carrera efectiva (s_p) – $f(p)$, el valor medido no deberá ser inferior en más de un – 4 % a las características s_p en el intervalo de presiones declarado por el fabricante. Este valor deberá consignarse y especificarse en el punto 3.3.1 del apéndice 1 del presente anexo. Fuera de este intervalo de presiones, la tolerancia podrá exceder del – 4 %.

Diagrama 1



- 2.3.5. Los resultados registrados de los ensayos deberán consignarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 2 del presente anexo e incluirse en el informe de verificación indicado en el punto 2.4.
- 2.4. Informe de verificación
- 2.4.1. Las características de rendimiento declaradas por el fabricante y verificadas por los resultados de los ensayos consignados de acuerdo con el punto 2.3.2 deberán registrarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 1 del presente anexo.
3. CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO DE LOS FRENOS DE MUELLE
- 3.1. Generalidades
- 3.1.1. En esta sección se define el procedimiento por el que se determinan las características de empuje/carrera/ presión de los frenos de muelle ⁽¹⁾ utilizados en sistemas de frenado de aire comprimido para generar las fuerzas necesarias en los frenos de accionamiento mecánico.
- A efectos de este procedimiento de verificación, la sección de freno de muelle de un accionador de freno de muelle combinado se considerará un freno de muelle.
- 3.1.2. Las características de rendimiento declaradas por el fabricante se utilizarán en todos los cálculos relacionados con los requisitos de rendimiento de frenado de estacionamiento del anexo 20.
- 3.2. Procedimiento de ensayo
- 3.2.1. La posición de referencia cero de la cámara de freno de muelle se tomará como la posición a plena presión.
- 3.2.2. Con aumentos de carrera nominales de ≤ 10 mm, debe hacerse un seguimiento del correspondiente empuje generado en todo el intervalo de carrera disponible con presión cero.
- 3.2.3. A continuación se aumentará gradualmente la presión hasta obtener una carrera de 10 mm desde la posición de referencia cero, y esta presión, que se define como presión de liberación, deberá quedar registrada.
- 3.2.4. Seguidamente se aumentará hasta 850 kPa, o hasta la presión máxima de trabajo declarada por el fabricante, si esta es menor.

⁽¹⁾ Podrán homologarse frenos de muelle de diseño distinto si se facilita información equivalente.

- 3.3. Verificación
- 3.3.1. En relación con el apéndice 3, puntos 2.1, 3.1, 3.2 y 3.3, deberán someterse a ensayo un mínimo de seis muestras y deberá emitirse un informe de verificación que acredite que se cumplen las siguientes condiciones:
- 3.3.1.1. Con un intervalo de carrera que va de 10 mm a $\frac{2}{3}$ de la carrera máxima, ninguno de los resultados medidos conforme al punto 3.2.2 se aparta en más de un 6 % de las características declaradas.
- 3.3.1.2. Ninguno de los resultados medidos conforme al punto 3.2.3 excede del valor declarado.
- 3.3.1.3. Todos los frenos de muelle siguen funcionando correctamente una vez terminado el ensayo conforme al punto 3.2.4.
- 3.3.2. Los resultados registrados de los ensayos deberán consignarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 4 del presente anexo e incluirse en el informe de verificación indicado en el punto 3.4.
- 3.4. Informe de verificación
- 3.4.1. Las características de rendimiento declaradas por el fabricante y verificadas por los resultados de los ensayos consignados de acuerdo con el punto 3.3.2 deberán registrarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 3 del presente anexo.
4. CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO EN FRÍO DE LOS FRENOS DE REMOLQUE
- 4.1. Generalidades
- 4.1.1. Este procedimiento se aplica a los ensayos de las características de rendimiento «en frío» de los frenos neumáticos de leva en S y de disco ⁽¹⁾ instalados en remolques.
- 4.1.2. Las características de rendimiento declaradas por el fabricante se utilizarán en todos los cálculos relacionados con los requisitos de compatibilidad de frenado del anexo 10 y con los requisitos de rendimiento en frío de tipo 0 del frenado de servicio y el frenado de estacionamiento del anexo 20.
- 4.2. Factor del freno y par umbral del freno
- 4.2.1. El freno se preparará conforme al punto 4.4.2 del presente anexo.
- 4.2.2. El factor del freno es el factor de amplificación resultante de las fuerzas de rozamiento generadas por los componentes que constituyen el conjunto del freno y se expresa como razón entre el par de salida y el par de entrada. El factor del freno se representa con el símbolo B_F y deberá verificarse con cada material de forro o pastilla indicado en el punto 4.3.1.3.
- 4.2.3. El par umbral del freno, representado por el símbolo C_0 , deberá expresarse de una forma que siga siendo válida con los diversos accionamientos del freno.
- 4.2.4. Los valores de B_F deberán seguir siendo válidos con las variaciones de los siguientes parámetros:
- 4.2.4.1. masa por freno, hasta la indicada en el punto 4.3.1.5;
- 4.2.4.2. dimensiones y características de los componentes externos empleados para accionar el freno;
- 4.2.4.3. tamaño de la rueda/dimensiones del neumático.
- 4.3. Ficha de características
- 4.3.1. El fabricante del freno deberá facilitar al servicio técnico, como mínimo, la información siguiente:
- 4.3.1.1. una descripción del tipo de freno y su modelo, tamaño, etc.;
- 4.3.1.2. una descripción de la geometría del freno;
- 4.3.1.3. la marca y el tipo de forros o pastillas de freno;
- 4.3.1.4. el material del tambor o el disco de freno;
- 4.3.1.5. la masa máxima técnicamente admisible del freno.

⁽¹⁾ Podrán homologarse frenos de diseño distinto si se facilita información equivalente.

- 4.3.2. Información adicional:
- 4.3.2.1. tamaño de la rueda y el neumático que deben utilizarse en el ensayo;
- 4.3.2.2. factor del freno B_F declarado;
- 4.3.2.3. par umbral del freno C_o declarado.
- 4.4. Procedimiento de ensayo
- 4.4.1. Preparación
- 4.4.1.1. Deberá dibujarse un gráfico en el que se defina la variación de rendimiento admisible, siguiendo el modelo del diagrama 2 y utilizando el factor del freno declarado por el fabricante.
- 4.4.1.2. El rendimiento del dispositivo empleado para accionar el freno deberá calibrarse con una precisión del 1 %.
- 4.4.1.3. El radio dinámico del neumático con la carga de ensayo deberá determinarse según lo prescrito para el método de ensayo.
- 4.4.2. Procedimiento de asentamiento (bruñido)
- 4.4.2.1. En el caso de frenos de tambor, los ensayos empezarán con forros y tambores nuevos, y los forros deberán mecanizarse de manera que se obtenga el mejor contacto inicial posible con los tambores.
- 4.4.2.2. En el caso de frenos de disco, los ensayos empezarán con pastillas y discos nuevos, y el mecanizado del material de las pastillas quedará a discreción del fabricante del freno.
- 4.4.2.3. Frenar veinte veces partiendo de una velocidad inicial de 60 km/h y ejerciendo sobre el freno una fuerza teóricamente equivalente a 0,3 TR/masa de ensayo. La temperatura inicial en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco no deberá superar los 100 °C antes de cada aplicación del freno.
- 4.4.2.4. Frenar treinta veces pasando de 60 km/h a 30 km/h, ejerciendo sobre el freno una fuerza equivalente a 0,3 TR/masa de ensayo y dejando transcurrir 60 s entre cada aplicación⁽¹⁾. La temperatura inicial en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco al frenar la primera vez no deberá superar los 100 °C.
- 4.4.2.5. Tras frenar treinta veces conforme al anterior punto 4.4.2.4 y después de un lapso de 120 s, frenar cinco veces pasando de 60 km/h a 30 km/h ejerciendo sobre el freno una fuerza equivalente a 0,3 TR/masa de ensayo y dejando transcurrir 120 s entre cada aplicación del freno⁽¹⁾.
- 4.4.2.6. Frenar veinte veces partiendo de una velocidad inicial de 60 km/h y ejerciendo sobre el freno una fuerza equivalente a 0,3 TR/masa de ensayo. La temperatura inicial en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco no deberá superar los 150 °C antes de cada aplicación del freno.
- 4.4.2.7. Comprobar el rendimiento como sigue:
- 4.4.2.7.1. Calcular el par de entrada para obtener valores de rendimiento teórico de 0,2, 0,35 y $0,5 \pm 0,05$ TR/masa de ensayo.
- 4.4.2.7.2. Una vez determinado el valor del par de entrada correspondiente a cada coeficiente de frenado, dicho valor deberá permanecer constante en cada aplicación ulterior del freno (por ejemplo, presión constante).
- 4.4.2.7.3. Aplicar el freno con cada par de entrada determinado en el punto 4.4.2.7.1 partiendo de una velocidad inicial de 60 km/h. La temperatura inicial en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco no deberá superar los 100 °C antes de cada aplicación.
- 4.4.2.8. Repetir los procedimientos descritos en los puntos 4.4.2.6, de manera opcional, y 4.4.2.7.3 hasta que el rendimiento de cinco mediciones no monótonas consecutivas con un valor de entrada constante de 0,5 TR/(masa de ensayo) se haya estabilizado, con una tolerancia de - 10 % del valor máximo.
- 4.4.2.9. Si el fabricante puede demostrar con resultados de ensayo de campo que, tras realizar el asentamiento descrito, el factor del freno difiere del que se obtiene en carretera, podrá efectuarse un acondicionamiento adicional.
- Durante este asentamiento adicional, la temperatura máxima del freno, medida en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco, no deberá superar los 500 °C, en el caso de los frenos de tambor, ni los 700 °C, en el de los frenos de disco.

⁽¹⁾ Si se va a utilizar el método de ensayo en pista o el método de ensayo con calzada rodante, deberán aplicarse energías equivalentes a las señaladas.

Este ensayo de campo consistirá en un recorrido de resistencia con un freno del mismo tipo y el mismo modelo que el que ha de consignarse en el informe del anexo 11, apéndice 3. Los resultados de por lo menos tres ensayos conforme al punto 4.4.3.4 del anexo 19 realizados sobre el terreno en las condiciones del ensayo de tipo 0 con carga constituirán la base para determinar si es admisible un acondicionamiento adicional. Los ensayos del freno deberán documentarse según lo prescrito en el apéndice 8 del presente anexo.

Los detalles del acondicionamiento adicional deberán consignarse en el punto correspondiente al factor del freno B_F del anexo 11, apéndice 3, especificando, por ejemplo, los siguientes parámetros de ensayo:

- a) presión del accionador del freno, par de entrada del freno o par de freno de la aplicación del freno;
 - b) velocidad al comienzo y al final de la aplicación del freno;
 - c) tiempo, en caso de velocidad constante;
 - d) temperatura al comienzo y al final de la aplicación del freno, o durante el ciclo de frenado.
- 4.4.2.10. Si el procedimiento se lleva a cabo en un dinamómetro de inercia o una calzada rodante, podrá utilizarse sin limitación una refrigeración por aire.
- 4.4.3. Ensayo de verificación
- 4.4.3.1. La temperatura medida en la interfaz forro-tambor o pastilla-disco no deberá superar los 100 °C al comienzo de cada aplicación del freno.
- 4.4.3.2. El par umbral del freno deberá determinarse partiendo del valor de entrada del freno que se haya medido tomando como referencia un dispositivo de accionamiento calibrado.
- 4.4.3.3. El freno se aplicará cada vez a una velocidad inicial de 60 km/h \pm 2 km/h.
- 4.4.3.4. Deberá frenarse por lo menos seis veces consecutivas con valores de 0,15 a 0,55 TR/(masa de ensayo) y presiones de aplicación crecientes, frenando a continuación otras seis veces con esas mismas presiones en sentido decreciente.
- 4.4.3.5. A cada aplicación del freno conforme al punto 4.4.3.4 deberá calcularse el coeficiente de frenado, corregido para tener en cuenta la resistencia a la rodadura, y dicho coeficiente deberá trazarse en el gráfico especificado en el punto 4.4.1.1 del presente anexo.
- 4.5. Métodos de ensayo
- 4.5.1. Ensayo en pista
- 4.5.1.1. El ensayo de rendimiento del freno se efectuará en un solo eje.
- 4.5.1.2. Los ensayos deberán realizarse en una pista horizontal y rectilínea con una superficie que ofrezca buena adherencia, cuando no sople un viento que pueda influir en los resultados.
- 4.5.1.3. El remolque deberá llevar la carga correspondiente (o más próxima) a la masa máxima técnicamente admisible de cada freno, aunque podrá añadirse masa si es necesario para conseguir que la masa sobre el eje sea suficiente para alcanzar un coeficiente de frenado de 0,55 TR/(masa máxima técnicamente admisible por freno) sin bloquear las ruedas.
- 4.5.1.4. El radio de rodadura dinámico del neumático podrá verificarse a baja velocidad, < 10 km/h, midiendo la distancia recorrida en función de los giros de la rueda, y para determinar dicho radio de rodadura dinámico deberán completarse como mínimo diez giros.
- 4.5.1.5. La resistencia a la rodadura del conjunto de vehículos debe determinarse midiendo el tiempo necesario para que la velocidad del vehículo se reduzca de 55 km/h a 45 km/h y la distancia recorrida en el ensayo realizado en el mismo sentido en que se llevará a cabo el ensayo de verificación, con el motor desembragado y el sistema de frenado de resistencia, de haberlo, desacoplado.
- 4.5.1.6. Solo se accionarán los frenos del eje objeto de ensayo, hasta que se alcance una presión de entrada en el dispositivo de accionamiento del freno del 90 % \pm 3 % (tras un tiempo máximo de incremento de 0,7 s) de su valor asintótico. El ensayo deberá realizarse con el motor desembragado y el sistema de frenado de resistencia, de haberlo, desacoplado.
- 4.5.1.7. Al comienzo del ensayo, los frenos deberán estar muy ajustados.

- 4.5.1.8. El valor de entrada del freno para el cálculo del par umbral deberá determinarse levantando la rueda y apretando el freno gradualmente al tiempo que se hace girar la rueda con la mano, hasta que se perciba resistencia.
- 4.5.1.9. La velocidad final v_2 deberá determinarse de conformidad con el anexo 11, apéndice 2, punto 3.1.5.
- 4.5.1.10. El rendimiento de frenado del eje objeto de ensayo deberá determinarse calculando la desaceleración establecida con una medición directa de la velocidad y la distancia entre $0,8 v_1$ y v_2 , no debiendo v_2 ser inferior a $0,1 v_1$. Esta se considerará equivalente a la desaceleración media estabilizada definida en el anexo 4.
- 4.5.2. Ensayo con dinamómetro de inercia
- 4.5.2.1. El ensayo deberá efectuarse en un solo conjunto de freno.
- 4.5.2.2. La máquina de ensayo deberá ser capaz de generar la inercia exigida en el punto 4.5.2.5 del presente anexo.
- 4.5.2.3. Dicha máquina deberá tener la velocidad y el par de salida del freno calibrados con una precisión del 2 %.
- 4.5.2.4. Los instrumentos utilizados para el ensayo deberán ser capaces de suministrar al menos los datos siguientes:
- 4.5.2.4.1. un registro continuo de la presión o la fuerza de aplicación del freno;
- 4.5.2.4.2. un registro continuo del par de salida del freno;
- 4.5.2.4.3. un registro continuo de la temperatura medida en la interfaz forro-tambor o pastilla disco.
- 4.5.2.4.4. la velocidad durante el ensayo.
- 4.5.2.5. La inercia (I_T) del dinamómetro deberá ajustarse lo más próxima posible, con una tolerancia del $\pm 5\%$, incluido el rozamiento interno del dinamómetro, a la parte de la inercia lineal del vehículo que actúa sobre una rueda y es necesaria para obtener un rendimiento de $0,55 \text{ TR}/(\text{masa máxima técnicamente admisible})$, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I_T = P_d \cdot R^2$$

donde:

I_T = inercia rotatoria real (kgm^2)

R = radio de rodadura del neumático definido por la fórmula $0,485 D$

D = $d + 2H$ ⁽¹⁾

d = número convencional del diámetro de la llanta (mm)

H = altura nominal de sección (mm) = $S_1 \times 0,01 Ra$

S_1 = anchura de sección (mm)

Ra = relación nominal de aspecto

P_d = masa máxima técnicamente admisible del freno según el punto 4.3.1.5

- 4.5.2.6. Podrá utilizarse aire de refrigeración a temperatura ambiente, que deberá circular sobre el freno a una velocidad no superior a $0,33 v$ en el sentido perpendicular a su eje de rotación.
- 4.5.2.7. El freno deberá estar muy ajustado al comienzo del ensayo.
- 4.5.2.8. La fuerza de aplicación del freno para el cálculo del par umbral deberá determinarse frenando gradualmente hasta que se observe que comienza a generarse el par de freno.
- 4.5.2.9. El rendimiento de frenado se determinará aplicando la siguiente fórmula al par de salida medido del freno:

⁽¹⁾ Diámetro exterior del neumático, según se define en el Reglamento n° 54.

$$\text{coeficiente de frenado} = \frac{M_f R}{I_g}$$

donde:

M_f = par medio de salida del freno (Nm), basado en la distancia

g = desaceleración debida a la gravedad (m/s^2)

El par medio de salida del freno (M_f) deberá calcularse a partir de la desaceleración determinada con una medición directa de la velocidad y la distancia entre $0,8 v_1$ y $0,1 v_1$. Esta se considerará equivalente a la desaceleración media estabilizada definida en el anexo 4.

4.5.3. Ensayo en calzada rodante

4.5.3.1. El ensayo se realizará en un solo eje con uno o dos frenos.

4.5.3.2. La máquina de ensayo deberá disponer de un medio calibrado de carga que simule la masa exigida para los frenos objeto de ensayo.

4.5.3.3. Dicha máquina deberá tener la velocidad y el par de freno calibrados con una precisión del 2 %, teniendo en cuenta las características de rozamiento interno. El radio de rodadura dinámico del neumático (R) deberá determinarse midiendo la velocidad de rotación de la calzada rodante y las ruedas sin frenos del eje objeto de ensayo a una velocidad equivalente a 60 km/h, por medio de la siguiente fórmula:

$$R = R_R \frac{n_D}{n_w}$$

donde:

R_R = radio de la calzada rodante

n_D = velocidad (de rotación) de la calzada rodante

n_w = velocidad de giro de las ruedas sin frenos del eje

4.5.3.4. Podrá utilizarse aire de refrigeración a temperatura ambiente, que deberá circular sobre los frenos a una velocidad no superior a $0,33 v$.

4.5.3.5. Los frenos deberán estar muy ajustados al comienzo del ensayo.

4.5.3.6. La fuerza de aplicación del freno para el cálculo del par umbral deberá determinarse apretando los frenos gradualmente hasta que se observe que comienza a generarse el par de freno.

4.5.3.7. El rendimiento del freno deberá determinarse midiendo la fuerza de freno en la periferia del neumático calculada con respecto al coeficiente de frenado, teniendo en cuenta la resistencia a la rodadura. La resistencia a la rodadura del eje con carga se determinará midiendo la fuerza en la periferia del neumático a una velocidad de 60 km/h.

El par medio de salida del freno (M_f) deberá basarse en los valores medidos entre el momento en que la presión o fuerza de aplicación alcanza su valor asintótico desde que comenzó a aumentarse la presión en el dispositivo de accionamiento del freno y el momento en que el aporte de energía alcanza el valor W_{60} definido en el punto 4.5.3.8.

4.5.3.8. Para determinar el coeficiente de frenado se tendrá en cuenta un aporte de energía W_{60} equivalente a la energía cinética de la masa correspondiente al freno objeto de ensayo cuando se frena de 60 km/h a 0 km/h.

Fórmula:

$$W_{60} = \int_0^{t(W_{60})} F_B \cdot v \cdot dt$$

4.5.3.8.1. Si no se puede mantener la velocidad v a $60 \text{ km/h} \pm 2 \text{ km/h}$ durante la medición del coeficiente de frenado conforme al punto 4.5.3.8, el coeficiente de frenado deberá determinarse a partir de la medición directa de la fuerza de freno F_B o el par de salida del freno M_f , de manera que las fuerzas dinámicas de la masa de inercia de la máquina de ensayo con calzada rodante no afecta a la medición de estos parámetros.

- 4.6. Informe de verificación
- 4.6.1. Las características de rendimiento declaradas por el fabricante y verificadas por los resultados de los ensayos consignados de acuerdo con el anterior punto 4.4.3 deberán registrarse en un formulario cuyo modelo figura en el apéndice 3 del anexo 11.
5. SISTEMAS DE FRENADO ANTIBLOQUEO (ABS)
- 5.1. Generalidades
- 5.1.1. En este epígrafe se describe el procedimiento para determinar el rendimiento de un sistema de frenado antibloqueo de remolque.
- 5.1.2. Se considerará que los ensayos realizados con remolques de la categoría O₄ abarcan los requisitos aplicables a los remolques de la categoría O₃.
- 5.2. Ficha de características
- 5.2.1. El fabricante del ABS deberá facilitar al servicio técnico una ficha de características de los sistemas cuyo rendimiento deba verificarse. Dicha ficha deberá contener, como mínimo, la información señalada en el apéndice 5 del presente anexo.
- 5.3. Definición de los vehículos de ensayo
- 5.3.1. Basándose en la información contenida en la ficha de características, en particular los tipos de remolque indicados en el punto 2.1 del apéndice 5, el servicio técnico llevará a cabo ensayos con remolques representativos que tengan hasta tres ejes y estén equipados con el sistema o la configuración correspondiente de frenado antibloqueo. Además, al seleccionar los remolques que vayan a evaluarse, deberán tomarse en consideración los parámetros definidos en los puntos que siguen.
- 5.3.1.1. Tipo de suspensión: el método para evaluar el rendimiento del sistema de frenado antibloqueo con respecto al tipo de suspensión se escogerá como sigue:
- En el caso de los semirremolques, para cada grupo de suspensión —por ejemplo, de equilibrado mecánico, etc.— se evaluará un remolque representativo.
- En el caso de remolques completos, la evaluación se realizará con un remolque representativo equipado con cualquiera de los tipos de suspensión.
- 5.3.1.2. Batalla: en el caso de los semirremolques, la batalla no será un factor limitador, pero, si se trata de remolques completos, deberá evaluarse la batalla menor.
- 5.3.1.3. Tipo de freno: la homologación se limitará a los frenos de leva en S o de disco, pero, si aparecen otros tipos, quizá se requieran ensayos comparativos.
- 5.3.1.4. Sensor de carga: la utilización de la adherencia deberá determinarse con la válvula sensora de carga ajustada en las posiciones con y sin carga. No obstante, los requisitos del punto 2.7 del anexo 13 serán de aplicación en todos los casos.
- 5.3.1.5. Accionamiento del freno: las diferenciales del nivel de accionamiento deberán registrarse para su evaluación durante los ensayos realizados para determinar la utilización de la adherencia. Los resultados obtenidos en los ensayos con un remolque podrán aplicarse a los remolques del mismo tipo.
- 5.3.2. En relación con cada tipo de remolque, deberá aportarse documentación que ilustre la compatibilidad del freno según se define en el anexo 10 (diagramas 2 y 4), a fin de demostrar la conformidad.
- 5.3.3. A efectos de homologación se considerará que los semirremolques y los remolques de eje central son un mismo tipo de vehículo.
- 5.4. Programa de ensayos
- 5.4.1. El servicio técnico deberá realizar los ensayos siguientes en los vehículos indicados en el punto 5.3 del presente anexo con cada configuración de ABS, teniendo en cuenta la lista de tipos y configuraciones del punto 2.1 del apéndice 5 de este anexo. No obstante, las referencias cruzadas a los casos más desfavorables permitirán omitir determinados ensayos. Si efectivamente se realizan ensayos de los casos más desfavorables, conviene indicarlo en el acta de ensayo.
- 5.4.1.1. Los ensayos de utilización de la adherencia deberán llevarse a cabo siguiendo el procedimiento descrito en el punto 6.2 del anexo 13 con cada configuración de ABS y tipo de remolque, según la información contenida en la ficha de características del fabricante (véase el punto 2.1 del apéndice 5 del presente anexo).

- 5.4.1.2. Consumo de energía
- 5.4.1.2.1. Carga por eje: los remolques objeto de ensayo deberán cargarse de modo que la carga por eje sea de 2 500 kg \pm 200 kg o del 35 % \pm 200 kg de la carga estática por eje admisible, si este último valor es menor.
- 5.4.1.2.2. Deberá garantizarse que se puede obtener la «modulación cíclica» del sistema de frenado antibloqueo a lo largo de los ensayos dinámicos indicados en el punto 6.1.3 del anexo 13.
- 5.4.1.2.3. Ensayo de consumo de energía: el ensayo deberá realizarse siguiendo el procedimiento del punto 6.1 del anexo 13 con cada configuración de ABS.
- 5.4.1.2.4. Para poder comprobar que los remolques presentados a homologación son conformes con los requisitos de consumo de energía del sistema antibloqueo (véase el punto 6.1 del anexo 13), deberán llevarse a cabo las comprobaciones expuestas a continuación.
- 5.4.1.2.4.1. Antes de comenzar el ensayo de consumo de energía (punto 5.4.1.2.3), los frenos sin dispositivo integrado de compensación del desgaste se ajustarán de manera que la relación (R_1) del recorrido de la varilla de empuje de la cámara de freno (s_T) con respecto a la longitud de la palanca (l_T) sea de 0,2. Esta relación deberá determinarse con una presión de la cámara de freno de 650 kPa.

Ejemplo: $l_T = 130$ mm,

s_T con una presión de la cámara de freno de 650 kPa = 26 mm

$$R_1 = s_T / l_T = 26/130 = 0,2$$

Los frenos con compensación automática integrada del desgaste deberán ajustarse con la holgura normal especificada por el fabricante.

El ajuste de los frenos como se ha explicado anteriormente deberá efectuarse cuando estén fríos (< 100 °C).

- 5.4.1.2.4.2. Con la válvula sensora de carga ajustada en la posición con carga y el nivel inicial de energía conforme al punto 6.1.2 del anexo 13, deberán aislarse los dispositivos de almacenamiento de energía para que no reciban más aire. Los frenos deberán aplicarse con una presión de control de 650 kPa en el cabezal de acoplamiento y después soltarse. Deberán efectuarse sucesivas aplicaciones hasta que la presión en las cámaras de freno sea igual a la obtenida siguiendo el procedimiento de ensayo de los puntos 5.4.1.2.1 y 5.4.1.2.2. Deberá anotarse el número de aplicaciones del freno equivalentes (n_{er}).

El número equivalente de aplicaciones estáticas del freno (n_e) deberá consignarse en el acta de ensayo.

$$n_e = 1,2 \cdot n_{er} \text{ y debe redondearse al número entero más próximo.}$$

- 5.4.1.3. Ensayo de rozamiento variable: cuando un sistema de frenado antibloqueo deba considerarse de la categoría A, todas sus configuraciones de ABS estarán sujetas a los requisitos de rendimiento del punto 6.3.2 del anexo 13.

5.4.1.4. Rendimiento a baja y alta velocidad

- 5.4.1.4.1. Con el remolque preparado como si fuera a evaluarse la utilización de la adherencia, deberá verificarse el rendimiento a baja y alta velocidad conforme al punto 6.3.1 del anexo 13.

- 5.4.1.4.2. Cuando exista una tolerancia entre el número de dientes del excitador y la circunferencia del neumático, las comprobaciones de funcionamiento deberán efectuarse en los extremos de tolerancia de acuerdo con el punto 6.3 del anexo 13. Para ello podrán utilizarse distintos tamaños de neumático o producirse excitadores especiales para simular los extremos de frecuencia.

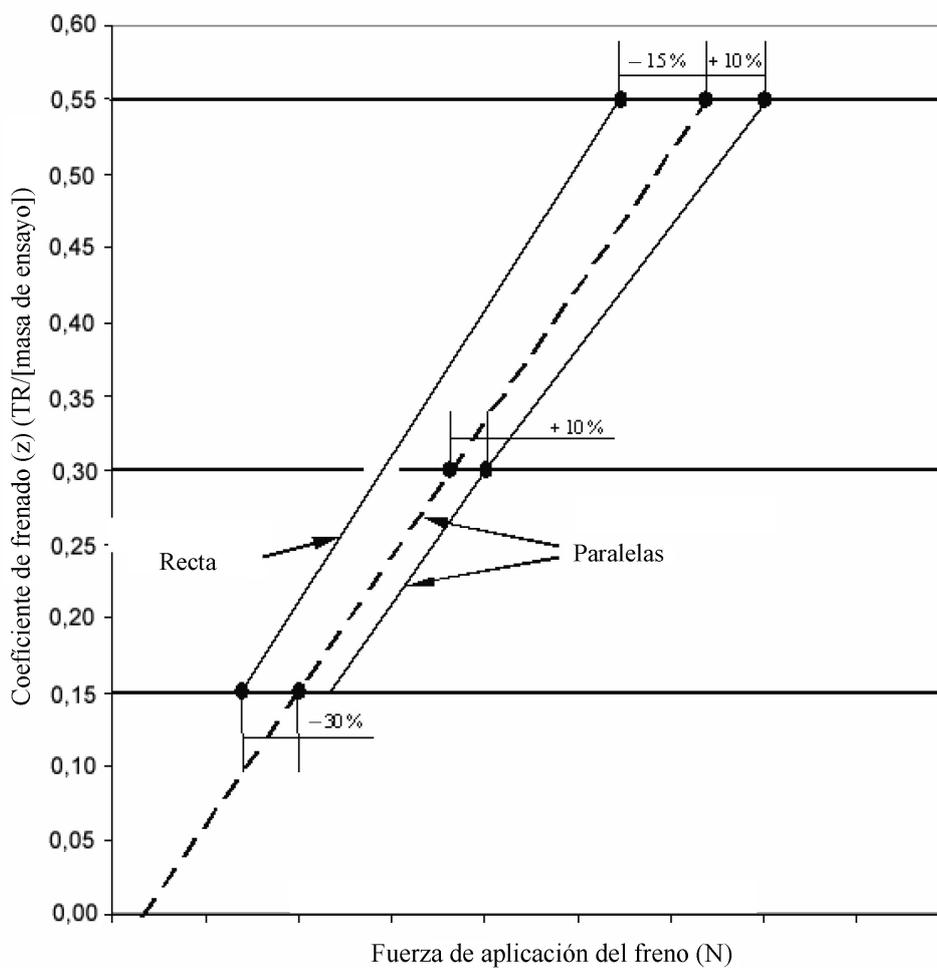
5.4.1.5. Comprobaciones adicionales

Las siguientes comprobaciones adicionales deberán realizarse con el vehículo tractor sin frenar y el remolque sin carga.

- 5.4.1.5.1. Cuando el bogie pase de una superficie de alta adherencia (k_H) a una superficie de baja adherencia (k_L), siendo $k_H \geq 0,5$ y $k_H/k_L \geq 2$ y ejerciéndose sobre el cabezal de acoplamiento una presión de control de 650 kPa, las ruedas controladas directamente no deberán bloquearse. La velocidad de marcha y el momento de apretar los frenos del remolque deberán calcularse de manera que, con el sistema de frenado antibloqueo en modulación cíclica sobre la superficie de alta adherencia, el paso de una superficie a otra se haga a unos 80 km/h y a 40 km/h.

- 5.4.1.5.2. Cuando el remolque pase de una superficie de baja adherencia (k_L) a una superficie de alta adherencia (k_H), siendo $k_H \geq 0,5$ y $k_H/k_L \geq 2$ y ejerciéndose sobre el cabezal de acoplamiento una presión de control de 650 kPa, la presión en las cámaras de freno deberá subir a un valor alto adecuado en un tiempo razonable y sin que el remolque se desvíe de su trayectoria inicial. La velocidad de marcha y el momento de apretar los frenos deberán calcularse de manera que, con el sistema de frenado antibloqueo en modulación cíclica sobre la superficie de baja adherencia, el paso de una superficie a otra se produzca a unos 50 km/h.
- 5.4.1.6. La documentación relativa a los controladores deberá estar disponible como exigen el punto 5.1.5 del presente Reglamento y el punto 4.1 del anexo 13, incluida la nota 12 a pie de página.
- 5.5. Acta de homologación
- 5.5.1. Deberá levantarse un acta de homologación cuyo contenido se define en el apéndice 6 del presente anexo.

Diagrama 2



APÉNDICE 1

Modelo de informe de verificación para cámaras de freno de diafragma

INFORME N°

1. Identificación
 - 1.1. Fabricante (nombre y dirección):
 - 1.2. Marca ⁽¹⁾:
 - 1.3. Tipo ⁽¹⁾:
 - 1.4. Número de pieza ⁽¹⁾:
2. Condiciones de funcionamiento:
 - 2.1. Presión máxima de trabajo:
3. Características de rendimiento declaradas por el fabricante:
 - 3.1. Carrera máxima (s_{max}) a 650 kPa ⁽²⁾:
 - 3.2. Empuje medio ($Th_A - f(p)$) ⁽²⁾:
 - 3.3. Carrera efectiva ($s_p - f(p)$) ⁽²⁾:
 - 3.3.1. Intervalo de presiones en el que es válida la carrera efectiva indicada (véase el punto 2.3.4 del anexo 19):
 - 3.4. Presión requerida para obtener una carrera de la varilla de empuje de 15 mm (p_{15}) basada en $Th_A - f(p)$ o el valor declarado ⁽²⁾, ⁽³⁾:
4. Ámbito de aplicación

La cámara de freno puede utilizarse en remolques de las categorías O₃ y O₄ sí/no

La cámara de freno puede utilizarse solamente en remolques de la categoría O₃ sí/no
5. Nombre del servicio técnico/la autoridad de homologación ⁽⁴⁾ que ha realizado el ensayo:

.....
6. Fecha del ensayo:
7. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el anexo 19 del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie de enmiendas.

Servicio técnico ⁽⁴⁾ que ha realizado el ensayo

Firmado: Fecha:
8. Autoridad de homologación ⁽⁴⁾

Firmado: Fecha:
9. Documentación del ensayo

Apéndice 2,

⁽¹⁾ Debe marcarse en la cámara de freno, pero en el acta de ensayo solo es necesario indicar el número de la pieza original, no los diversos modelos.

⁽²⁾ La identificación deberá modificarse cuando se introduzcan cambios que puedan afectar a las características de rendimiento (puntos 3.1, 3.2 y 3.3).

⁽³⁾ Para la aplicación de las características definidas en este informe con respecto al anexo 10, se supondrá que la relación de p_{15} con el valor declarado $Th_A - f(p)$ a una presión de 100 kPa es lineal.

⁽⁴⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

APÉNDICE 2

Modelo de registro de los resultados de los ensayos para cámaras de freno de diafragma

ACTA N°

1. Registro de los resultados de los ensayos ⁽¹⁾ de la pieza número:

Presión (*) p - (kPa)	Empuje medio Th _A - (N)	Carrera efectiva s _p - (mm)

(*) La presión «p» será la de los valores de presión reales empleados en el ensayo, según el punto 2.2.2 del presente anexo.

⁽¹⁾ Debe elaborarse con cada una de las seis muestras ensayadas.

APÉNDICE 3

MODELO DE INFORME DE VERIFICACIÓN PARA FRENOS DE MUELLE

INFORME N°

1. Identificación
 - 1.1. Fabricante (nombre y dirección):
 - 1.2. Marca ⁽¹⁾:
 - 1.3. Tipo ⁽¹⁾:
 - 1.4. Número de pieza ⁽¹⁾:
2. Condiciones de funcionamiento:
 - 2.1. Presión máxima de trabajo:
3. Características de rendimiento declaradas por el fabricante:
 - 3.1. Carrera máxima (s_{max}) ⁽²⁾:
 - 3.2. Empuje del muelle (Th_s) - $f(s)$ ⁽²⁾:
 - 3.3. Presión de liberación (con una carrera de 10 mm) ⁽²⁾:
4. Fecha del ensayo:
5. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el anexo 19 del Reglamento n° 13, en su versión modificada en último lugar por la serie..... de enmiendas.
Servicio técnico ⁽³⁾ que ha realizado el ensayo
Firmado: Fecha:
6. Autoridad de homologación ⁽³⁾
Firmado: Fecha:
7. Documentación del ensayo
Apéndice 4,,

⁽¹⁾ Debe marcarse en el freno de muelle, pero en el acta de ensayo solo es necesario indicar el número de la pieza original, no los diversos modelos.

⁽²⁾ La identificación deberá modificarse cuando se introduzcan cambios que puedan afectar a las características de rendimiento (puntos 3.1, 3.2 y 3.3).

⁽³⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

APÉNDICE 5

FICHA DE CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FRENADO ANTIBLOQUEO DE REMOLQUE

1. GENERALIDADES
 - 1.1. Nombre del fabricante
 - 1.2. Nombre del sistema
 - 1.3. Variantes del sistema
 - 1.4. Configuraciones del sistema (por ejemplo, 2S/1M, 2S/2M, etc.)
 - 1.5. Explicación de la función básica o el principio del sistema
2. APLICACIONES
 - 2.1. Lista de los tipos de remolque y las configuraciones de ABS para los que se solicita la homologación
 - 2.2. Diagramas esquemáticos de las configuraciones del sistema instaladas en los remolques señalados en el punto 2.1, atendiendo a los siguientes parámetros
 - Ubicación de los sensores
 - Ubicación de los moduladores
 - Ejes elevables
 - Ejes directrices
 - Tubos: tipos, luces y longitudes
 - 2.3. Relación de la circunferencia del neumático con respecto a la resolución del excitador, incluidas las tolerancias
 - 2.4. Tolerancia de la circunferencia del neumático entre un eje y otro equipados con el mismo excitador
 - 2.5. Ámbito de aplicación con respecto al tipo de suspensión
 - Suspensión neumática: cualquier tipo de suspensión neumática de «rueda tirada» equilibrada.
 - Otro tipo de suspensiones: el fabricante debe indicar el modelo y el tipo (equilibrada/no equilibrada)
 - 2.6. Recomendaciones sobre el par de entrada del freno diferencial (de haberlo) en relación con la configuración del ABS y el bogie del remolque
 - 2.7. Información adicional (si procede) acerca de la utilización del sistema de frenado antibloqueo
3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES
 - 3.1. Sensores
 - Función
 - Identificación (por ejemplo, números de pieza)
 - 3.2. Controladores
 - Descripción general y función
 - Identificación (por ejemplo, números de pieza)

Aspectos de los controladores relacionados con la seguridad

Otras características (por ejemplo: mando del retardador, configuración automática, parámetros variables, diagnósticos)

3.3. Moduladores

Descripción general y función

Identificación (por ejemplo, números de pieza)

Limitaciones (por ejemplo, volúmenes máximos de salida que deben controlarse)

3.4. Equipo eléctrico

Diagramas del circuito

Métodos de alimentación

Secuencias de la luz de aviso

3.5. Circuitos neumáticos

Esquemas de frenado que incluyan las configuraciones de ABS utilizadas en los tipos de remolque indicados en el punto 2.1.

Limitaciones del tamaño de los tubos, así como de las correspondientes longitudes, que afecten al rendimiento del sistema (por ejemplo, entre el modulador y la cámara de freno)

3.6. Compatibilidad electromagnética

3.6.1. Documentación que demuestre el cumplimiento de lo dispuesto en el punto 4.4 del anexo 13

APÉNDICE 6

ACTA DE ENSAYO DEL SISTEMA DE FRENADO ANTIBLOQUEO DE REMOLQUE

ACTA DE ENSAYO N°

1. IDENTIFICACIÓN
 - 1.1. Fabricante del sistema de frenado antibloqueo (nombre y dirección)
 - 1.2. Nombre o modelo del sistema
2. SISTEMAS E INSTALACIONES HOMOLOGADOS
 - 2.1. Configuraciones de ABS homologadas (por ejemplo: 2S/1M, 2S/2M, etc.)
 - 2.2. Ámbito de aplicación (tipo de remolque y número de ejes)
 - 2.3. Modos de alimentación: ISO 7638, ISO 1185, etc.
 - 2.4. Identificación de los sensores, controladores y moduladores homologados
 - 2.5. Consumo de energía. Número equivalente de aplicaciones estáticas del freno
 - 2.6. Características adicionales, por ejemplo: mando del retardador, configuración de los ejes elevables, etc.
3. DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
 - 3.1. Datos del vehículo de ensayo
 - 3.2. Información sobre la superficie de ensayo
 - 3.3. Resultados de los ensayos
 - 3.3.1. Utilización de la adherencia
 - 3.3.2. Consumo de energía
 - 3.3.3. Ensayo de rozamiento variable
 - 3.3.4. Rendimiento a baja velocidad
 - 3.3.5. Rendimiento a alta velocidad
 - 3.3.6. Comprobaciones adicionales
 - 3.3.6.1. Paso de una superficie de alta adherencia a una de baja adherencia
 - 3.3.6.2. Paso de una superficie de baja adherencia a una de alta adherencia
 - 3.3.7. Simulación del modo de avería
 - 3.3.8. Comprobación del funcionamiento de las conexiones optativas de alimentación
 - 3.3.9. Compatibilidad electromagnética

4. LÍMITES DE INSTALACIÓN

- 4.1. Relación de la circunferencia del neumático con respecto a la resolución del excitador
- 4.2. Tolerancia respecto a la circunferencia del neumático entre un eje y otro provistos del mismo excitador
- 4.3. Tipo de suspensión
- 4.4. Diferenciales del par de entrada del freno en el bogie del remolque
- 4.5. Batalla del remolque completo
- 4.6. Tipo de freno
- 4.7. Tamaños y longitudes de los tubos
- 4.8. Aplicación del sensor de carga
- 4.9. Secuencia de la luz de aviso
- 4.10. Configuraciones y aplicaciones del sistema que cumplen los requisitos de la categoría A
- 4.11. Otras recomendaciones o limitaciones (por ejemplo, ubicación de los sensores, moduladores, ejes elevables, ejes directrices, etc.)

5. FECHA DEL ENSAYO

Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con el anexo 19 del Reglamento nº 13, en su versión modificada en último lugar por la serie de enmiendas.

Servicio técnico ⁽¹⁾ que ha realizado el ensayo

Firmado: Fecha:

6. AUTORIDAD DE HOMOLOGACIÓN ⁽¹⁾

Firmado: Fecha:

Anexo: Ficha de características del fabricante

⁽¹⁾ Deben firmar personas diferentes, aun cuando el servicio técnico y la autoridad de homologación sean la misma entidad, o aunque con el acta se expida una autorización aparte emitida por la autoridad de homologación.

APÉNDICE 7

SÍMBOLOS Y DEFINICIONES

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
B_F	Factor del freno (razón de amplificación del par de entrada respecto al par de salida)
C_O	Par umbral de entrada (par mínimo necesario para producir un par de freno mensurable)
D	Diámetro exterior del neumático (diámetro total de un neumático nuevo inflado)
d	Número convencional que representa el diámetro nominal de la llanta y se corresponde con el diámetro de la llanta expresado en pulgadas o milímetros
F_B	Fuerza de freno
H	Altura de sección nominal del neumático (distancia igual a la mitad de la diferencia entre el diámetro exterior del neumático y el diámetro nominal de la llanta)
I	Inercia rotatoria
l_T	Longitud de la palanca del freno del remolque de ensayo de referencia
M_t	Par de salida medio del freno
n_e	Número equivalente de aplicaciones estáticas del freno a efectos de homologación de tipo
n_{er}	Número equivalente de aplicaciones estáticas durante los ensayos
n_D	Velocidad de rotación de la calzada rodante
n_W	Velocidad de giro de las ruedas sin frenos del eje
P_d	Masa máxima técnicamente admisible del freno
p	Presión
P_{15}	Presión en la cámara de freno requerida para obtener una carrera de la varilla de empuje de 15 mm desde la posición de referencia cero
R	Radio de rodadura dinámico del neumático (calculado con $0,485 D$)
R_a	Relación nominal de aspecto del neumático (el céntuplo de la cifra obtenida dividiendo la altura nominal de sección por la anchura nominal de sección, expresadas ambas en milímetros)
R_l	Razón s_T/l_T
R_R	Radio de la calzada rodante
S_1	Anchura de sección del neumático (distancia lineal entre el exterior de los flancos de un neumático inflado, excluido el relieve constituido por las etiquetas [marcado], las decoraciones o los cordones o nervaduras de protección)
s	Carrera del accionador (carrera útil y carrera en vacío)
s_{max}	Carrera total del accionador
s_p	Carrera efectiva (carrera con la que el empuje generado es igual al 90 % del empuje medio Th_{λ})
s_T	Recorrido de la varilla de empuje de la cámara de freno del remolque de ensayo de referencia, en milímetros

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
Th_A	Empuje medio (se determina integrando los valores situados entre un tercio y dos tercios de la carrera total s_{max})
Th_s	Empuje del muelle del freno de muelle
TR	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque o semirremolque
v	Velocidad lineal de la calzada rodante
v_1	Velocidad inicial al comenzar a frenar
v_2	Velocidad al terminar de frenar
W_{60}	Aporte de energía, equivalente a la energía cinética de la masa correspondiente al freno objeto de ensayo cuando se frena de 60 km/h a 0 km/h
z	Coeficiente de frenado del vehículo

APÉNDICE 8

Formulario para la documentación del ensayo de campo según lo prescrito en el punto 4.4.2.9 del presente anexo

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Freno:

Fabricante

Marca

Tipo

Modelo

Freno de tambor o freno de disco (1)

Datos identificativos de la unidad ensayada

Par de entrada del freno técnicamente admisible C_{max}

Dispositivo de ajuste automático del freno: integrado/no integrado (1)

1.2. Tambor o disco de freno:

Diámetro interior del tambor o diámetro exterior del disco

Radio efectivo (2)

Espesor

Masa

Material

Datos identificativos de la unidad ensayada

1.3. Forro o pastilla de freno:

Fabricante

Tipo

Identificación

Anchura

Espesor

Superficie

Método de fijación

Datos identificativos de la unidad ensayada

1.4. Accionador:

Fabricante

Marca

- Tamaño
- Tipo
- Datos identificativos de la unidad ensayada
- 1.5. Dispositivo de ajuste automático del freno ⁽³⁾:
- Fabricante
- Marca
- Tipo
- Versión
- Datos identificativos de la unidad ensayada
- 1.6. Datos del vehículo de ensayo
- Vehículo tractor:
- Número de identificación
- Carga por eje
- Remolque:
- Número de identificación
- Categoría: O₂/O₃/O₄ ⁽¹⁾
- remolque completo/semirremolque/remolque de eje central ⁽¹⁾
- Número de ejes
- Neumáticos/Llantas
- Gemelo(a)s/Sencillo(a)s ⁽¹⁾
- Radio de rodadura dinámico R con carga
- Carga por eje
2. DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS
- 2.1. Ensayo de campo:
- Descripción general: distancia recorrida, duración y lugar
-
- 2.2. Ensayo de frenado:
- 2.2.1. Información sobre la pista de ensayo
- 2.2.2. Procedimiento de ensayo

2.3. Resultados de los ensayos

Factor del freno

Ensayo 1

Fecha del ensayo 1

Ensayo 2

Fecha del ensayo 2

Ensayo 3

Fecha del ensayo 3

Diagramas

(1) Táchese lo que no proceda.

(2) Solo se aplica a los frenos de disco.

(3) No aplicable si se trata de un dispositivo de ajuste automático del freno integrado.

ANEXO 20

PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO DE REMOLQUES

1. GENERALIDADES
- 1.1. En este anexo se describe un procedimiento alternativo para la homologación de tipo de remolques sobre la base de la información contenida en las actas de ensayo levantadas conforme a los anexos 11 y 19.
- 1.2. Finalizados los procedimientos de verificación descritos en los puntos 3, 4, 5, 6, 7 y 8 del presente anexo, el servicio técnico o la autoridad de homologación expedirán un certificado de homologación de tipo CEPE conforme con el modelo del anexo 2, apéndice 1.
- 1.3. A efectos de los cálculos establecidos en el presente anexo, la altura del centro de gravedad deberá determinarse con el método descrito en su apéndice 1.
2. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO
- 2.1. La solicitud de homologación de tipo CEPE de un remolque con respecto al sistema de frenado deberá presentarla el fabricante del remolque. En favor de la homologación, el fabricante del remolque deberá facilitar al servicio técnico por lo menos los elementos que se enumeran a continuación.
- 2.1.1. Una copia del certificado de homologación de tipo CEPE o UE y una ficha de características del remolque, denominado en lo sucesivo el «remolque de referencia», en la que se basará la comparación del rendimiento de frenado de servicio. Dicho remolque habrá sido sometido a los ensayos pertinentes del anexo 4 o de la Directiva UE equivalente. No se utilizará como remolque de referencia un remolque que haya sido homologado conforme al procedimiento alternativo descrito en el presente anexo.
- 2.1.2. Copias de las actas de ensayo de los anexos 11 y 19.
- 2.1.3. Una documentación que contenga los datos de verificación pertinentes, incluidos los cálculos correspondientes de los siguientes aspectos:
- | Requisitos de rendimiento | Punto del anexo 20 |
|--|--------------------|
| Rendimiento de frenado de servicio en frío | 3 |
| Rendimiento del freno de estacionamiento | 4 |
| Rendimiento del freno de socorro | 5 |
| Fallo del sistema de distribución del frenado | 6 |
| Frenado antibloqueo | 7 |
| Comprobaciones del funcionamiento y la instalación | 8 |
- 2.1.4. Un remolque representativo del tipo que vaya a homologarse, denominado en lo sucesivo «el remolque analizado».
- 2.2. El «remolque de referencia» y el «remolque analizado» deberán ser del mismo fabricante.
3. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA DEMOSTRAR EL RENDIMIENTO EN FRÍO DEL FRENADO DE SERVICIO DE TIPO 0
- 3.1. Para demostrar que se cumple el rendimiento en frío del frenado de servicio de tipo 0 deberá verificarse, mediante cálculo, que el «vehículo analizado» posee fuerza de freno (TR) suficiente para alcanzar el rendimiento de frenado de servicio prescrito y que la adherencia sobre una superficie de calzada seca (suponiéndole un coeficiente de adherencia de 0,8) es suficiente para utilizar esa fuerza de frenado.
- 3.2. Verificación
- 3.2.1. Se considera que el remolque analizado satisface los requisitos del anexo 4, puntos 1.2.7 y 3.1.2 (requisito de rendimiento en frío obtenido sin bloqueo de las ruedas ni desviación o vibración anormal), si cumple los criterios de verificación descritos en los puntos siguientes, con y sin carga:

- 3.2.1.1. La batalla del remolque analizado no deberá ser inferior a 0,8 veces la del remolque de referencia.
- 3.2.1.2. Las posibles diferencias en el par de entrada del freno entre un eje y otro de un bogie del remolque analizado deberán ser las mismas que en el remolque de referencia.
- 3.2.1.3. El número y la disposición de los ejes —es decir, si son elevables, directrices, etc.— del remolque analizado deberán ser los mismos que en el remolque de referencia.
- 3.2.1.4. La distribución porcentual de la carga estática por eje en el remolque analizado con carga no deberá diferir de la del remolque de referencia en más de un 10 %.
- 3.2.1.5. En el caso de los semirremolques, deberá elaborarse un gráfico conforme al apéndice 2, sobre cuya base deberá verificarse que:

$TR_{\max} \geq TR_{pr}$ (es decir, que la línea [1] no deberá estar por debajo de la línea [3]) y

$TR_L \geq TR_{pr}$ (es decir, que la línea [2] no deberá estar por debajo de la línea [3]).

- 3.2.1.6. En el caso de los remolques de eje central, deberá elaborarse un gráfico conforme al apéndice 3, sobre cuya base deberá verificarse que:

$TR_{\max} \geq TR_{pr}$ (es decir, que la línea [1] no deberá estar por debajo de la línea [3]) y

$TR_L \geq TR_{pr}$ (es decir, que la línea [2] no deberá estar por debajo de la línea [3]).

- 3.2.1.7. En el caso de los remolques completos, deberá elaborarse un gráfico conforme al apéndice 4, sobre cuya base deberá verificarse que:

$TR_{\max} \geq TR_{pr}$ (es decir, que la línea [1] no deberá estar por debajo de la línea [2]),

$TR_{Lf} \geq TR_{prf}$ (es decir, que la línea [4] no deberá estar por debajo de la línea [3]) y

$TR_{Lr} \geq TR_{prr}$ (es decir, que la línea [6] no deberá estar por debajo de la línea [5]).

4. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA DEMOSTRAR EL RENDIMIENTO DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO

4.1. Generalidades

- 4.1.1. Este procedimiento ofrece una alternativa a los ensayos físicos de los remolques en pendiente y garantiza que los remolques equipados con mecanismos de estacionamiento accionados con frenos de muelle puedan cumplir el rendimiento del freno de estacionamiento prescrito. El procedimiento no se aplicará a remolques provistos de mecanismos de estacionamiento que no funcionen con frenos de muelle. Estos deberán someterse al ensayo físico prescrito en el anexo 4.

- 4.1.2. El rendimiento de frenado de estacionamiento prescrito deberá demostrarse mediante cálculo, empleando las fórmulas de los puntos 4.2 y 4.3.

4.2. Rendimiento de estacionamiento

- 4.2.1. La fuerza de freno de estacionamiento en la periferia de los neumáticos de los ejes frenados por el mecanismo de estacionamiento accionado con frenos de muelle se calculará con la siguiente fórmula:

$$T_{pi} = (Th_s \times l - C_o) \times n \times B_f/R_s$$

- 4.2.2. La reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre los ejes de un remolque parado cuesta abajo o cuesta arriba sobre una pendiente del 18 % deberá calcularse con las siguientes fórmulas:

4.2.2.1. En el caso de los remolques completos:

4.2.2.1.1. Cuesta arriba

$$N_{FU} = \left(PR_F - \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{FUi} = \frac{N_{FU}}{i_F}$$

$$N_{RU} = \left(PR_R + \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RUi} = \frac{N_{RU}}{i_R}$$

4.2.2.1.2. Cuesta abajo

$$N_{FD} = \left(PR_F + \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{FDi} = \frac{N_{FD}}{i_F}$$

$$N_{RD} = \left(PR_R - \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RD i} = \frac{N_{RD}}{i_R}$$

4.2.2.2. En el caso de los remolques de eje central:

4.2.2.2.1. Cuesta arriba

$$N_{RU} = \left(P + \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RUi} = \frac{N_{RU}}{i_R}$$

4.2.2.2.2. Cuesta abajo

$$N_{RD} = \left(P - \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RD i} = \frac{N_{RD}}{i_R}$$

4.2.2.3. En el caso de los semirremolques:

4.2.2.3.1. Cuesta arriba

$$N_{RU} = \left(P - \frac{P_s \times E_R}{E_L} + \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RUi} = \frac{N_{RU}}{i_R}$$

4.2.2.3.2. Cuesta abajo

$$N_{RD} = \left(P - \frac{P_s \times E_R}{E_L} - \frac{\tan P \times h \times P}{E_L} \right) \cos P$$

$$N_{RD i} = \frac{N_{RD}}{i_R}$$

4.3. Verificación

4.3.1. El rendimiento del freno de estacionamiento del remolque deberá verificarse con las siguientes fórmulas:

$$\left(\frac{\sum A_{Di} + \sum B_{Di}}{P} + 0,01 \right) \times 100 \geq 18 \%$$

y:

$$\left(\frac{\sum A_{Ui} + \sum B_{Ui}}{P} + 0,01 \right) \times 100 \geq 18 \%$$

5. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA DEMOSTRAR EL RENDIMIENTO DE FRENADO DE SOCORRO/AUTOMÁTICO

5.1. Generalidades

5.1.1. Para demostrar que se cumplen los requisitos de rendimiento de frenado automático, o bien se procede a comparar la presión en la cámara necesaria para obtener el rendimiento especificado y la presión asintótica en la cámara tras desconectarse el conducto de alimentación, conforme al punto 5.2.1, o bien se verifica que la fuerza de freno aportada por los ejes provistos de frenos de muelle es suficiente para alcanzar el rendimiento especificado, conforme al punto 5.2.2.

5.2. Verificación

5.2.1. Se considera que el remolque analizado cumple los requisitos del anexo 4, punto 3.3, si la presión asintótica en la cámara (p_c) tras desconectar el conducto de alimentación es superior a la presión en la cámara (p_e) necesaria para conseguir un rendimiento equivalente al 13,5 % de la carga estacionaria máxima por rueda. La presión en el conducto de alimentación se estabilizará en 700 kPa antes de desconectarlo.

5.2.2. Se considerará que el remolque analizado equipado con frenos de muelle cumple los requisitos del anexo 4, punto 3.3, si:

$$\sum T_{pi} \geq 0,135 (PR)(g)$$

donde:

T_{pi} se calcula conforme al punto 4.2.1.

6. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA DEMOSTRAR EL RENDIMIENTO DE FRENADO EN CASO DE FALLO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FRENADO
- 6.1. Generalidades
- 6.1.1. Para demostrar que se cumplen los requisitos de rendimiento de frenado en caso de fallo del sistema de distribución del frenado se procede a comparar la presión en la cámara necesaria para obtener el rendimiento especificado y la presión en la cámara disponible cuando se produce dicho fallo.
- 6.2. Verificación
- 6.2.1. Se considera que el remolque analizado cumple los requisitos del anexo 10, apéndice, punto 6, si la presión indicada en el punto 6.2.1.1 es igual o superior a la indicada en el punto 6.2.1.2, con y sin carga.
- 6.2.1.1. La presión en la cámara (p_c) del remolque analizado, siendo p_m igual a 650 kPa y la presión en el conducto de alimentación igual a 700 kPa y habiendo un fallo en el sistema de distribución del frenado.
- 6.2.1.2. La presión en la cámara (p_c) necesaria para obtener un coeficiente de frenado del 30 % del rendimiento de frenado de servicio prescrito para el remolque analizado.
7. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA DEMOSTRAR EL RENDIMIENTO DE FRENADO ANTIBLOQUEO
- 7.1. Generalidades
- 7.1.1. Los ensayos de un remolque conforme al anexo 13 podrán obviarse en el momento de la homologación de tipo del remolque si el sistema de frenado antibloqueo (ABS) cumple los requisitos del anexo 19.
- 7.2. Verificación
- 7.2.1. Verificación de los componentes y la instalación

La especificación del ABS instalado en el remolque presentado a homologación de tipo deberá verificarse para comprobar que cumple cada uno de los criterios siguientes:

Punto		CRITERIOS
7.2.1.1.	a) Sensores	No se permiten variaciones
	b) Controladores	No se permiten variaciones
	c) Moduladores	No se permiten variaciones
7.2.1.2.	Tamaños y longitudes de los tubos	
	a) Alimentación de los depósitos a los moduladores	
	Diámetro interior mínimo	Puede aumentarse
	Longitud total máxima	Puede reducirse
	b) Aporte de los moduladores a las cámaras de freno	
	Diámetro interior	No se permiten variaciones
Longitud total máxima	Puede reducirse	
7.2.1.3.	Secuencia de la señal de aviso	No se permiten variaciones
7.2.1.4.	Diferenciales en el par de entrada del freno dentro del bogie	Solo se permiten las diferenciales autorizadas (de haberlas)
7.2.1.5.	Véanse otras limitaciones en el punto 4 del acta de ensayo descrita en el apéndice 6 del anexo 19	La instalación debe respetar las limitaciones establecidas. No se permiten variaciones

- 7.3. Verificación de la capacidad de los depósitos
- 7.3.1. Dado que los sistemas de frenado y los equipos auxiliares utilizados en los remolques varían, resulta imposible confeccionar un cuadro de capacidades recomendadas para los depósitos. Con el fin de verificar que se han instalado elementos de almacenamiento adecuados, pueden realizarse ensayos conforme al punto 6.1 del anexo 13 o puede seguirse el procedimiento descrito a continuación.
- 7.3.1.1. Si carecen de compensación del desgaste integrada, los frenos del remolque se ajustarán de manera que la relación (R_f) del recorrido de la varilla de empuje de la cámara de freno (s_T) con respecto a la longitud de la palanca (l_T) sea igual a 0,2.
- Ejemplo:
- $$l_t = 130 \text{ mm}$$
- $$R_e = s_T/l_T = s_T/130 = 0,2$$
- s_T = recorrido de la varilla de empuje con una presión en la cámara de freno de 650 kPa
- $$= 130 \times 0,2 = 26 \text{ mm}$$
- 7.3.1.2. Los frenos con compensación automática integrada del desgaste deberán ajustarse con la holgura normal.
- 7.3.1.3. El ajuste de los frenos como se ha explicado anteriormente deberá efectuarse cuando estén fríos (≤ 100 °C).
- 7.3.1.4. Con los frenos ajustados siguiendo el procedimiento pertinente descrito, las válvulas sensoras de carga ajustadas en la posición con carga y el nivel inicial de energía conforme al punto 6.1.2 del anexo 13, deberán aislarse los dispositivos de almacenamiento de energía para que no reciban más alimentación. Los frenos se aplicarán con una presión de control de 650 kPa en el cabezal de acoplamiento y después se soltarán completamente. Seguirán accionándose un número de veces n_e determinado a partir del ensayo realizado conforme al punto 5.4.1.2.4.2 del anexo 19 e indicado en el punto 2.5 del acta de homologación del sistema de frenado antibloqueo. Durante esta aplicación, la presión en el circuito operativo deberá ser suficiente para obtener en la periferia de las ruedas una fuerza total de frenado igual o superior al 22,5 % de la carga estacionaria máxima por rueda, sin que se produzca un accionamiento automático de ningún sistema de frenado que no esté bajo el control del sistema de frenado antibloqueo.
8. COMPROBACIONES DEL FUNCIONAMIENTO Y LA INSTALACIÓN
- 8.1. El servicio técnico o la autoridad de homologación deberán efectuar comprobaciones del funcionamiento y la instalación que abarquen los puntos que siguen.
- 8.1.1. Función antibloqueo
- 8.1.1.1. Se limitará a una comprobación dinámica del sistema de frenado antibloqueo. Para que se produzca la modulación cíclica, quizá sea necesario ajustar el sensor de carga o utilizar una superficie a la que el neumático se adhiera poco. Si el sistema antibloqueo no cuenta con una homologación conforme al anexo 19, el remolque deberá ensayarse de acuerdo con el anexo 13 y cumplir los requisitos pertinentes en él contenidos.
- 8.1.2. Medición del tiempo de respuesta
- 8.1.2.1. El servicio técnico deberá verificar que el remolque analizado es conforme con los requisitos del anexo 6.
- 8.1.3. Consumo estático de energía
- 8.1.3.1. El servicio técnico deberá verificar que el remolque analizado es conforme con los requisitos pertinentes de los anexos 7 y 8.
- 8.1.4. Función del freno de servicio
- 8.1.4.1. El servicio técnico deberá verificar que durante el frenado no se producen vibraciones anormales.

- 8.1.5. Función del freno de estacionamiento
 - 8.1.5.1. El servicio técnico deberá aplicar y soltar el freno de estacionamiento para asegurarse de que funciona correctamente.
 - 8.1.6. Función de frenado de emergencia/automático
 - 8.1.6.1. El servicio técnico deberá verificar que el remolque analizado cumple los requisitos del punto 5.2.1.18.4.2 del presente Reglamento.
 - 8.1.7. Verificación de la identificación del vehículo y los componentes
 - 8.1.7.1. El servicio técnico deberá comprobar que el remolque analizado concuerda con los datos contenidos en el certificado de homologación de tipo.
 - 8.1.8. Comprobaciones adicionales
 - 8.1.8.1. Si es necesario, el servicio técnico podrá pedir que se hagan comprobaciones adicionales.
-

APÉNDICE 1

MÉTODO PARA CALCULAR LA ALTURA DEL CENTRO DE GRAVEDAD

La altura del centro de gravedad del vehículo completo (con y sin carga) puede calcularse como sigue:

h_1 = altura del centro de gravedad del conjunto de ejes (incluidos neumáticos, muelles, etc.) $R \cdot 1,1$

h_2 = altura del centro de gravedad del bastidor (con carga) = $(h_6 + h_8) \cdot 0,5$

h_3 = altura del centro de gravedad de la carga útil y la carrocería (con carga) $(h_7 \cdot 0,3) + h_6$

h_4 = altura del centro de gravedad del bastidor (sin carga) = $h_2 + s$

h_5 = altura del centro de gravedad de la carrocería (sin carga) = $(h_7 \cdot 0,5) + h_6 + s$

donde:

h_6 = altura del punto más alto del bastidor

h_7 = dimensiones interiores de la carrocería

h_8 = altura del punto más bajo del bastidor

P = masa total del remolque

PR = masa total sobre todas las ruedas de un semirremolque o un remolque de eje central

R = radio del neumático

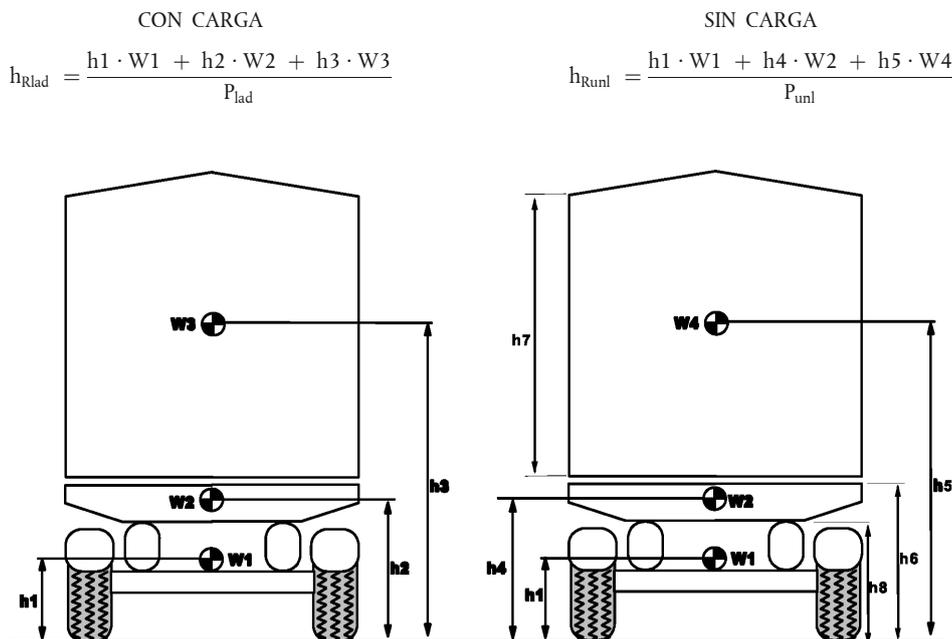
s = flexión del muelle entre la situación con carga y la situación sin carga

W_1 = masa del conjunto de ejes (incluidos neumáticos, muelles, etc.) = $P \cdot 0,1$

W_2 = masa del bastidor = $(P_{unl} - W_1) \cdot 0,8$

W_3 = masa de la carga útil y la carrocería

W_4 = masa de la carrocería = $(P_{unl} - W_1) \cdot 0,2$

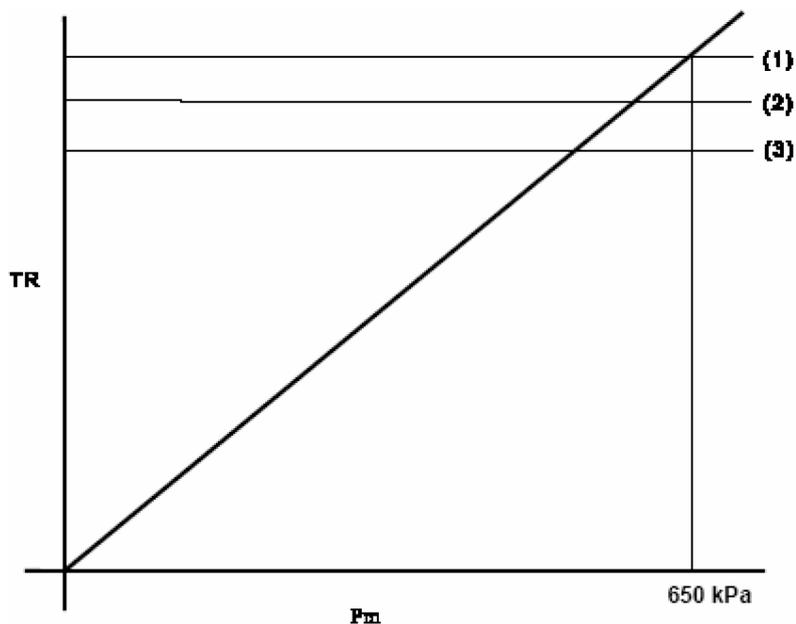


NOTAS:

1. En el caso de remolques tipo plataforma, la altura máxima será de 4 m.
2. Si no se conoce la altura exacta del centro de gravedad de la carga útil del remolque, se tomará el equivalente a 0,3 veces las dimensiones interiores de la carrocería.
3. En el caso de los remolques con suspensión neumática, se tomará un valor de s igual a cero.
4. En el caso de los semirremolques y los remolques de eje central, sustituir P por PR cuando proceda.

APÉNDICE 2

GRÁFICO DE VERIFICACIÓN PARA EL PUNTO 3.2.1.5. SEMIRREMOLQUES



(1) = TR_{\max} , cuando $p_m = 650$ kPa y la presión en el conducto de alimentación = 700 kPa.

(2) = $F_{R_{\text{dyn}}} \cdot 0,8 = TR_L$

(3) = $0,45 \cdot F_R = TR_{\text{pr}}$

donde:

$$F_{R_{\text{dyn}}} = F_R - \frac{(TR_{\text{pr}} \cdot h_k) + (P \cdot g \cdot Z_c (h_R - h_k))}{E_R}$$

el valor de z_c se calcula con la siguiente fórmula:

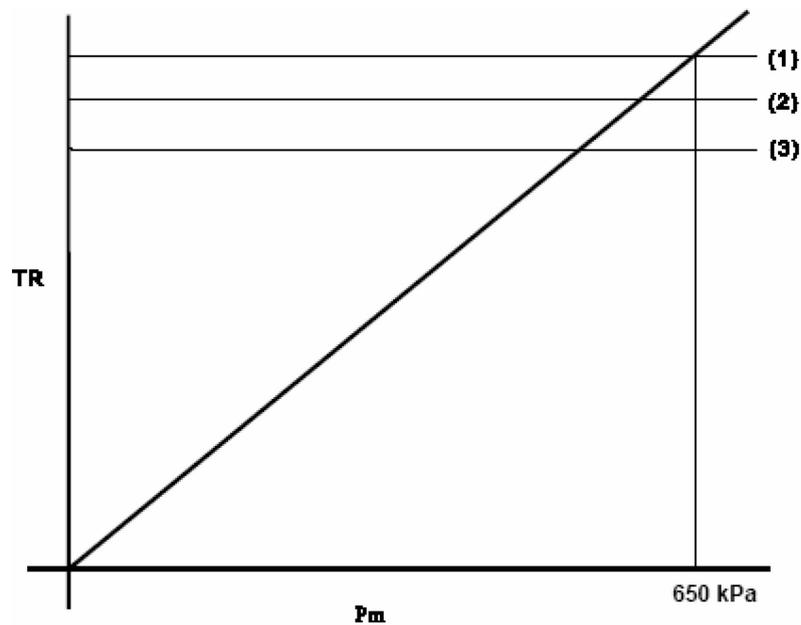
$$z_c = 0,45 - 0,01 \left(\frac{F_R}{(P + 7\,000)g} \right) + 0,01$$

NOTAS:

1. La cifra 7 000 representa la masa de un vehículo tractor sin remolque enganchado.
2. A efectos de estos cálculos, los ejes muy juntos (con una separación inferior a 2 m) podrán tratarse como un solo eje.

APÉNDICE 3

GRÁFICO DE VERIFICACIÓN PARA EL PUNTO 3.2.1.6. REMOLQUES DE EJE CENTRAL



(1) = TR_{\max} , cuando $p_m = 650$ kPa y la presión en el conducto de alimentación = 700 kPa.

(2) = $F_{R_{\text{dyn}}} \cdot 0,8 = TR_L$

(3) = $0,5 \cdot F_R = TR_{\text{pr}}$

donde:

$$F_{R_{\text{dyn}}} = F_R - \frac{(TR_{\text{pr}} \cdot h_k) + (P \cdot g \cdot Z_c (h_R - h_k))}{E_R}$$

el valor de Z_c se calcula con la siguiente fórmula:

$$Z_c = 0,45 - 0,01 \left(\frac{F_R}{(P + 7\,000)g} \right) + 0,01$$

NOTAS:

1. La cifra 7 000 representa la masa de un vehículo tractor sin remolque enganchado.
2. A efectos de estos cálculos, los ejes muy juntos (con una separación inferior a 2 m) podrán tratarse como un solo eje.

APÉNDICE 5

SÍMBOLOS Y DEFINICIONES

SÍMBOLOS	DEFINICIÓN
A_{Di}	T_{pi} cuando $T_{pi} \leq 0,8 N_{FDi}$, en el caso de los ejes delanteros, o $0,8 N_{FDi}$ cuando $T_{pi} > 0,8 N_{FDi}$, en el caso de los ejes delanteros
B_{Di}	T_{pi} cuando $T_{pi} \leq 0,8 N_{RDj}$, en el caso de los ejes traseros, o $0,8 N_{RDj}$ cuando $T_{pi} > 0,8 N_{RDj}$, en el caso de los ejes traseros
A_{Ui}	T_{pi} cuando $T_{pi} \leq 0,8 N_{FUi}$, en el caso de los ejes delanteros, o $0,8 N_{FUi}$ cuando $T_{pi} > 0,8 N_{FUi}$, en el caso de los ejes delanteros
B_{Ui}	T_{pi} cuando $T_{pi} \leq 0,8 N_{RUj}$, en el caso de los ejes traseros, o $0,8 N_{RUj}$ cuando $T_{pi} > 0,8 N_{RUj}$, en el caso de los ejes traseros
B_F	Factor del freno
C_o	Par umbral de entrada del árbol de levas (par mínimo del árbol de levas necesario para producir un par de freno mensurable)
E	Batalla
E_L	Distancia entre el pie de apoyo o las patas estabilizadoras y el centro de los ejes de un remolque de eje central o un semirremolque
E_R	Distancia entre el pivote de acoplamiento y el centro del eje o los ejes del semirremolque
F	Fuerza (N)
F_f	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes delanteros
F_{fdyn}	Reacción dinámica perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes delanteros
F_r	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes traseros
F_{rdyn}	Reacción dinámica perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes traseros
F_R	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre todas las ruedas del remolque o el semirremolque
F_{Rdyn}	Reacción dinámica perpendicular total de la superficie de la calzada sobre todas las ruedas del remolque o el semirremolque
g	Aceleración debida a la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$)
h	Altura sobre el suelo del centro de gravedad
h_K	Altura del acoplamiento de la quinta rueda (pivote de acoplamiento)
h_r	Altura del centro de gravedad del remolque
i	Índice del eje
i_F	Número de ejes delanteros
i_R	Número de ejes traseros
l	Longitud de la palanca
n	Número de accionadores de freno de muelle por eje

SÍMBOLOS	DEFINICIÓN
N_{FD}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes delanteros en una pendiente del 18 % cuesta abajo
N_{FDi}	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje delantero i en una pendiente del 18 % cuesta abajo
N_{FU}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes delanteros en una pendiente del 18 % cuesta arriba
N_{FUi}	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje delantero i en una pendiente del 18 % cuesta arriba
N_{RD}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes traseros en una pendiente del 18 % cuesta abajo
N_{RDi}	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje trasero i en una pendiente del 18 % cuesta abajo
N_{RU}	Reacción perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes traseros en una pendiente del 18 % cuesta arriba
N_{RUi}	Reacción perpendicular de la superficie de la calzada sobre el eje trasero i en una pendiente del 18 % cuesta arriba
p_m	Presión en el cabezal de acoplamiento del conducto de control
p_c	Presión en la cámara de freno
P	Masa del vehículo
P_s	Masa estática en el acoplamiento de la quinta rueda con la masa del remolque P
PR	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre las ruedas del remolque o el semirremolque
PR_f	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes delanteros en suelo horizontal
PR_R	Reacción estática perpendicular total de la superficie de la calzada sobre los ejes traseros en suelo horizontal
R_s	Radio estático del neumático con carga, calculado con la siguiente fórmula: $R_s = \frac{1}{2} dr + F_R \cdot H$ donde: dr = diámetro nominal de la llanta H = altura de sección asignada = $\frac{1}{2} (d - dr)$ d = número convencional del diámetro de la llanta F_R = factor según la ETRTO (Engineering Design Information 1994, página CV.11)
T_{pi}	Fuerza de freno en la periferia de todas las ruedas del eje i proporcionada por los frenos de muelle
Th_s	Empuje del muelle del freno de muelle
TR	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque o el semirremolque
TR_f	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes delanteros
TR_r	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes traseros
TR_{max}	Suma de las fuerzas máximas de frenado disponibles en la periferia de todas las ruedas del remolque o el semirremolque
TR_L	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque o el semirremolque con la que se alcanza el límite de adherencia
TR_{Lf}	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes delanteros con la que se alcanza el límite de adherencia

SÍMBOLOS	DEFINICIÓN
TR_{Lr}	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes traseros con la que se alcanza el límite de adherencia
TR_{pr}	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas del remolque o el semirremolque necesaria para obtener el rendimiento prescrito
TR_{prf}	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes delanteros necesaria para obtener el rendimiento prescrito
TR_{prr}	Suma de las fuerzas de frenado en la periferia de todas las ruedas de los ejes traseros necesaria para obtener el rendimiento prescrito
z_c	Coefficiente de frenado del conjunto de vehículos, frenando solo el remolque
$\cos P$	Coseno del ángulo subtendido por la pendiente del 18 % y el plano horizontal = 0,98418
$\tan P$	Tangente del ángulo subtendido por la pendiente del 18 % y el plano horizontal = 0,18